



DOTTORATO DI RICERCA IN ORTOFLOROFRUTTICOLTURA - XXI CICLO

Settore scientifico-disciplinare: AGR-02

**VALUTAZIONE DELLE POTENZIALITA' AGRONOMICHE DI
PIANTE ERBACEE AUTOCTONE PER LA VALORIZZAZIONE
ESTETICO-PAESAGGISTICA DEGLI INERBIMENTI**

Coordinatore: Prof. Alberto Graifenberg

Tutor: Prof. Francesco Rossini

Co-tutor: Dr. Roberto Ruggeri

Dottorando: Enrico Scarici

A mio padre

1 IL SEME	1
1.1 Le strutture del seme	1
1.1.1 Embrione	2
1.1.2 Endosperma	3
1.1.3 Tegumento	4
2 LA GERMINAZIONE	5
2.1 Germinazione e fattori ambientali	6
2.1.1 Acqua	6
2.1.2 Temperatura	7
2.1.3 Ossigeno	7
2.1.4 Luce	7
2.2 Ostacoli alla germinazione	8
2.2.1 La dormienza: definizione	8
2.2.2 Tipi di dormienza e la loro classificazione	9
2.2.3 Gli ormoni	11
2.2.4 Le sostanze inibitrici della germinazione	12
2.3 Il ruolo ecologico della dormienza	12
2.4 Metodologia per l'individuazione delle esigenze ecofisiologiche della germinazione	13
2.5 I principali pretrattamenti per il superamento della dormienza del seme	15
2.5.1 Stratificazione fredda, vernalizzazione o <i>prechilling</i>	16
2.5.2 Stratificazione calda, estivazione, <i>preheating</i> o <i>warming</i>	17
2.5.3 Affumicazione	17
2.5.4 Scarificazione	18
2.5.5 Asportazione dei tegumenti	19
2.5.6 Eliminazione delle sostanze inibitrici la germinazione	19
2.6 Pretrattamenti del seme ed erosione genetica	19
3 LA QUALITA' DEL SEME	21
3.1 Test qualitativi	21
3.1.1 Determinazione dell'umidità	21
3.1.2 Analisi della purezza	24
3.1.3 Analisi della germinabilità (o capacità germinativa o facoltà germinativa)	24

3.1.4 Prove di vitalità	25
3.1.5 Prove di vigore o <i>performance</i>	26
3.1.6 Prova del taglio	26
4 RIQUALIFICAZIONE E RIPRISTINO AMBIENTALE	27
4.1 Specie autoctone e specie alloctone (o aliene)	28
4.1.1 Specie aliene invasive	29
4.1.1.1 Problemi connessi alla diffusione di specie aliene invasive	29
4.1.1.2 Misure per il controllo delle invasioni di piante aliene	31
4.1.2 Specie aliene in Italia	32
4.2 Specie autoctone e valorizzazione estetico-paesaggistica in ambito urbano	33
5 INERBIMENTI E TAPPETI ERBOSI	34
5.1 Conservazione ambientale e tutela del territorio	34
5.2 Vivibilità delle aree urbane e periurbane	35
5.3 Classificazione funzionale degli inerbimenti	36
5.3.1 Inerbimenti tecnici	36
5.3.2 Tappeti erbosi ornamentali	37
5.3.3 Tappeti erbosi ricreazionali e di utilità	38
5.3.4 Tappeti erbosi sportivi	38
6 OBIETTIVI DELLA RICERCA	39
7 MATERIALI E METODI	40
7.1 La scelta delle entità in studio	41
7.1.1 <i>Nigella damascena</i> L. (Damigella scapigliata, Fanciullacce)	42
7.1.2 <i>Silene latifolia</i> Poir. subsp. <i>alba</i> (Mill.) Greuter & Burdet (Silene bianca)	43
7.1.3 <i>Sanguisorba minor</i> Scop. subsp. <i>balearica</i> (Bourg. Ex Nyman) Muñoz Garm. & C. Navarro (Salvastrella minore, Bibinella)	43
7.1.4 <i>Marrubium vulgare</i> L. (Marrubio comune)	44
7.1.5 <i>Prunella laciniata</i> (L.) L. (Prunella gialla)	45
7.1.6 <i>Lomelosia argentea</i> (L.) Greuter & Burdet (Vedovella delle spiagge)	46
7.1.7 <i>Sixalis atropurpurea</i> (L.) Greuter & Burdet subsp. <i>grandiflora</i> (Scop.) Soldano & F. Conti (Vedovina marittima)	47
7.1.8 <i>Anacyclus radiatus</i> Loisel (Camomilla raggiata)	48

7.1.9 <i>Cota tinctoria</i> (L.) J. Gay subsp. <i>tinctoria</i> (Camomilla per tintori)	49
7.1.10 <i>Crepis bursifolia</i> L. (Radicchiella tirrenica)	50
7.1.11 <i>Hypochoeris radicata</i> L. (Costolina giuncolina)	50
7.1.12 <i>Picris hieracioides</i> L. subsp. <i>hieracioides</i> (Aspraggine comune, Gattaiola)	52
7.1.13 <i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth (Grattalingua comune, Caccialepre)	53
7.1.14 <i>Tragopogon pratensis</i> L. (Barba di Becco comune)	54
7.2 Fasi del campionamento dei semi	55
7.2.1 Raccolta	55
7.2.2 Identificazione del campione	57
7.3 Attività di laboratorio	57
7.3.1 Postmaturazione e deidratazione	57
7.3.2 Pulizia del seme	57
7.3.3 Caratterizzazione qualitativa del seme	58
7.3.3.1 Determinazione del peso di 1000 semi	58
7.3.3.2 Numero di semi contenuti in grammo di campione	58
7.3.3.3 Valutazione della capacità germinativa	59
7.4 Prove in campo	60
7.4.1 Allestimento delle parcelle sperimentali	60
7.4.2 Semina	61
7.4.3 Rilievo dell'emergenza delle plantule	61
7.4.4 Rilievo delle fasi fenologiche successive all'emergenza delle plantule	62
7.4.5 Misurazione dei principali caratteri morfometrici della pianta	62
7.4.6 Valutazione quantitativa della produzione di seme	63
7.4.7 Pratiche colturali successive alla semina	63
7.5 Elaborazione statistica dei caratteri rilevati	63
 8 RISULTATI E DISCUSSIONE	 65
8.1 Valutazione della capacità germinativa	65
8.2 Risultati da prove in campo	110
8.2.1 Rilievo delle fasi fenologiche	114
8.2.2 Rilievo dei caratteri morfometrici	124
 9 CONCLUSIONI	 131
 BIBLIOGRAFIA	 134

1 IL SEME

La colonizzazione delle terre emerse da parte delle piante fu accompagnata da profondi cambiamenti, primo fra tutti lo sviluppo di un apparato radicale efficiente, che fosse in grado non solo di assicurare l'ancoraggio al suolo, ma che consentisse anche l'assorbimento di acqua e di sostanze nutritive; la biosintesi di sostanze che limitassero l'evapotraspirazione (cutina, suberina); l'evoluzione di sistemi di conduzione in grado di trasferire l'acqua e i sali minerali fino alle parti periferiche della pianta. E' in questo scenario evolutivo che si colloca lo sviluppo del seme.

La comparsa del seme rappresentò una delle novità più importanti e determinanti nella storia evolutiva delle piante, al punto che a partire dal Devoniano inferiore (circa 350 milioni di anni fa) assicurò la progressiva diffusione delle Spermatofite (piante a seme) in ogni continente ed oggi rappresentano il gruppo tassonomico dominante nella flora mondiale (Raven *et al.*, 2002). Il seme può essere definito come un ovulo maturo, che contiene un embrione e generalmente del materiale di riserva (endosperma). La sua variabilità morfologica è molto alta: esistono semi di dimensioni ridottissime il cui peso è dell'ordine del milligrammo (la maggior parte delle orchidee) o al contrario, semi di grandi dimensioni che possono pesare fino a 30 chilogrammi (alcune palme da cocco); alcuni presentano strutture piumose che ne facilitano la dispersione ad opera del vento (anemocoria) altri sono trattenuti all'interno del frutto e vengono dispersi con lo stesso, ecc. Questa grande diversità morfologica testimonia il differente grado di adattamento alle condizioni ambientali sviluppato dalle piante (Spada, 2008).

1.1 Le strutture del seme

Il seme si sviluppa a partire dall'ovulo fecondato e rappresenta un'entità biologica in costante interazione con tutte le componenti dell'ambiente (Piotto *et al.*, 2001). Sinteticamente il seme delle Angiosperme è costituito da tre strutture geneticamente distinte: un embrione (o giovane sporofito), diploide poiché derivato dalla fusione di uno dei due nuclei spermatici con la cellula uovo, un tessuto di riserva generalmente triploide raramente diploide, un rivestimento o tegumento derivante direttamente dai tessuti dell'ovulo e pertanto con i caratteri genetici della pianta madre. Queste tre differenti strutture subiscono cambiamenti nel corso della maturazione del seme e svolgono un ruolo non secondario durante la germinazione (Boesewinkel *et Bouman*, 1995).

1.1.1 Embrione

L'embrione deriva dallo sviluppo dello zigote, vale a dire dalla progressiva divisione mitotica dell'iniziale cellula diploide originatasi dalla fusione dei gameti maschile e femminile; esso rappresenta dunque un organismo vivente, seppur in miniatura, in grado di accrescersi in una pianta adulta, purché le condizioni ambientali siano favorevoli. E' formato da un asse principale sul quale si inseriscono i cotiledoni (particolari foglie embrionali). Al di sopra dell'inserzione dei cotiledoni si trova l'epicotile con il meristema apicale caulinare (o del germoglio). In alcune specie, l'epicotile è provvisto di una o più vere foglioline: l'insieme del meristema apicale caulinare, epicotile e foglioline prende il nome di plumula o piumetta. La struttura dell'embrione si completa con l'ipocotile posto al di sotto dell'inserzione dei cotiledoni, che porta alla sua estremità il meristema apicale radicale. Nelle Spermatofite l'embrione è sostanzialmente identico sul piano strutturale, con i due meristemi agli apici dell'asse maggiore e i cotiledoni che separano l'epicotile dall'ipocotile, tuttavia possono presentare differenze morfologiche rilevanti per esempio per quanto riguarda il numero dei cotiledoni (due nelle Angiosperme dicotiledoni e uno nelle Angiosperme monocotiledoni, mentre sono generalmente numerosi nelle Gimnosperme); anche la funzione svolta dai cotiledoni può essere differente: nelle monocotiledoni per esempio, l'unico cotiledone presente (scutello) accumula materiale di riserva e spesso partecipa all'assorbimento e al trasporto dei nutrienti durante la germinazione. A differenza delle Briofite e delle Pteridofite, nelle Spermatofite l'embrione raggiunto un determinato grado di sviluppo arresta la sua crescita ed entra in quiescenza, periodo di ridotta attività metabolica, che può durare a lungo a seconda della specie (Gerola, 1988). A seguito di prove di germinazione eseguite nel 1937 su semi di *Mimosa glomerata* Forssk. (*Leguminosae*), conservati presso il Museo Nazionale di Parigi e raccolti ben 221 anni prima, si sono formate plantule normali (Mayer, Poljakoff-Mayber, 1963); semi di *Brassicaceae* disidratati e conservati per circa 40 anni a una temperatura compresa tra -5 e -10°C presso la Banca del germoplasma dell'Università Politecnica di Madrid, si sono mantenuti vitali e sottoposti a prove di germinazione hanno prodotto plantule normali nel 91-100% dei casi (Pérez-García *et al.*, 2007), ma l'esempio ancor più sorprendente è stato fornito dai semi di *Lupinus arcticus* Wats., risalenti al Pleistocene (circa 10.000 anni fa), ritrovati sepolti in fanghi permanentemente gelati e mantenutisi vitali (Porsild *et al.*, 1967). Nelle Spermatofite, inoltre, grazie alla possibilità che il seme possa essere trasportato liberamente (processo di disseminazione) anche a notevole distanza dalla pianta che lo ha prodotto, è assicurata una più efficace diffusione della specie. Tutto ciò porta ad un netto distacco sia temporale che spaziale tra embrione e sporofito adulto.

L'aspetto che ha concorso a decretare il successo evolutivo delle piante a seme, va ricercato proprio nel processo gamico che è alla base dell'embriogenesi: l'unione di due gameti differenti, spesso prodotti da individui diversi, porta alla formazione di combinazioni geniche sempre nuove e al conseguente aumento della variabilità intraspecifica, di generazione in generazione. E' probabile, per tanto, che esistano individui con genotipo adatto anche a mutate condizioni ambientali, perciò, la sopravvivenza della specie viene ad essere garantita (Gerola, l.c.). Lo studio dello sviluppo dell'embrione (embriogenesi) ha avuto inizio con la nascita dell'embriologia vegetale ed oggi è ben documentato per molte Angiosperme (Johri, 1984).

1.1.2 Endosperma

L'embrione è generalmente provvisto di sostanze nutritive di vario tipo (carboidrati contenuti negli amiloplasti, grassi sotto forma di goccioline citoplasmatiche dette sferosomi, proteine accumulate nei grani di aleurone), in proporzioni differenti secondo la specie, localizzate prevalentemente in un tessuto denominato endosperma. Alle sostanze di riserva l'embrione attinge nelle fasi di vita eterotrofa, vale a dire fin tanto che non si svilupperà l'attività fotosintetica delle prime foglioline, per cui la funzione dell'endosperma è di vitale importanza durante le prime fasi della germinazione (Forgiarini *et al.*, 1992). Nelle Angiosperme lo sviluppo dell'endosperma, salvo rare eccezioni avviene prima di quello dell'embrione (Boesewinkel *et Bouman*, 1995). Si tratta di un tessuto di norma triploide poiché prodotto dall'unione di due cellule del gametofito femminile (nuclei polari) con un nucleo spermatico (Judd *et al.*, 2002), mentre nelle Gimnosperme le sostanze di riserva sono fornite direttamente dal gametofito femminile (Gerola, 1988). L'endosperma può essere assorbito completamente dai cotiledoni ancor prima che l'embrione completi il suo sviluppo, in tal caso saranno gli stessi cotiledoni a nutrire l'embrione e la plantula che ne deriverà (Finch-Savage *et Leubner-Metzgen*, 2006). Nei semi delle famiglie notoriamente ritenute più evolute si assiste frequentemente alla riduzione dell'endosperma e la funzione di riserva è svolta in parte o totalmente dai cotiledoni (Pacini *et al.*, 2001). A seconda che le riserve siano localizzate nell'endosperma (nella maggior parte delle monocotiledoni) o nei cotiledoni (in molte dicotiledoni) si parla rispettivamente di semi albuminosi e di semi esalbuminosi.

In altri casi, come nella famiglia delle *Chenopodiaceae*, l'endosperma è assente e le riserve sono accumulate nel perisperma, tessuto derivato dalla nucella (Spada, l.c.).

1.1.3 Tegumento

La necessaria protezione dell'embrione dalle lesioni meccaniche, dal disseccamento o dalla precoce penetrazione di acqua che potrebbe determinare una germinazione prematura, ecc. è assicurata dal tegumento, che deriva dai rivestimenti dell'ovulo maturo (generalmente sono due strati, uno interno e l'altro esterno, denominati rispettivamente *testa* e *tegmen*). Dopo la fecondazione, l'ovulo si trasforma in seme, mentre i rivestimenti vanno incontro generalmente a rapida disidratazione e assottigliamento, perciò in un seme maturo il tegumento è costituito di norma da tessuti morti e duri, in alcuni casi, con la mutua fusione dei tegumenti del frutto (Boesewinkel *et* Bouman, 1995). Sul piano morfologico, nel corso della maturazione dell'ovulo, i suoi rivestimenti subiscono, dunque, profonde modificazioni e possono essere provvisti di strutture accessorie per la disseminazione (peli, aculei, uncini, ali, ecc.). Talvolta i tegumenti seminali diventano duri e resistenti (protezione meccanica), o impermeabili all'acqua o ai gas (protezione dal disseccamento o dalla prematura germinazione), altre volte si prolungano in una appendice ad espansione alare (adattamento alla dispersione anemocora) o vengono trasportati all'interno di frutti muniti esternamente di appendici uncinate o altro tipo di estroflessioni (adattamento alla disseminazione zoocora); in altri casi, invece, si assiste ad una proliferazione del tessuto esterno che diventa carnoso, edule (arillo) e spesso vivacemente colorato così da essere ricercato dagli animali che se ne cibano e inconsapevolmente ne assicurano la dispersione: dopo aver transitato indenni all'interno del loro apparato intestinale, i semi sono rilasciati al suolo con i gli escrementi (adattamento alla disseminazione endozoocora). Esistono infine piante nelle quali la dispersione avviene per autodisseminazione (autocoria), fenomeno questo caratteristico delle specie di alcune famiglie quali le *Cucurbitaceae*, le *Oxalidaceae* e le *Balsaminaceae*: in *Echium elaterium* (L.) Rich. (*Cucurbitaceae*), il frutto maturo contiene un gas sottopressione e una sostanza mucillaginosa in cui sono contenuti i semi; alla minima sollecitazione meccanica il frutto si distacca dal peduncolo, mentre il suo contenuto è spruzzato a distanza (Gerola, 1988).

2 LA GERMINAZIONE

La germinazione può essere definita come un processo non casuale in cui il seme esce dalla fase quiescente, che normalmente fa seguito alla maturazione e successiva disseminazione, e l'embrione inizia a svilupparsi fino a formare una plantula; ciò avviene a patto che il seme sia vitale, maturo e non dormiente e le condizioni ambientali siano favorevoli (Musmarra, 1996; Pacini *et al.*, 2001). Segni tangibili dell'avvenuta germinazione sono rappresentati dalla rottura dei tegumenti del seme e la fuoriuscita della radichetta (Côme, 1970).

L'ISTA (2004) definisce la germinazione come l'emergenza e lo sviluppo che porta il seme (o l'embrione) a raggiungere uno stadio in cui l'aspetto è in grado di indicare se sarà capace di svilupparsi ulteriormente in una pianta normale, purché le condizioni ambientali siano favorevoli. Alcuni autori, d'altro canto, considerano la germinazione come l'emergenza e lo sviluppo della plantula a partire dall'emissione della radichetta per almeno un millimetro di lunghezza (Bacchetta *et al.*, 2006). Dal punto di vista fisiologico la germinazione comprende una serie di eventi che possono essere sintetizzati in due fasi principali (Pacini *et al.*, l.c.):

- **Prima fase**

E' caratterizzata dall'assorbimento di acqua (imbibizione) dall'ambiente circostante, assorbimento reso possibile dai potenziali idrici elevati conseguenza della sensibile deidratazione a cui generalmente va incontro il seme maturo. La fase di imbibizione può essere a sua volta distinta in tre sottofasi (Bewley, 1997):

- 1) l'assorbimento d'acqua è inizialmente rapido e il seme si rigonfia talvolta anche notevolmente ed essendo il fenomeno essenzialmente di natura fisico-chimica, accade anche nel caso di semi non vitali;
- 2) l'assorbimento d'acqua diviene pressoché nullo, mentre inizia l'attivazione enzimatica del seme con conseguente idrolisi delle riserve del seme;
- 3) l'aumento della concentrazione osmotica dovuta alla "demolizione" delle sostanze di riserva consente l'ulteriore assorbimento d'acqua. Il passaggio alla terza sottofase avviene soltanto nei semi vitali. A questo punto le sostanze di riserva sono mobilitate grazie alle trasformazioni chimiche operate da enzimi specifici; inizia la divisione cellulare e il relativo accrescimento dei tessuti. Il metabolismo che in questo stadio è molto intenso può essere valutato misurando il quoziente respiratorio e la produzione di anidride carbonica che, in questa condizione di vita eterotrofa, non è riutilizzata dall'embrione la cui nutrizione dipende dalle sole riserve immagazzinate nel seme. Nel caso di suoli saturi d'acqua o di semi sommersi, si può verificare una carenza di ossigeno,

ma generalmente i semi sono in grado di sopravvivere anche con percentuali di ossigeno molto basse.

- **Seconda fase**

E' caratterizzata dal prevalere del processo di sintesi, che porta allo sviluppo delle strutture così da rendere il nuovo organismo troficamente autonomo: la radichetta si accresce rapidamente trapassando i tegumenti del seme e si approfondisce nel terreno, mentre l'assorbimento di acqua riprende sensibilmente; successivamente si sviluppa l'asse caulinare derivato dalla piumetta (zona apicale dell'asse embrionale). A questo punto la germinazione può essere considerata conclusa poiché, per definizione, il fenomeno non comprende l'accrescimento della plantula.

2.1 Germinazione e fattori ambientali

Un seme vitale può essere definito come un organismo in condizioni di vita "sospesa" o rallentata, capace di permanere in questo stato anche per molto tempo, fino a quando le condizioni ambientali non diventino favorevoli alla sua germinazione, purché non sia dormiente (Pacini *et al.* 2001). La capacità di un seme di germinare molto dipende dalla sua interazione con i fattori ambientali: acqua, temperatura, ossigeno e luce.

2.1.1 Acqua

La presenza di acqua è indispensabile per la germinazione dei semi che a maturità presentano, generalmente un contenuto idrico insufficiente per l'attivazione dei processi enzimatici.

La capacità e la velocità di imbibizione dipendono dalle caratteristiche del seme, in particolare dalla permeabilità dei tegumenti e dalle caratteristiche ambientali quali la temperatura e l'umidità del substrato (Pupillo *et al.*, 2003). La quantità d'acqua necessaria affinché un seme germi varia molto da specie a specie; esiste inoltre una quantità d'acqua limite, anch'essa molto variabile a seconda della specie, oltre la quale la germinazione non ha luogo a causa della condizione di anossia in cui viene a trovarsi l'embrione. I semi di alcune specie, in particolare le piante acquatiche, germinano, tuttavia, soltanto se sono sommersi. Nei terreni salini, invece, l'elevato potenziale idrico generato dalla concentrazione degli elementi minerali agisce selettivamente sulla capacità di imbibizione dei semi e conseguentemente sulla loro germinazione, motivo per il quale solo piante con specifici adattamenti sono in grado di vivere e di riprodursi in simili condizioni ambientali (Pacini *et al.*, 2001). In laboratorio i test di germinazione sono eseguiti con l'impiego di acqua distillata o demineralizzata affinché le condizioni di prova siano riproducibili (Bacchetta *et al.*, 2006).

2.1.2 Temperatura

La temperatura svolge un ruolo di primaria importanza poiché agendo sulla velocità delle reazioni biochimiche può condizionare fortemente il processo della germinazione. Riguardo agli effetti prodotti, è possibile distinguere tre valori essenziali: il valore più basso in grado di consentire la germinazione (temperatura minima), il valore a cui si verifica il maggior numero percentuale di semi germinati e con la più alta velocità (temperatura ottimale) e il valore più alto in cui si verifica la germinazione (temperatura massima). La germinazione è in genere lenta alle temperature più basse, mentre accelera considerevolmente all'aumentare della temperatura, fino a raggiungere il valore ottimale (Pupillo *et al.*, 2003). Le esigenze termiche possono essere, tuttavia, molto variabili a seconda della specie; in tal senso utili indicazioni possono essere fornite dalla conoscenza della origine geografica: alcune specie di climi temperato-freddi richiedono per germinare temperature di poco superiori a 0° C, come per esempio *Fagus sylvatica* (faggio), mentre altre, al contrario, necessitano di elevati livelli termici, è il caso di molte specie di ambienti desertici (Pacini *et al.*, 2001). Una temperatura inadeguata può impedire la germinazione (dormienza di tipo secondario) anche se il seme è vitale e sono favorevoli gli altri fattori ambientali.

La conduzione di prove di germinazione a temperatura costante, o con regime alternato, può fornire risultati ben diversi sia per quanto riguarda la percentuale di semi germinati sia in relazione alla velocità del processo stesso (Bacchetta *et al.*, 2006).

2.1.3 Ossigeno

Così come per la temperatura, anche per l'ossigeno è possibile definire tenori ottimali per la germinazione a seconda della specie: le piante acquatiche, e più in generale quelle di ambienti umidi, hanno fabbisogni di ossigeno limitati (Pacini *et al.*, 2001). Va precisato che l'embrione è in grado di utilizzare il solo ossigeno disciolto nell'acqua di imbibizione e che, come è ben noto l'ossigeno è un gas poco solubile in acqua e la sua solubilità è inversamente proporzionale alla temperatura; tutto ciò lo rende uno dei parametri della germinazione più difficili da controllare in fase sperimentale (Bacchetta *et al.*, 2006).

2.1.4 Luce

E' possibile distinguere tre diverse situazioni nei riguardi dell'influenza della luce sulla germinazione:

- semi che germinano soltanto se esposti alla luce (semi a fotosensibilità positiva);
- semi che germinano soltanto al buio (semi a fotosensibilità negativa);

- semi che germinano indifferentemente se esposti alla luce o mantenuti al buio .

La sensibilità alla luce dipende da un sistema fotorecettore, costituito da un pigmento, il fitocromo, localizzato nell’embrione (Baskin *et al.*, 1998). Questa sensibilità può essere perduta dai semi conservati al secco, così come può non essere più presente negli embrioni privati dei tegumenti. In quest’ultimo caso è ipotizzabile che i tegumenti svolgano un ruolo rilevante nel definire la sensibilità alla luce (Côme, 1970).

2.2 Ostacoli alla germinazione

Non sempre è sufficiente che le condizioni ambientali siano favorevoli affinché un seme germini: i semi di molte specie spontanee non germinano appena raccolti perché dormienti oppure perché richiedono particolari condizioni ecologiche, ciò può rappresentare una limitazione al loro impiego (Benvenuti, Basteri, 2008). La mancata germinazione va spesso attribuita al fenomeno della dormienza, di cui di seguito si fornisce una esauriente descrizione.

2.2.1 La dormienza: definizione

Il seme raggiunta la sua maturità morfologica si trova in uno stato di vita rallentata in cui l’attività metabolica è ridotta al minimo e può permanere in questo stato per molto tempo, a seconda della specie. Il ritorno alla vita attiva del seme (o dell’embrione), dipende dal raggiungimento della maturità fisiologica e dal verificarsi delle condizioni ambientali favorevoli per la germinazione. La maturità fisiologica non sempre è raggiunta contemporaneamente a quella morfologica perciò il seme, anche se sottoposto a condizioni ambientali favorevoli, non germina. Si dice allora che il seme è dormiente (Bacchetta *et al.*, 2006). Secondo una definizione ampiamente condivisa, la dormienza descrive uno stato fisiologico nel quale un seme (o un embrione) pur trovandosi in condizioni ambientali favorevoli alla germinazione, non è capace di germinare (Nikolaeva, 1969; Côme, 1970; Koornneef *et al.*, 2002). Un’ulteriore definizione (Baskin *et al.*, 2004), considera dormiente il seme che non ha la capacità di germinare in un determinato periodo sotto qualsiasi combinazione di fattori ambientali, che si ritengono invece favorevoli alla sua germinazione quando il seme diviene non dormiente.

Identificare la dormienza con la sola assenza della germinazione, appare tuttavia limitativo, in relazione alla complessità del fenomeno. E’ sempre più accettato che i fattori in grado di agire sulla germinazione influenzano la dormienza e viceversa (Finch-Savage *et al.*, 2006); è pertanto più appropriato definire la dormienza una caratteristica del seme, che ne determina le condizioni necessarie per la germinazione (Vleeshouwers *et al.*, 1995; Thompson,

2000; Fenner *et al.* Thompson, 2005). In ultima analisi la dormienza può essere definita come una caratteristica innata del seme, determinata geneticamente, ma influenzata in modo rilevante da fattori ambientali e secondariamente da fattori di natura ormonale (Finch-Savage *et al.* Leubner-Metzger, 2006).

2.2.2 Tipi di dormienza e loro classificazione

Secondo una definizione generalmente accettata, la dormienza si distingue in “primaria” e “secondaria”. La dormienza primaria si instaura durante la maturazione del seme, ancor prima della disseminazione, con l’obiettivo di impedire la germinazione dei semi ancora legati fisiologicamente alla pianta che li ha prodotti. Nell’induzione della dormienza primaria un ruolo determinante è svolto dall’acido abscissico (Kucera *et al.*, 2005). La dormienza secondaria si può verificare, invece, quando i semi non più dormienti (perché per esempio sottoposti a specifico pretrattamento, sono esposti a condizioni ambientali sfavorevoli (Côme *et al.* Corbineau, 1992). Esistono diverse specie (frassino, faggio, numerose rosacee) in cui i semi non dormienti sono particolarmente soggetti alle dormienze secondarie se sono sottoposti a condizioni di temperatura e umidità elevate, per questo motivo assume particolare importanza la conoscenza del periodo di semina favorevole se si vogliono germinazioni in tempi brevi (Piotto, 1997). Le dormienze secondarie spesso possono essere rimosse mediante l’esposizione dei semi a cicli giornalieri di temperature molto alternate (Bacchetta *et al.*, 2006).

Negli ultimi decenni sono stati pubblicati numerosi studi sull’ecologia della germinazione e molta attenzione è stata riservata alla maggiore comprensione del fenomeno della dormienza, delle sue cause e dei possibili metodi per la sua rimozione. Un primo tentativo in tal senso è stato fornito da Crocker (1948) a cui va il merito di aver fornito un significativo contributo per la classificazione della dormienza. Lo schema di classificazione di Crocker prevede sette diversi tipi di dormienza determinati in base alla causa che l’ha generata:

- 1) embrione immaturo;
- 2) impermeabilità all’acqua del tegumento del seme;
- 3) resistenza meccanica dei rivestimenti;
- 4) bassa permeabilità ai gas dei rivestimenti;
- 5) dormienza dell’embrione connessa all’esistenza di un blocco metabolico;
- 6) dormienza combinata;
- 7) dormienza secondaria.

Maggiori dettagli sono stati forniti da Nikolaeva (1969), il cui sistema di classificazione mette in relazione le cause della dormienza con le condizioni per la sua rimozione. Tale sistema di classificazione prevede tre principali gruppi di dormienza: esogena, endogena e combinata. Ogni tipo di dormienza è indicato con una lettera e un numero (Tab. 2.1). La dormienza esogena (A) è legata alle caratteristiche esterne dei rivestimenti del seme (pericarpo e/o tegumento) e può essere rimossa dall'azione di diversi fattori fisici (scarificazione, rimozione del pericarpo, rimozione del tegumento, prolungati lavaggi). Sono incluse in questo gruppo le dormienze di natura fisica (A_1), chimica (A_2) e meccanica (A_3). La dormienza endogena (B e C) comprende la dormienza morfologica (B), quella fisiologica (P) e la combinazione dei due tipi (B + C). La prima è provocata dall'immaturità dell'embrione ed è in genere rimossa con la stratificazione calda (estivazione); la seconda è invece provocata da meccanismi fisiologici di inibizione della germinazione e può essere di diversa intensità: leggera (C_1), intermedia (C_2) o profonda (C_3). La dormienza fisiologica è largamente diffusa in natura, ricorrentemente osservata nei semi delle Gimnosperme e in gran parte delle Angiosperme (Finch-Savage *et* Leubner-Metzger, 2006). La dormienza fisiologica leggera (C_1) può essere rimossa da brevi periodi di vernalizzazione e da sostanze stimolanti la crescita; quella intermedia (C_2) da lunghi periodi di vernalizzazione e dall'impiego di gibberelline, mentre quella profonda (C_3) da lunghi periodi di vernalizzazione. Le combinazioni di dormienze morfo-fisiologiche (B + C) e (B + C_3) sono rispettivamente interrotte da lunghi periodi di trattamenti termici con alternanza di temperature oppure da lunga estivazione seguita da vernalizzazione, anch'essa lunga.

In anni successivi, a seguito di ulteriori studi condotti sulla natura e sulle cause della dormienza, Nikolaeva (1977) ha riunito tutte le cause che ostacolano la germinazione dei semi in una speciale serie di tipi di dormienza morfo-fisiologica (MPD) derivante dalla combinazione di dormienze attribuibili a fattori esogeni con dormienze indotte da fattori endogeni come per esempio dormienza meccanica (A_3) e fisiologica (C) oppure dormienza fisica (A_1) e fisiologica (C). Di recente, Baskin *et* Baskin (2004) hanno eseguito un'analisi critica e di caratterizzazione del fenomeno dormienza e, partendo dallo schema di classificazione di Nikolaeva (1977), hanno ampliato le conoscenze sulla natura della dormienza fisiologica (PD) e quella morfo-fisiologica (MPD). Ne è derivato uno schema di classificazione gerarchico articolato in classi a loro volta divise in livelli e tipi. Le classi di dormienza proposte sono cinque: fisiologica (PD), morfologica (MD), morfo-fisiologica (MPD), fisica (PY) e combinata (PY + PD), per la maggior parte in accordo con lo studio precedente.

Tabella 2.1 – Dormienze endogene ed esogene e pretrattamenti per rimuoverle (da Bacchetta *et al.*, 2006).

TIPO DI DORMIENZA	CAUSE	CONDIZIONI CHE LA INTERROMPONO	ESEMPI
DORMIENZE ESOGENE	FISICA (A ₁)	impermeabilità dei tegumenti seminali all'acqua	scarificazione <i>Astragalus maritimus</i> Moris <i>Astragalus verrucosus</i> Moris <i>Robinia pseudoacacia</i> L. <i>Laburnum anagyroides</i> Medik. s.l.
	CHIMICA (A ₂)	presenza di fattori inibitori nel pericardio (non frequente), talvolta all'esterno del frutto	rimozione del pericardio, in alcuni casi con dilavamento <i>Ferula loscosii</i> (Lange in Willk. et Lange) Willk. <i>Fraxinus chinensis</i> Roxb. <i>ssp. rhyncophylla</i> (Hance) A.E. Murray <i>Acer pseudoplatanus</i> L.
	MECCANICA (A ₃)	resistenza meccanica dei tegumenti seminali alla crescita dell'embrione	rimozione del tegumento <i>Euphorbia graminifolia</i> Vill. <i>Elaeagnus angustifolia</i> L.
DORMIENZE ENDOGENE	MORFOLOGICA (B)	incompleto sviluppo dell'embrione; compare solo combinata ad altri fattori	estivazione <i>Acis nicaeensis</i> (Ardonio) Lledo, A.P. Davis et M.B. Crespo
	FISIOLOGICA (C)	meccanismi fisiologici di inibizione della germinazione	
	FISIOLOGICA LEGGERA (C ₁)		brevi periodi di vernalizzazione, sostanze stimolanti della crescita <i>Linaria arcusangeli</i> Atzei et Camarda <i>Betula pubescens</i> Ehrh
	FISIOLOGICA INTERMEDIA (C ₂)		lunghi periodi di vernalizzazione, gibberelline <i>Nothofagus obliqua</i> (Mirb.) Oerst.
	FISIOLOGICA PROFONDA (C ₃)		vernalizzazione molto prolungata <i>Sorbus aucuparia</i> L.
COMBINAZIONI DI DORMIENZE ENDOGENE MORFO-FISIOLOGICHE	(B+C)		generalmente lunghi trattamenti termici con alternanza di temperature molto frequente nelle <i>Rosaceae</i>
	(B+C ₃)		lunga estivazione seguita da lunga vernalizzazione <i>Fraxinus excelsior</i> L. Alcune provenienze di <i>Vitex agnus-castus</i> L. <i>Peonia</i> sp. pl.

2.2.3 Gli ormoni

Le sostanze ormonali coinvolte nel fenomeno della germinazione e della dormienza sono diverse, ma certamente il ruolo principale è svolto dall'acido abscissico (ABA), la cui concentrazione nel seme è bassa nelle prime fasi dello sviluppo; raggiunge il valore massimo quando le sostanze di riserva sono state sintetizzate per poi diminuire con la maturazione del seme (Bewley, 1997). L'ABA risulta coinvolto nella prevenzione della germinazione prematura, nella sintesi delle proteine di riserva, nella tolleranza alla disidratazione, condizioni queste che

inducono la dormienza primaria. L'induzione e l'interruzione della dormienza e conseguentemente l'ostacolo o la promozione della germinazione, si realizza sia mediante cambiamenti di concentrazione dell'ABA sia di sensibilità all'ormone stesso. Le gibberelline (GA) rappresentano un gruppo di ormoni presenti in ogni parte della pianta, seppur con concentrazioni variabili (in genere di 1-10 ppm), ma è soprattutto nei semi immaturi che si riscontrano le concentrazioni più elevate (Viglione *et al.*, 2006). Sono anch'esse direttamente impegnate nel controllo e nello stimolo della germinazione, con azioni che inizialmente riguardano l'induzione degli mRNA per specifici enzimi e successivamente nella mobilitazione delle riserve. In molte specie le gibberelline si sostituiscono alla richiesta di freddo o di luce per interrompere la dormienza, di conseguenza stimolando lo sviluppo dell'embrione e quindi la formazione della plantula; semi non dormienti presentano elevate concentrazioni di GA e sensibilità per l'ormone (Raven *et al.*, 2002).

2.2.4 Le sostanze inibitrici della germinazione

La germinazione può essere ritardata o inibita da sostanze chimiche localizzate all'interno dei semi o nei tegumenti; la loro presenza può essere facilmente rilevata durante la conduzione dei test di germinazione, dalla formazione di aloni colorati attorno ai semi sul substrato (carta da filtro, agar) utilizzato (Bacchetta *et al.*, 2006). In particolare gli acidi fenolici (caffeico, ferulico, cinnamico) e i polifenoli (tannini), flavonoidi (quercetina) sono spesso responsabili dell'inibizione della germinazione (Baskin, Baskin, 1998). L'effetto inibitorio dei composti fenolici sulla germinazione dei semi è strettamente connesso alla regolazione della produzione di auxina endogena, con la permeabilità dei tegumenti e la fornitura di ossigeno all'embrione (Willemsen, Rice, 1972; Bewley, Black, 1994; Isfendiyaroglu, Özek, 2001); la loro azione si espleta soprattutto con temperature > 10°C (Bacchetta *et al.*, l.c.).

2.3 Il ruolo ecologico della dormienza

Dal punto di vista ecologico e conservazionistico, la dormienza è un fenomeno di valore rilevante per quanto riguarda la sopravvivenza delle specie vegetali, poiché regola le condizioni di germinazione dei semi e la rende possibile solo nel caso in cui i fattori ambientali siano tali da assicurare condizioni favorevoli alla crescita delle plantule. Evita, dunque, la prematura germinazione, ma al tempo stesso consente la formazione di banche di seme nel suolo, così da garantire la conservazione della biodiversità ecologica a livello di specie, e genetica a livello di popolazioni e comunità vegetali (Gross, 1990). In particolare le banche persistenti (o durature), così denominate perché i semi che le costituiscono rimangono vitali per lungo tempo, sono

quelle che maggiormente contribuiscono alla rigenerazione di cenosi vegetali distrutte o degradate a differenza di quelle transitorie i cui semi conservandosi vitali per circa un anno forniscono un contributo limitato nel tempo (Thompson, 1993).

2.4 Metodologia per l'identificazione delle esigenze ecofisiologiche della germinazione

Molto spesso i semi di specie tipiche di ambienti temperato-freddi mostrano fenomeni di dormienza di grado diverso a seconda della specie, del tempo che intercorre tra la raccolta e la semina, delle modalità di conservazione dei semi; persino nell'ambito di lotti di seme della stessa specie è possibile registrare una diversa attitudine alla germinazione. Utili informazioni in tal senso possono essere ricavate dallo studio del ciclo vitale della specie, in particolare dalla conoscenza dell'epoca di maturazione del seme e della sua disseminazione, nonché della stagione in cui in natura la maggior parte dei suoi semi germinano (Piotto *et* Crosti, 2005). Alcuni tipi di dormienza possono essere legati alla disseminazione, anche se non necessariamente sono dalla stessa provocati (Bacchetta *et al.*, 2006):

- molte specie ecologicamente legate ad ambienti fluviali ed afferenti ai generi *Populus*, *Salix*, *Ulmus*, ecc. disseminano in primavera e in genere producono semi in grado di germinare subito (semi non dormienti), di contro spesso risultano difficilmente conservabili;
- i semi di specie che disseminano in autunno e che germinano nella primavera successiva presentano un tipo di dormienza rimovibile sottoponendo i semi ad un periodo più o meno lungo di freddo umido (condizioni analoghe a quelle naturali a cui andrebbero in incontro con l'avvicinarsi dell'inverno);
- i semi contenuti in frutti vivacemente colorati o lucidi sono frequentemente ingeriti e disseminati in autunno-inverno da uccelli e piccoli mammiferi; presentano dormienze molto complesse la cui rimozione può risultare difficile; si riscontrano a carico di semi di molte specie legnose dei generi *Cornus*, *Crataegus*, *Ilex*, *Viburnum*, ecc.;
- i semi disseminati in tarda primavera-estate e che germinano nella seconda primavera successiva alla disseminazione, mostrano in genere dormienze morfo-fisiologiche rimovibili sottoponendo i semi dapprima a condizioni di caldo umido (estate), seguite da periodi di freddo umido (inverno); è ricorrente in molte specie della famiglia delle *Rosaceae*;
- i semi che vengono dispersi in primavera o in estate e germinano durante l'autunno o l'inverno successivi, mostrano una dormienza rimovibile da un periodo caldo-secco (condizioni riscontrabili in ambiente mediterraneo durante l'estate o prodotte da un incendio); questo tipo di dormienza è stato osservato in molte specie della famiglia delle *Cistaceae*.

Nel caso non siano conosciute le esigenze ecofisiologiche della germinazione di una specie, è possibile applicare la metodologia sviluppata da Baskin *et al.* (2003), successivamente modificata, che prevede lo svolgimento di prove di germinazione in ambienti termo-controllati, in cui si impostano una serie di temperature, costanti o con alternanza giornaliera, così da simulare le condizioni termiche nelle diverse stagioni dell'anno (Tab. 2.2). Sono in genere previste due successioni parallele di cicli termici (colonne A e B), seppur con sequenze di temperature sfalsate così da simulare nel primo caso l'inizio della prova in inverno, mentre nel secondo caso in estate.

I semi sono monitorati finché non avviene la germinazione. Le prove possono essere svolte, compatibilmente con la disponibilità di seme, al buio e/o con fotoperiodo. Per ciascuno dei regimi termici impostati, si prevedono ripetizioni (testimoni) che saranno condotte sempre nelle medesime condizioni di temperatura e di luce per tutta la durata della prova. I semi sottoposti a un determinato regime termico, che non germineranno entro 30-40 giorni sono considerati dormienti (Bacchetta *et al.*, 2006). Se la specie necessita del solo freddo umido invernale per superare il periodo di dormienza, i semi che partono con la fase fredda (colonna A) germineranno nel periodo simulante la primavera, mentre i semi della prova condotta partendo da temperature estive (colonna B) germineranno soltanto dopo essere stati sottoposti ad un periodo di freddo umido, vale a dire durante la loro quinta o sesta fase (che anche in questo caso simula la primavera). Nei testimoni mantenuti a temperatura costante non si osserveranno semi germinati, tuttavia esistono delle eccezioni rappresentate dai semi che sono in grado di germinare a temperature molto basse una volta soddisfatte le loro necessità di freddo. I semi la cui dormienza è rimossa dalla successione di periodi caldo-umido (estate) e di freddo-umido (inverno), germinano durante la seconda primavera se sottoposti alla sequenza di temperature previste dalla colonna A, all'ottava-nona fase corrispondenti alla seconda primavera (Tab. 2.2, contrassegnate da un asterisco); i semi sottoposti alla sequenza di temperature della colonna B germineranno, invece, alla quinta-sesta fase, appena soddisfatto il bisogno di caldo-umido e di freddo-umido (Tab. 2.2, contrassegnate da due asterischi). I semi che hanno quest'ultimo tipo di dormienza, detta morfo-fisiologica, necessitano di passare prima per il periodo caldo-umido affinché l'embrione completi il suo sviluppo e, successivamente, per il periodo freddo-umido affinché l'azione del freddo agisca efficacemente dal punto di vista fisiologico. Questo metodo consente di ottenere informazioni abbastanza precise circa le esigenze ecofisiologiche di una specie in tempi relativamente brevi (12-14 mesi), tuttavia in considerazione della complessità del fenomeno della dormienza e del progredire degli studi su questo argomento, numerosi possono

essere gli aggiustamenti da apportare alla procedura; in particolare, in ambienti mediterranei temperati, le temperature ottimali per la germinazione potrebbero risultare a volte più basse di quanto generalmente previsto in quanto i periodi freschi (autunno) sono anche i più umidi dell'anno e molte specie trovano in questa stagione le migliori condizioni per la germinazione dei loro semi (Bacchetta *et al.*, l.c.)

Tabella 2.2 – Schema per l'impostazione della temperatura o del ciclo di temperature in prove sperimentali per la rimozione della dormienza in specie di cui non è nota l'ecofisiologia della germinazione (da Bacchetta *et al.*, 2006).

Durata delle fasi del trattamento (settimane)	Successioni parallele di cicli termici		Testimoni			
	4 ripetizioni da 25 semi (A)	4 ripetizioni da 25 semi (B)	4 ripetizioni da 25 semi (C)	4 ripetizioni da 25 semi (D)	4 ripetizioni da 25 semi (E)	4 ripetizioni da 25 semi (F)
12	5° C inverno	25/15°C estate	5°C	15/6°C	20/10°C	25/15°C
4	15/6 °C inizio primavera	20/10°C inizio autunno	5°C	15/6°C	20/10°C	25/15°C
4	20/10°C fine primavera	15/6°C fine autunno	5°C	15/6°C	20/10°C	25/15°C
12	25/15°C estate	5° C inverno	5°C	15/6°C	20/10°C	25/15°C
4	20/10°C inizio autunno	15/6 °C inizio primavera **	5°C	15/6°C	20/10°C	25/15°C
4	15/6°C fine autunno	20/10°C fine primavera **	5°C	15/6°C	20/10°C	25/15°C
12	5° C inverno	25/15°C estate	5°C	15/6°C	20/10°C	25/15°C
4	15/6 °C inizio primavera *	20/10°C inizio autunno	5°C	15/6°C	20/10°C	25/15°C
4	20/10°C fine primavera *	15/6°C fine autunno	5°C	15/6°C	20/10°C	25/15°C
12	25/15°C estate	5° C inverno	5°C	15/6°C	20/10°C	25/15°C
4	20/10°C inizio autunno	15/6 °C inizio primavera	5°C	15/6°C	20/10°C	25/15°C
4	15/6°C fine autunno	20/10°C fine primavera	5°C	15/6°C	20/10°C	25/15°C
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓

2.5 I principali pretrattamenti per il superamento della dormienza del seme

La grande eterogeneità di risposta nei confronti dei fattori ambientali, che in natura si manifesta con germinazioni scalari, e da cui dipende in massima parte la sopravvivenza delle Spermatofite, assume un significato negativo in campo vivaistico, dove l'obiettivo primario è ottenere la maggiore percentuale di semi perfettamente germinati, in tempi rapidi, in modo uniforme, così da avere semenzali con caratteristiche morfo-fisiologiche omogenee (Piotto, 1997; Piotto *et*

Ciccarese, 2001). A seguito di prove di germinazione, potrebbe verificarsi, infatti, che un numero di semi considerevole non germi, ma sia vitale, semplicemente perché dormiente. La scelta di opportune tecniche può consentire di minimizzare gli effetti “negativi” del fenomeno della dormienza e, di conseguenza, migliorare la germinabilità del lotto di semi sia per quanto riguarda la percentuale di semi germinati sia per quanto concerne la velocità e l’uniformità dell’evento, ma perché questi trattamenti sortiscano i risultati desiderati, oltre ad una loro corretta applicazione, molto dipende dalla conoscenza del tipo di dormienza mostrata dalla specie. L’insieme dei trattamenti (cure, manipolazioni, condizionamenti) eseguiti prima della semina con il fine di migliorare la germinabilità dei semi, è indicato con il termine di pretrattamenti. In senso lato sono considerati pretrattamenti anche molti processi che non agiscono direttamente sulla dormienza, ma che servono a preparare il seme per la semina, come per esempio la confettatura e la disinfezione (Piotto, Ciccarese, 2001; Barbour, Piotto, 2004; Piotto *et al.*, 2005). Utili indicazioni in tal senso sono fornite oltre che dal Ministero dell’Agricoltura e Foreste attraverso i “Metodi Ufficiali di analisi per le sementi” (1993), per quanto concerne i semi di numerose specie erbacee, arbustive, arboree e officinali presenti in Italia, da altre Istituzioni altrettanto autorevoli come L’*International Seed Testing Association* (ISTA), l’*International Plant Genetic Resources Institute* (IPGRI), il *Natural Resources Conservation Service – United States Department of Agriculture*, *The Native Plant Network*, *Kew Gardens*, che studiano e aggiornano permanentemente i protocolli di propagazione delle piante, non solo, ma anche quelli relativi alla determinazione della qualità del seme, compresa la germinazione e la dormienza. Tuttavia, non per tutte le specie, si dispone oggi di sufficienti notizie in merito (Bacchetta *et al.*, 2006). La durata dei pretrattamenti non deve essere computata nella durata del test di germinazione (ISTA, 2006). Di seguito sono brevemente descritti alcuni dei principali pretrattamenti usati per rimuovere la dormienza dei semi prima della semina o dell’avvio dei test di germinazione.

2.5.1 Stratificazione fredda, vernalizzazione o *prechilling*

Il procedimento è finalizzato alla rimozione di dormienze di tipo endogeno, ma può espletare azione favorevole anche per quanto riguarda la degradazione dei tegumenti seminali favorendo, così l’imbibizione (Piotto, Ciccarese, 2001). I semi dormienti di alcune specie vengono sottoposti a temperature relativamente basse comprese tra +2 e +5°C, in condizioni umide e arieggiate, da soli (semi nudi) o mescolati a un substrato soffice come per esempio torba, perlite, sabbia, vermiculite, simulando l’azione che l’inverno esercita su alcuni semi (Piotto, Ciccarese, 2001). La durata del trattamento varia a seconda della specie e talvolta può essere anche di molte

settimane (Bacchetta *et al.* 2006). L'impiego di gibberelline (GA₃) può rivelarsi una soluzione alternativa alla stratificazione fredda, consentendo il superamento della dormienza in tempi più brevi (IBPGR, 1985).

2.5.2 Stratificazione calda, estivazione, *preheating* o *warming*

Se con il pretrattamento precedente si simulano le condizioni della stagione invernale, con la scarificazione a caldo si imita l'effetto positivo dell'estate sulla biologia dei semi di alcune specie (come per esempio molte *Rosaceae*), che necessitano di alte temperature per completare lo sviluppo dell'embrione. I semi sono pertanto sottoposti a trattamenti termici ad una temperatura non superiore a 30-35°C (generalmente 15-20°C) in condizioni umide e arieggiate, per un periodo variabile a seconda della specie. La stratificazione calda, di solito precede quella fredda, mentre nel caso siano eseguiti più cicli di stratificazione a temperature diverse, l'ultimo trattamento applicato è sempre quello freddo (Piotto, Ciccarese, 2001; Bacchetta *et al.*, 2006).

2.5.3 Affumicazione

Nei semi di numerose specie presenti in ecosistemi di tipo mediterraneo, legate al ciclo degli incendi, la germinazione è favorita oltre che dallo *shock* termico dall'affumicazione. L'azione del calore si espleta prevalentemente attraverso un meccanismo fisico-meccanico sui tegumenti seminali (rottura del tegumento) così che l'imbibizione risulta favorita, mentre l'affumicazione agisce attraverso uno stimolo di natura chimica da imputare al rilascio di ammoniaca (NH₃), ossidi di azoto (NO_x), acidi o etilene (Mazzoleni, Esposito, 2004). Di recente è stata individuata una sostanza del gruppo dei butenolidi in grado di promuovere la germinazione anche a bassissime concentrazioni. La sua azione si espleta anche al buio e a carico dei semi di specie, come numerose *Asteraceae* australiane, che altrimenti per germinare richiederebbero la luce: la sostanza in questione, infatti, sembra svolgere un'azione positiva sulla germinazione al pari dell'acido gibberellico (Merrit *et al.* 2006). La germinazione dei semi di specie mediterranee senso lato può essere dunque favorita dalle sostanze contenute nel fumo di un incendio della vegetazione, ma non necessariamente lo è a causa dello shock termico che accompagna la combustione (Bacchetta *et al.*, 2006). Nel 1990 è stato ideato e messo a punto un trattamento che prevede la semina su dischi di carta imbevuti con soluzione satura di una concentrazione di sostanze naturali che si liberano nel corso di incendi del *fynbos* sudafricano, alla quale è aggiunto un volume d'acqua ben stabilito in cui i semi sono lasciati imbibire per 24 ore. Trattamenti con finalità analoghe sono stati sviluppati anche per alcune specie degli ecosistemi di tipo mediterraneo di California e Australia. Gli studi riguardo le specie del Bacino del Mediterraneo

sono ancora in una fase iniziale (Crosti *et al.*, 2006). Nel Bacino del Mediterraneo, a differenza del *fynbos* sudafricano o del *chapparral* californiano, la promozione della germinazione dei semi sembra vada attribuito principalmente allo *shock* termico piuttosto che alla composizione chimica dei fumi dell'incendio. Prove condotte sottoponendo specie del genere *Cistus* (*C. monspeliensis*, *C. creticus* subsp. *eryocephalus*) a trattamenti termici fino a 180°C hanno evidenziato un incremento sensibile della germinazione (Mazzoleni, Esposito, l.c.).

2.5.4 Scarificazione

La scarificazione consiste nell'abrasione dei tegumenti esterni del seme eseguita con mezzi meccanici, fisici o chimici. Questo pretrattamento può essere seguito oltre che prima dell'inizio del test di germinazione, come di norma, alla fine della prova stessa, ma in tal caso limitandolo ai soli semi che non si sono imbibiti (Bacchetta *et al.*, 2006). La scarificazione è particolarmente utile per favorire la germinazione dei semi di alcune specie appartenenti a famiglie con i tegumenti seminali o endocarpi legnosi molto duri e impermeabili (*Leguminosae*, *Convolvulaceae*, *Anacardiaceae*, *Oleaceae*, ecc.). In natura, l'impermeabilità decresce con il passare del tempo, anche in funzione dei fattori ambientali che contribuiscono ad intaccare i tegumenti favorendo così l'assorbimento d'acqua, lo scambio dei gas e, di conseguenza, la germinazione, ma ciò può richiedere anche alcuni anni, in base allo spessore dei tegumenti e al grado di incisività degli stessi fattori ambientali. L'impermeabilità dei tegumenti seminali è una caratteristica di grande valore ecologico, in quanto frutto di specifici adattamenti alla sopravvivenza, anche in ambienti temporaneamente non favorevoli, che consente la costituzione di "preziose" banche di semi nel suolo e la germinazione scalare in un ampio periodo (Piotto, Ciccarese, 2001). In base alle modalità di esecuzione, la scarificazione si distingue in meccanica, fisica e chimica:

- la scarificazione meccanica consiste nella foratura, il taglio o l'abrasione con carta vetrata dei soli tegumenti esterni, compiuta con la premura di evitare il danneggiamento dell'embrione. L'ISTA (2006) consiglia di eseguirla nella porzione del seme situata immediatamente al di sopra dell'apice dei cotiledoni, così da rendere più veloce l'imbibizione;
- la scarificazione fisica consiste essenzialmente nell'immersione dei semi in acqua bollente per 12-24 ore così da ammorbidire i tegumenti e favorire l'imbibizione – temperature inferiori (40-50°C) sono in genere previste per molte specie tra cui *Robinia pseudoacacia*, *Cercis siliquastrum*, *Spartium junceum* e *Laburnum anagyroides*. Una

volta raggiunta la temperatura prevista, l'acqua è allontanata dalla sorgente di calore e solo a questo punto si passa all'immersione dei semi. Il rapporto acqua-semi è di 10:1;

- la scarificazione chimica prevede l'abrasione dei tegumenti a seguito dell'immersione dei semi in soluzione di acido solforico al 96% per un tempo variabile a seconda dello spessore dei tegumenti. Molto impiegata in passato, oggi è vivamente sconsigliata per i rischi che possono derivare dalla manipolazione di sostanze corrosive, al punto che la normativa italiana e comunitaria in materia di sicurezza pone limitazioni in tal senso; a questo vanno aggiunti poi i costi di gestione e smaltimento dell'acido solforico impiegato (Piotto, Ciccarese, 2001).

2.5.5 Asportazione dei tegumenti

Nel caso in cui la scarificazione non abbia sortito l'effetto atteso (imbibizione del seme), è probabile che i tegumenti del seme siano particolarmente duri e impermeabili. E' possibile allora rimuoverli manualmente con una pinza, così da rendere possibile l'allungamento della radichetta (Bacchetta *et al.*, 2006). In considerazione delle dimensioni talvolta molte ridotte di alcuni semi, questo pretrattamento può risultare particolarmente laborioso e difficile.

2.5.6 Eliminazione delle sostanze inibitrici la germinazione

Per contrastare l'azione delle sostanze fenoliche, spesso causa di mancata germinazione, può essere sufficiente adottare temperature di germinazione basse, ma ciò non è sempre possibile per tutte le specie, oppure si può ricorrere alla loro eliminazione mediante il lavaggio ripetuto dei semi in acqua o in alcool (Côme *et Corbineau*, 1992). L'impiego di sostanze con elevato potere antiossidante (perossido di idrogeno, ipoclorito di sodio, ecc.) in cui tenere in ammollo i semi si è rivelato molto utile per rendere inefficaci le sostanze inibitrici (Ogawa *et Iwabuchi*, 2001) e al tempo stesso per contrastare l'insorgenza di alcuni patogeni, che altrimenti potrebbe invalidare la prova di germinazione (Bacchetta *et al.*, 2006).

2.6 Pretrattamenti del seme ed erosione genetica

E' utile ricordare che ogni processo a cui viene sottoposto il seme (raccolta, lavorazione, conservazione, pretrattamento, ecc.) può provocare un qualsiasi tipo di selezione, con il rischio di ridurre la variabilità genetica e pertanto la capacità di adattamento della specie propagata. Il problema è particolarmente avvertito in campo vivaistico, dove l'adozione di alcune pratiche colturali, seppur necessarie per rendere razionale l'attività produttiva, può determinare una selezione inconsapevole dei semi e dei relativi semenzali che si svilupperanno con determinate

caratteristiche a scapito di tutti gli altri. E' ipotizzabile, dunque, che il ripetersi di tali azioni porti progressivamente alla produzione di materiale vivaistico con adattabilità ambientale sempre più ristretta (Piotto, Ciccarese, 2001; Piotto, 1997; Barbour, Piotto, 2004). L'applicazione di pretrattamenti a larga diffusione come l'immersione in acqua molto calda o in acido solforico, infatti, rischia di danneggiare i semi con tegumenti sottili e favorire solo quelli in cui l'abrasione non ha arrecato danno agli embrioni. Una valida alternativa ai metodi di scarificazione fisica e chimica è quella eseguita tramite scarificatori meccanici azionati elettricamente, che provocano abrasioni leggere e uniformi su tutti i semi, pratica questa ancora purtroppo poco diffusa nel settore vivaistico italiano (Piotto, Tranne, 2000).

3 LA QUALITA' DEL SEME

La qualità di una sementa è il presupposto fondamentale per la buona riuscita di una coltura (Bonciarelli, 1998); analoga considerazione può essere estesa anche al caso in cui si decida di impiegare sementi di specie native (Ellias *et al.*, 2006). Poiché prodotto da un processo gamico, ogni seme è diverso da un altro, anche tra quelli prodotti dalla stessa pianta madre (Noli *et al.*, 2003) così come differenti sono le loro interazioni con le componenti dell'ambiente (Piotto *et al.*, 2001).

Secondo quanto proposto da Piotto *et al.* (l.c.), i principali fattori che concorrono a determinare la qualità del seme possono essere così sintetizzati:

- corredo genetico;
- età e tipo di gestione a cui viene sottoposta la pianta madre;
- condizioni climatiche e fisiologiche della pianta madre durante la formazione del seme;
- grado di maturità al momento della raccolta;
- tecnica di raccolta;
- lavorazione del seme;
- incompleta interruzione della dormienza;
- pretrattamento eseguito.

Utili indicazioni sull'argomento possono essere desunte da' "Metodi ufficiali di analisi per le sementi" (Ministero Agricoltura e Foreste, 1993), strumento normativo con cui in Italia si determina la qualità dei semi di specie erbacee, arboree, arbustive, floricole e officinali, siano esse coltivate o meno. Un ulteriore prezioso contributo è fornito dalle *International Rules of Seed Testing dell'International Seed Testing Association* (ISTA, 2006).

3.1 Test qualitativi

La valutazione delle caratteristiche qualitative del seme è definita mediante test eseguiti su campioni opportunamente predisposti (Ministero Agricoltura e Foreste, 1993; ISTA, 2006; ecc.). Di seguito sono brevemente descritti i test maggiormente eseguiti per la valutazione qualitativa dei semi.

3.1.1 Determinazione dell'umidità

Il contenuto di umidità definito dalla percentuale d'acqua contenuta nel seme in rapporto al peso fresco, può condizionare in modo determinante la conservazione dei semi e di conseguenza la loro qualità (Piotto *et al.*, 2001). La determinazione del contenuto di umidità si ottiene in genere

attenendosi agli standard ISTA che prevedono analisi su due repliche provenienti da campioni di semi preventivamente mescolati, posti in contenitore ermetico di peso noto, e sottoposti ad essiccazione in stufa a $103^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ per 17 ± 1 ora (trattamento a basse temperature riservato ai semi con elevato contenuto di olii e ai semi delle specie arboree) oppure a $130\text{-}133^{\circ}\text{C}$ per un'ora (trattamento ad alta temperatura per i semi delle altre specie con l'eccezione di mais e cereali per i quali la durata del trattamento è rispettivamente di 4 e 2 ore); per alcune categorie di semi è prevista inoltre la triturazione (Rao *et al.*, 2006).

Il contenuto di umidità (mc%) si calcola secondo la seguente formula:

$$\text{mc\%} = 100 \times (\text{M2} - \text{M3})/(\text{M2} - \text{M1})$$

dove:

M1 è il peso del contenitore usato per la prova

M2 è il peso del contenitore e dei semi prima dell'essiccazione

M3 è il peso del contenitore e dei semi dopo l'essiccazione

Il calcolo dell'umidità presente in un seme può essere eseguito anche con particolari strumenti elettronici (analizzatori di umidità o termobalance) che pesano e contemporaneamente bruciano il campione generalmente a 105°C , mediante raggi infrarossi, e registrano il calo ponderale finché non diviene stabile (ISTA, 2006).

In base alla tolleranza alla deidratazione e al loro comportamento durante la conservazione, i semi possono essere distinti in due gruppi principali denominati rispettivamente “semi ortodossi” e “semi recalcitranti” (Roberts, 1973). I primi tollerano la deidratazione fino al 5-10% del loro peso e possono essere conservati a temperature $< 5^{\circ}\text{C}$ per molto tempo, a seconda della specie. Sono ortodossi i semi della maggior parte delle specie delle regioni temperata e fredda (Hong *et al.*, 1998). I secondi, invece, perdono rapidamente la loro vitalità se il contenuto d'umidità si riduce al 20-40% e non tollerano temperature $< 0^{\circ}\text{C}$ (Bonner, 1990). Sono recalcitranti i semi di molte piante tropicali, ma anche di alcune specie forestali dei generi *Quercus*, *Castanea* e *Aesculus*, rilevanti per la flora delle nostre latitudini (Bacchetta *et al.*, 2006). Per l'importanza economica assunta da molte specie tropicali, il problema della conservazione “a lungo termine” del germoplasma di specie con semi recalcitranti è di particolare rilevanza (Piotto *et Grandi*, 1997). Esiste infine una terza categoria detta dei “semi intermedi”, in quanto comprende semi che sopportano maggiormente la deidratazione (fino al 10-20%) rispetto ai semi recalcitranti, ma decisamente meno di quelli ortodossi, inoltre, se parzialmente deidratati non tollerano temperature $< 0^{\circ}\text{C}$ (Hong *et al.*, l.c.; Dickie *et Pritchard*, 2002).

Secondo alcuni Autori esisterebbe una relazione tra l'ecologia della specie e il comportamento dei rispettivi semi durante la conservazione: è molto probabile, infatti, che i semi di specie che vivono in ambienti aridi, proprio in virtù della loro maggiore tolleranza alla siccità, siano ortodossi, mentre piante di ambienti umidi, presentino generalmente semi recalcitranti (Roberts *et al.* 1980; Key *et al.*, 1988; Dickie *et al.*, 1992). Sulla base delle conoscenze attuali in merito sensibilità alla deidratazione di circa 8000 specie di spermatofite, si deduce che i semi recalcitranti rappresentano una quota minoritaria (circa l'8%), mentre in gran parte (circa 92%) sono ortodossi. La sensibilità alla deidratazione si riduce drasticamente passando dalle foreste tropicali, attraverso le zone temperate e temperato-fredde, a quelle desertiche, secondo una correlazione non casuale. Il 70% delle specie a semi recalcitranti, ad oggi note, è presente ai tropici, mentre il loro numero è prossimo allo zero nelle zone desertiche. Nelle foreste tropicali sempreverdi le specie pioniere producono prevalentemente semi ortodossi, mentre la maggior parte dei semi recalcitranti è da attribuire a specie non pioniere (Tweddle *et al.*, 2003).

L'approccio tassonomico non consente di compiere previsioni attendibili a causa delle innumerevoli eccezioni, non solo tra le famiglie botaniche, ma anche all'interno delle stesse. Indicazioni di maggiore significato possono essere ricavate, invece, dall'analisi del tipo di seme o di frutto, dalle dimensioni e peso del seme e dal contenuto di umidità al momento della dispersione. I semi che producono acheni, bacche plurisperme, frutti secchi deiscenti (capsule, legumi e follicoli plurispermi) sono ortodossi, così come quelli di specie che producono silique e cariossidi, seppur con alcune eccezioni, mentre le specie che producono drupe con 1-4 semi, legumi con 1-5 grossi semi ovvero molti semi arillati, capsule con 1-5 semi e noci monosperme possono presentare sia semi ortodossi sia semi recalcitranti (Piotto *et al.*, l.c.).

Per quanto riguarda le dimensioni, il comportamento recalcitrante si riscontra tendenzialmente nelle specie che producono semi grossi (Hong *et al.*, 1996), mentre se si tiene conto del peso di 1000 semi, per valori superiori a 13.000 g è molto probabile che si tratti di semi recalcitranti, mentre per valori inferiori a 25 g di semi ortodossi, per valori intermedi di P1000 è arduo fare previsioni.

Il valore di umidità al momento della dispersione del seme può variare notevolmente, tuttavia è possibile ipotizzare che per valori >60% il seme sia recalcitrante, mentre per valori <20% sia un seme ortodosso; l'attendibilità della previsione cala sensibilmente per contenuti d'umidità intermedi.

A conclusione si può ritenere che la previsione del comportamento del seme di una specie poco o affatto studiata può derivare soltanto dalla combinazione degli aspetti prima descritti (Piotto *et al.*, l.c.).

3.1.2 Analisi della purezza

Questo test ha la finalità di determinare le quantità di semi puri, di semi estranei e di materie inerti, che costituiscono il campione preso in esame. I semi puri sono per definizione tutti quelli appartenenti alla specie analizzata (o dichiarata), a condizione che siano integri (anche se piccoli o immaturi) o anche lesionati o frammentati (purché i frammenti contengano l'embrione ed abbiano dimensioni pari almeno alla metà del seme intero). Sono considerati nel conteggio dei semi puri anche gli acheni o altri frutti similari, sempre della specie in esame, quando non è possibile da una prima osservazione distinguere se contengano o no l'embrione. I semi estranei sono, di contro, quelli che appartengono a specie diversa da quella considerata, ad eccezione dei semi di *Cuscuta* sp.pl., che sono da includere nelle materie inerti, e le relative strutture seminali.

Un discorso a parte va fatto per i miscugli, che per definizione sono mescolanza di semi di più specie; in tal caso andranno considerati semi puri quelli di tutte le specie facenti parte del miscuglio stesso, purché sia rispettato quanto detto prima a proposito dei semi puri.

Le materie inerti sono costituite dai semi della specie analizzata troppo lesionati o frammentati, terra, sabbia, detriti, residui vegetali, insetti morti, ecc. (Ministero Agricoltura e Foreste, 1993).

La purezza si esprime in percentuale del peso di ciascuna frazione riferita al peso del campione.

3.1.3 Analisi della germinabilità (o capacità germinativa o facoltà germinativa)

E' il test più usato, ma da solo non basta ad esprimere le altre componenti della qualità di un lotto di semi (Bacchetta *et al.*, 2006). Si basa sul conteggio periodico dei semi puri capaci di produrre plantule normali, in condizioni di coltura favorevoli. Il test si esegue in laboratorio in condizioni di temperatura e fotoperiodo controllate.

La percentuale di semi germinati è determinata per ogni replica in base al rapporto fra il numero di semi germinati e il numero totale di semi analizzati, moltiplicato per 100:

$$(\text{Numero di semi germinati} / \text{numero totale di semi}) \times 100$$

Raccomandazioni in merito allo svolgimento dell'analisi della germinazione possono essere trovate nei Metodi ufficiali di analisi per le sementi (Ministero Agricoltura e Foreste, 1993) e nell'*International Rules of Seed Testing* dell'*International Seed Testing Association* (ISTA, 2006).

3.1.4 Prove di vitalità

Un seme è ritenuto vitale se presenta le caratteristiche morfologiche, fisiologiche e biochimiche essenziali alla sua germinazione (Piotto *et al.*, 2001). La determinazione della vitalità può essere eseguita mediante test biochimici dei quali il più diffuso è quello al tetrazolo (Vaukus, 1997). La prova consiste nell'immergere i semi da saggiare in una soluzione acquosa all'1% di 2,3,5-trifeniltetrazolo cloruro o bromuro a pH 6,5-7,5 per circa 24-48 ore (ISTA, 2004). L'azione di enzimi deidrogenasi, attivi solo nei tessuti dei semi vitali, converte il tetrazolo da composto insolubile in composto solubile di colore rosso detto "formazan", di conseguenza anche i tessuti vitali del seme assumono la medesima colorazione così risulta semplice individuare e contare i semi vitali. E' questo un test rapido da eseguire, se paragonato ad una prova di germinazione, quindi è consigliato nel caso si disponga di tempo limitato per valutare la qualità di un lotto di semi, tuttavia la prova al tetrazolo tende a sovrastimare la vitalità di circa il 10% rispetto al valore che si ottiene con una prova di germinazione (Piotto *et al.*, l.c.). E' bene in ogni caso ricordare che un seme vitale potrebbe non germinare se è dormiente.

Oltre alla prova del tetrazolo, esistono altri test colorimetrici e non solo che consentono di valutare la vitalità di un lotto di semi:

- l'indigo-carmin è un test dai costi contenuti e dalla procedura piuttosto semplice, una valida alternativa alla prova del tetrazolo. I semi sono dapprima fatti imbibire per 24 ore in acqua distillata; in seguito sono privati dei tegumenti e i soli embrioni sono immersi per 1-2 ore, a seconda della specie, in una soluzione di indigo-carmin (destrosio + idrossido di sodio) con diluizione 1:2000, a 20°C e al buio. Successivamente gli embrioni sono risciacquati ed esaminati: i tessuti morti assumeranno una colorazione bluastra, mentre quelli vitali non si coloreranno (Suszka *et al.*, 1994);
- la soluzione di Lugol è a base di ioduro di potassio e di iodio; reagisce con l'amido provocando il viraggio al blu dei tessuti dell'embrione che lo contengono e che per questo si presume siano vitali (Bacchetta *et al.*, l.c.);
- la prova con diacetato di fluoresceina trova impiego non soltanto per la stima della vitalità dei semi, ma anche di polline, radici di piante arboree, colture meristematiche e semi di *Orchidaceae*. Il diacetato di fluoresceina penetrato nella cellula vitale attraverso le membrane integre va incontro ad una trasformazione di tipo enzimatico ad opera dell'enzima esterasi che lo trasforma in un prodotto fluorescente. Attraverso l'uso di microscopi a fluorescenza è possibile quantificare il numero degli embrioni vitali da quelli non vitali o danneggiati che non mostrano la caratteristica fluorescenza (Piotto *et al.*, 2001);

- la prova della conducibilità valuta indirettamente la qualità: i semi con le membrane danneggiate se sottoposti ad imbibizione subiscono la perdita dei contenuti cellulari che modificano le caratteristiche della soluzione in cui sono immersi e di conseguenza la conducibilità elettrica di quest'ultima (Piotto *et al.*, l.c.). Membrane e tessuti danneggiati si riscontrano in semi non vitali e in questo caso il valore di conducibilità elettrica sarà elevato;
- l'analisi radiografica fornisce indicazioni abbastanza precise sullo sviluppo e grado di maturazione dell'embrione. La tecnica è molto impiegata per i semi di alcune conifere e per valutare il germoplasma di entità in pericolo di estinzione e di cui si dispone di una quantità limitata di seme, essendo un test non distruttivo (Piotto *et al.*, l.c.; Bacchetta *et al.*, l.c.);
- la risonanza magnetica a differenza della analisi radiografica consente di valutare tessuti completamente imbibiti. E' una tecnica non distruttiva che fornisce immagini di protoni (H^+) legati all'acqua contenuta nei tessuti e alle catene degli acidi grassi (Piotto *et al.*, l.c.).

3.1.5 Prove di vigore o *performance*

Il vigore definisce i diversi comportamenti del seme dalla velocità e uniformità della germinazione alla velocità e uniformità di sviluppo delle plantule, dalla capacità di emergenza delle plantule in condizioni sfavorevoli alla capacità di mantenere la germinabilità iniziale anche a seguito della conservazione, ecc. (Bacchetta *et al.*, 2006). Le prove di vigore maggiormente eseguite sono l'invecchiamento accelerato o *cold-test* e il saggio di conducibilità (Piotto *et al.*, 2001). Le prove di vigore possono fornire informazioni aggiuntive sulla qualità dei semi e sono particolarmente indicate nella valutazione di lotti di semi vecchi o per comparare lotti di semi con differenti livelli di qualità (Elias *et al.*, 2006).

3.1.6 Prova del taglio

E' un metodo rapido ed economico per stimare direttamente al momento della raccolta se i semi mostrano tessuti interni turgidi, sani, di colore tipico per ogni specie e senza danni da patogeni o insetti, presupposti questi per una buona qualità. La prova consiste nel tagliare a metà il seme con una lametta o un bisturi e nell'osservarne l'interno. L'esattezza di questa prova dipende in larga parte dall'esperienza dell'operatore; difficoltà applicative possono verificarsi nel caso di semi piccole dimensioni (Piotto *et al.*, 2001).

La scelta del tipo di saggio qualitativo dipende in massima parte dalla finalità della valutazione, dalla laboriosità e dal tempo richiesti per l'esecuzione della prova e non da ultimo, dalle attrezzature di laboratorio e dalle unità di personale disponibili (Piotto *et al.*, l.c.).

4 RIQUALIFICAZIONE E RIPRISTINO AMBIENTALE

In un periodo in cui la tutela dell'ambiente naturale è sempre più avvertita come una priorità, la gestione degli ecosistemi non può limitarsi alla sola adozione di vincoli, seppur necessari, previsti dall'istituzione di aree protette, ma secondo le più moderne concezioni vanno attuate azioni dirette alla conservazione e/o al ripristino degli equilibri naturali, che l'intervento antropico ha alterato quasi ovunque e termini come "riqualificazione" e "ripristino ambientale" stanno diventando, pertanto, sempre più familiari. Nel primo caso ci si riferisce generalmente ad interventi eseguiti in ambito urbano, periurbano o comunque in contesti fortemente antropizzati, quando l'obiettivo prioritario è quello di ottenere un'area priva di elementi di degrado, ad esempio partendo da siti ex industriali, per la quale si prevede una nuova destinazione, di carattere sociale ed ecologico, attraverso la realizzazione delle necessarie attrezzature e delle consociazioni vegetali (prato, cespugli, foreste urbane) con valenza strutturale e percettiva. Si parla di riqualificazione ambientale anche in campo agricolo, quando si attuano misure ecostenibili che prevedono ad esempio la riduzione dell'impiego di prodotti di sintesi chimica (fertilizzanti e fitofarmaci) e si ricostituiscono le siepi miste di specie autoctone per assicurare la continuità paesaggistica, con positive ripercussioni ecologiche. Il recupero ambientale implica, invece, l'adozione di interventi atti a favorire la ripresa spontanea della vegetazione autoctona, generalmente in aree a bassa fruizione, come ad esempio le cave dismesse, attraverso il modellamento morfologico che facilita l'attecchimento di specie pioniere successionali, che potranno garantire, poi, l'evoluzione della fitocenosi verso forme più complesse e stabili. In tale ambito è possibile distinguere il "restauro", quando in un territorio ben definito si è verificata un'alterazione puntuale senza che la formazione sia stata complessivamente compromessa e di "ripristino ambientale", nel caso si vuole riportare in un'area alterata lo stesso paesaggio morfologico e vegetazionale prima che il disturbo avvenisse (Pignatti, 1995). Riportare un ecosistema alle condizioni originarie potrebbe però rivelarsi un intervento eccezionalmente complesso, inefficace o perfino inutile in quanto le specie "chiave" potrebbero essere ormai scomparse e l'ecosistema, sottoposto ad una inevitabile evoluzione, nel corso del tempo potrebbe apparire molto diverso da una situazione "primitiva" o "storica": il ripristino ecologico potrebbe pertanto essere un obiettivo non perseguibile sia sotto l'aspetto pratico che economico (Di Noi, 2005). La riqualificazione e il recupero ambientale prevedono azioni comuni quali l'eliminazione delle cause che hanno provocato il disturbo; un'accurata analisi fitoclimatica, geomorfologica e vegetazionale del sito dell'intervento; l'individuazione di specie e consociazioni vegetali coerenti con la serie di vegetazione locale; la conoscenza delle dinamiche preesistenti (Pignatti, l.c.). Gli organismi vegetali destinati al ripristino o alla riqualificazione di

un sito non possono che essere autoctoni, vale a dire con patrimonio genetico che si è evoluto nello stesso ambiente nel quale è introdotto (o reintrodotta). L'esperienza insegna che solo un corretto approccio ecologico può assicurare una reale conservazione della biodiversità. (Rossi *et al.*, 2006). Una tipologia di intervento che sta trovando una sempre maggiore applicazione è la reintroduzione di singole specie vegetali localmente scomparse o più o meno gravemente minacciate di estinzione; anche in Italia si contano ormai numerose esperienze in tal senso (Rinaldi, 1996).

4.1 Specie autoctone e specie alloctone (o aliene)

Nel corso dei millenni l'uomo ha diffuso coscientemente o imprudentemente o solo accidentalmente piante originarie di un territorio in un altro; spesso si è trattato di piante alimentari, ma anche medicinali e con valenza ornamentale. L'inizio si è avuto probabilmente a partire dal Neolitico (8-7000 a.C.) con la nascita dell'agricoltura nella "Mezzaluna fertile" (corrispondente in gran parte all'Iraq odierna) e la progressiva migrazione dell'uomo verso il bacino del Mediterraneo, dapprima, e la Penisola Balcanica e l'Europa centrale, successivamente. Fu così, infatti, che la coltivazione dei cereali venne progressivamente diffusa e con essa anche le "infestanti" caratteristiche delle colture cerealicole come il Rosolaccio (*Papaver rhoeas* L.), il Fiordaliso (*Centaurea cyanus* L.) e il Gittaione (*Agrostemma githago* L.), cioè le cosiddette "Archeofite", che oggi fanno parte integrante della nostra flora. La scoperta di nuove terre, poi, in particolare del continente americano, portò tra l'altro, in anni più recenti all'introduzione in Europa di un gran numero di specie vegetali, spesso alimentari, meglio note come "Neofite" (Corbetta, 1998).

Le piante esotiche o alloctone o non native o aliene, termini questi usati per indicare le specie originarie di altri territori, in contrapposizione ai termini autoctone o native con i quali invece si indicano le specie indigene, cioè proprie di un territorio da tempi remoti, sono ancora oggi importate per scopi agricoli, per la selvicoltura o per l'arredo urbano e il giardinaggio. Nella maggior parte dei casi si sono rilevate piante utili, si pensi ai numerosi vegetali che costituiscono la base alimentare di gran parte della popolazione mondiale (Hoyt, 1992), e sono rimaste confinate agli habitat antropizzati o alle coltivazioni; in altri casi, invece, alcune specie esotiche hanno dimostrato una tale adattabilità al di fuori del loro areale originario da superare le barriere presenti (riproduttive, geografiche), e sfuggite al controllo dell'uomo, si sono stabilmente insediate nelle nuove aree geografiche di introduzione e sono diventate una minaccia per la conservazione della biodiversità negli habitat naturali e seminaturali, oltre a produrre danni economici e talvolta anche di carattere sanitario.

4.1.1 Specie aliene invasive

Secondo una recente definizione sono indicate come specie aliene invasive (Richardson *et al.*, 2000) le specie esotiche che manifestano, al di fuori del loro areale distributivo originario, la tendenza a diffondersi in modo incontrollato e che per il loro impatto ambientale sono ritenute ormai un vero e proprio “flagello verde” (Koopowitz, Kaye, 1985). Si tratta di specie con grande capacità riproduttiva ed elevata competitività nei confronti delle specie autoctone per quanto riguarda le risorse (luce, acqua, elementi nutritivi). Nella loro diffusione al di fuori dell’areale di pertinenza, sono state molto favorite anche dalle condizioni climatiche spesso simili ai paesi di provenienza, dall’assenza di parassiti ed erbivori, che nei luoghi d’origine ne limitano le popolazioni, dalla progressiva alterazione degli habitat naturali e seminaturali (Celesti-Grapow, 2005). Nell’ambito dei processi antropici che determinano l’alterazione degli habitat, la frammentazione di un’area naturale, o più in generale di una determinata tipologia ambientale, con la conseguente suddivisione in frammenti più o meno disgiunti e con superficie sempre più ridotta ed isolati (*habitat isolation*), rappresenta una delle principali cause della riduzione di biodiversità (Battisti, 2004). Le scelte colturali possono avere ripercussioni più o meno negative sulla qualità dell’ambiente. E’ il caso della recente espansione in Italia, e non solo, di colture per la produzione di biomassa, le quali potrebbero contribuire alla diffusione di specie aliene potenzialmente invasive e di genotipi non locali (Crosti, Forconi, 2006). Secondo quanto fin qui riportato si potrebbe pensare che le invasioni di piante aliene siano solo da attribuire ad azioni dirette o indirette dell’uomo, in realtà anche eventi naturali quali le inondazioni o gli incendi possono favorire l’ingresso e la riproduzione di organismi alieni (D’Antonio *et al.*, 1999).

4.1.1.1 Problemi connessi alla diffusione di specie aliene invasive

La presenza di specie aliene può essere percepita come un contributo all’aumento della biodiversità su scala locale, tuttavia nel tempo possono risultare compromessi gli equilibri all’interno di un sistema con il conseguente declino e, nei casi più gravi, l’estinzione di alcuni *taxa*. Soltanto in anni recenti la problematica connessa alle invasioni biologiche, così come sempre più spesso vengono chiamate le diffusioni di specie aliene, sono diventate di grande interesse da parte dell’intera comunità scientifica e del mondo politico istituzionale (Scalera, Celesti-Grapow, 2005; Kolaczowska, 2008), che sempre più spesso si interroga su quali misure adottare per contrastare i danni che può arrecare la diffusione incontrollata di simili specie. E’ormai sempre più condivisa l’opinione che le invasioni di specie aliene siano tra i principali fattori dei cambiamenti globali e ritenute come la seconda causa di riduzione della biodiversità

nella biosfera, dopo la perdita degli habitat (Vitousek *et al.*, 1997; Wilcove *et al.*, 1998; Mooney, Hobbs, 2000; Hurka, 2002) e negli anni a venire potrebbe avere una maggiore incidenza nel bioma Mediterraneo e in quello delle foreste temperate (Manes, Capogna, 2005; Gritti *et al.*, 2006). Le specie aliene invasive possono minacciare la persistenza di specie native poiché competono non soltanto per le risorse vitali, ma anche perché possono alterare le funzioni dell'ecosistema, come il ciclo dei nutrienti (Dassonville *et al.*, 2007). E' ben nota l'azione della Robinia (*Robinia pseudoacacia* L.), pianta arborea originaria degli Stati Uniti settentrionali, introdotta in Europa agli inizi del '600 e ormai divenuta diffusissima, che grazie alla simbiosi radicale con batteri azotofissatori, nel tempo arricchisce il suolo di questo elemento creando condizioni di vita sempre più ostili per specie autoctone legate ai suoli poveri di nutrienti; inoltre la progressiva acidificazione del suolo contribuirebbe a ridurre drasticamente il numero di specie in grado di continuare a crescere in condizioni ambientali così mutate: il risultato finale è la costituzione di popolamenti monospecifici di Robinia con una vegetazione del sottobosco ridotta ai minimi termini. L'elevata disponibilità di nitrati nel suolo, l'aumento delle variazioni luminose e termiche, spesso attribuite alle modificazioni ambientali prodotte dall'attività antropica, favorirebbero la germinazione dei semi conservati nelle banche semi del suolo, non soltanto delle entità autoctone, ma anche di quelle alloctone (Baskin, Baskin, 1998). Vari autori hanno dimostrato, inoltre, che molte specie aliene costituiscono banche semi più ampie nei nuovi paesi di introduzione rispetto ai territori di origine e ciò contribuirebbe a rendere alcune di esse invasive (Baskin, Baskin, l.c.; Noble, 1989). Alcune specie come *Ailanthus altissima* (Miller) Swingle, sono per lo più localizzate nel contesto urbano, lungo la rete stradale e negli ambienti fortemente antropizzati, ma non per questo il loro impatto è necessariamente meno grave, si pensi per esempio ai danni che può arrecare lo sviluppo del robusto apparato radicale dell'ailanto quando cresce tra le fessure dei manufatti di valore storico o archeologico (Celesti-Grapow, Blasi, 2005) o ai problemi di carattere sanitario che può provocare *Ambrosia artemisiifolia* L., pianta erbacea della famiglia delle *Asteraceae* con elevato potere allergenico (Casarini, 2002). Altre specie esotiche si sono, invece, stabilite nei coltivi come per esempio *Amaranthus sp. pl.* e *Conyza sp. pl.*, creando problemi di carattere economico connessi alla riduzione della produzione agronomica e l'aumento dei costi per il numero di interventi colturali necessari per assicurarne il controllo della diffusione. Le invasioni biologiche non risparmiano alcun tipo di habitat sia naturale che semi-naturale, ovunque determinando danni più o meno gravi al mantenimento dell'integrità ecologica anche delle aree sottoposte a tutela. E' il caso di molti Parchi e Riserve d'America e Nuova Zelanda, che si vedono costretti ad impiegare buona parte del loro budget annuale per interventi rivolti al contenimento delle invasioni biologiche e, nei casi più gravi al

ripristino, per quanto possibile, delle condizioni ecologiche esistenti prima che gli habitat oggetto di tutela venissero alterati, ma la difficile eradicazione di specie “indesiderate” può rendere vana ogni misura messa in atto.

A titolo di esempio si ricorda l'introduzione nei paesi del Mediterraneo e in California di *Carpobrotus acinaciformis* (L.) L. Bolus e *C. edulis* (L.) N.E. Br. (specie della famiglia delle *Mesembryanthaceae*, originarie del Sudafrica), come pianta ornamentale e per il consolidamento di dune e scarpate, che ha portato localmente alla modificazione del paesaggio e della vegetazione costiera con grave minaccia per le cenosi indigene e gli ambienti costieri in ambito mediterraneo (Celesti-Grapow, l.c.). In alcuni casi le “estrane” non sono percepite come minacce dai più, ma come parte del paesaggio vegetale pur non avendo alcun legame fitosociologico con lo stesso; è il caso dell'agave (*Agave americana* L.) che seppur ad oggi con limitata invadenza e competitività con le specie autoctone, sempre più spesso si rinviene lungo le coste assolate italiane (Corbetta, 1998).

4.1.1.2 Misure per il controllo delle invasioni di piante aliene

La Convenzione sulla biodiversità (*Convention on Biological Diversity*, Rio 1992), ha posto tra i vari obiettivi da perseguire da parte dei Paesi firmatari, tra cui anche l'Italia, l'adozione di sistemi idonei atti a prevenire l'introduzione, il controllo e l'eradicazione di quelle specie esotiche che minacciano la conservazione degli habitat o di altre specie. Il mantenimento dell'integrità degli habitat naturali e semi-naturali è anche l'obiettivo dell'intervento legislativo comunitario messo in essere con la Direttiva 92/43/CEE meglio nota come Direttiva “Habitat”.

In molti casi però non è possibile eradicare le specie esotiche perché gli interventi stessi potrebbero essere ancora più devastanti della loro presenza, oppure perché il suolo lasciato libero dalla vegetazione prontamente sarebbe riconquistato dalle piante, comprese le aliene, che potrebbero conservarsi a lungo come semi nelle banche del suolo e dare vita a nuove esplosioni demografiche in tempi più o meno rapidi (D'Antonio, Meyerson, 2002). Un primo passo nella gestione delle risorse ambientali, in riferimento alle problematiche connesse con le invasioni biologiche, consiste in una adeguata conoscenza dello stato dell'arte delle specie alloctone in un determinato territorio. In tal senso assume grande importanza la redazione di inventari nazionali della flora esotica, in quanto strumenti scientifici indispensabili per comprendere la dinamica delle specie vegetali alloctone, soprattutto se potenzialmente “invasive” (Camarda *et al.*, 2005). Maggiori controlli volti ad evitare l'ingresso di semi di specie “indesiderate” con le importazioni di sementi, l'incentivazione all'impiego di specie autoctone negli interventi di ripristino e

riqualificazione ambientale, di arredo a verde urbano e di giardinaggio, possono rivelarsi molto utili, se non risolutivi del problema.

4.1.2 Specie aliene in Italia

In base alla recente *Checklist* della flora vascolare italiana (Conti *et al.*, 2005), sono presenti nel nostro paese ben 7634 entità, di cui 6711 specie, appartenenti a 1267 generi e 196 famiglie. Nella stima sono considerate non soltanto le entità autoctone, ma anche quelle esotiche naturalizzate, ovvero entità che seppur originarie di altri paesi sono ormai entrate a far parte stabilmente della flora italiana. Questa grande diversità, che rende la nostra flora la più ricca in ambito europeo (Pignatti, 1994), è da attribuire a diversi fattori quali la posizione geografica dell'Italia al centro del bacino del Mediterraneo, la sua orografia con vette che raggiungono eccezionalmente anche gli oltre 4000 metri di quota, il suo sviluppo in direzione nord-sud, la sua storia geologica e climatica e, non da ultimo, il millenario influsso esercitato dall'uomo che ha "plasmato" questo territorio (Conti *et al.*, 2006). Per quanto riguarda le entità esotiche naturalizzate in Italia, la stima è di 751 specie, pari all'11,2% dell'intera flora (Abbate *et al.*, 2005) e in massima parte si tratta di piante annuali di origine americana (Gentile, 1991). Il valore è relativamente ridotto se confrontato con il numero di entità esotiche censite in altri paesi europei (Celesti-Grapow, 2005), tuttavia è ormai presente da alcuni anni in Italia, un nutrito contingente di specie ritenute invasive a livello globale tra cui *Ailanthus altissima* (Miller) Swingle, *Amaranthus* L. *sp. pl.*, *Buddleja davidii* Franchet, *Carpobrotus* N.E. Br. *sp. pl.*, *Conyza* Less. *sp. pl.*, *Opuntia* Miller *sp. pl.*, *Oxalis* L. *sp. pl.* (Camarda *et al.*, 2005) e altre a rapida espansione come *Senecio inaequidens* DC., una asteracea di origine sudafricana segnalata in Italia a partire dalla seconda metà del secolo scorso (Pignatti, 1982) e ormai presente in quasi tutto il territorio nazionale (Conti *et al.*, l.c.); pertanto anche da noi le specie aliene invasive costituiscono una minaccia crescente alla conservazione della biodiversità (Celesti-Grapow, l.c.). Secondo Pignatti (1995) l'incidenza di specie esotiche può costituire un indice utile per la valutazione del grado di dequalificazione della flora e dell'ambiente nel quale essa si sviluppa.

I botanici italiani vantano una lunga tradizione nello studio della flora esotica, che ha visto la pubblicazione delle prime sintesi della moltitudine di dati ed informazioni raccolte a partire dai primi anni del secolo scorso (Saccardo, 1909; Béguinot, Mazza, 1916); interesse che è continuato in anni successivi e che ha portato alla compilazione di una prima checklist della flora esotica italiana (Viegi *et al.*, 1974) oltre a numerosi studi a carattere regionale. Attualmente la flora esotica italiana è oggetto di studio da parte di un gruppo di lavoro costituitosi nel 2004 (Viegi *et al.*, 2005).

4.2 Specie autoctone e valorizzazione estetico-paesaggistica in ambito urbano

L'impiego di piante erbacee autoctone nell'ambito della gestione degli spazi a verde ornamentale sia pubblico che privato, non è ancora adeguatamente sviluppato in Italia, a differenza di altri Paesi europei e non solo, dove è ormai ampiamente consolidato l'uso di piante spontanee (*wildflowers*) in interventi di ristorazione, verde pubblico e privato. Migliore è la situazione per quanto riguarda l'impiego di specie arboree e arbustive autoctone, seppur anche qui la disponibilità di materiale di identità genetica e provenienza certa risulta ancora limitata. La crescente sensibilità nei confronti della salvaguardia e della valorizzazione dell'ambiente fa, comunque, ben sperare nel possibile ampliamento del mercato di specie spontanee, comprese le autoctone.

L'impiego di piante erbacee autoctone presenta indubbi vantaggi che possono essere così sintetizzati:

- l'effetto estetico-funzionale è raggiunto in tempi più rapidi e maggiore è la capacità protettiva del suolo rispetto all'impiego di piante arboree ed arbustive;
- elevata è l'adattabilità all'ambiente biologico, podologico e climatico in quanti sono evolute con lo stesso;
- richiedono bassa manutenzione, che si traduce oltre che ad una minore incidenza sul capitolato delle spese relative alla gestione del verde pubblico, un minore impatto sull'ambiente;
- contribuiscono alla conservazione della biodiversità vegetale e indirettamente anche quella animale in quanto non turbano gli equilibri biologici e possono fornire ospitalità oltre che nutrimento alla fauna selvatica.

La maggior parte delle specie autoctone, seppur ben studiate dal punto di vista botanico (morfologia, identificazione tassonomica, corologia, ecc.) sono spesso quasi del tutto sconosciute dal punto di vista agronomico, se si escludono le cosiddette "infestanti", e scarse sono le esperienze circa la loro coltivazione. Non del tutto note sono spesso, inoltre, l'ecologia della germinazione e la fenologia.

Questa mancanza di informazioni, unitamente ad una coscienza ambientale ancora non del tutto matura nel nostro Paese, sono in parte responsabili dell'assenza di un settore floro-vivaistico e conseguentemente di un mercato di piante autoctone affiancato da ditte sementiere specializzate a livello nazionale.

5 INERBIMENTI E TAPPETI ERBOSI

La copertura delle superfici per mezzo di inerbimenti (coperture prevalentemente erbose di tipo estensivo) e tappeti erbosi (coperture erbose di tipo intensivo) sta assumendo un'importanza sempre maggiore in ambito agricolo, ambientale e ricreativo-sportivo. In particolare la domanda di inerbimenti e tappeti erbosi con finalità estetico-paesaggistiche, ricreative e sportive appare strettamente correlata alla crescente richiesta sociale di verde facilmente accessibile ed utilizzabile, alla vivibilità del territorio, soprattutto in ambito urbano, e più in generale al miglioramento della qualità della vita (Piano, 2005). La creazione di coperture verdi e la loro gestione rappresentano sempre più i nuovi obiettivi delle politiche agricole nell'ambito di un'agricoltura dei servizi, vale a dire che alla produzione primaria di derrate alimentari e materie prime per l'industria, offre produzioni di beni alternativi a vantaggio della qualità dell'ambiente e del territorio (Borin, 2002), sostenute anche dall'emergenza di nuova consapevolezza politica e sensibilità sociale in materia di qualità dell'ambiente, sicurezza delle produzioni e vivibilità del territorio. E' in quest'ottica che l'agricoltura è sempre più orientata verso modelli produttivi sostenibili, alla promozione della multifunzionalità e alla diversificazione delle produzioni. Ecco che allora la conservazione delle risorse ambientali e territoriali di cui l'agricoltura ha fatto spesso largo uso, anche con rilevante impatto ambientale, talvolta, si pone come uno degli obiettivi primari della moderna agricoltura (Piano, l.c.).

5.1 Conservazione ambientale e tutela del territorio

Nell'ambito delle azioni approntate per la conservazione ambientale e la difesa del territorio, sta diventando sempre più diffusa ed urgente l'esigenza di interventi di rinaturalizzazione e ripristino ambientale in particolare a carico di aree "manomesse", superfici cioè che sono state private della copertura vegetale originaria e del suolo, a seguito di azioni di origine antropica ma anche, talvolta, legate ad eventi naturali. Aree di questo tipo sono molto diffuse, purtroppo, nel nostro Paese e rappresentano un elemento di rilevante degrado territoriale e paesaggistico. In un simile scenario, l'inerbimento rappresenta in genere il primo intervento di carattere agronomico da cui partire per il recupero dell'area manomessa (Schiechl, 1991) e dalla cui riuscita molto dipende il successo degli interventi di recupero ambientale attuati successivamente (Cavallero *et al.*, 2005).

Il quadro delle applicazioni degli inerbimenti e dei tappeti erbosi nell'ambito degli interventi di tutela ambientale risulta quanto mai ampio e diversificato e riguarda, sinteticamente, i seguenti ambiti (Piano, 2005):

- prevenzione rischi ambientali (dissesto idrogeologico, incendi, frane);

- ripristino di aree manomesse (cave, discariche, piste da sci, reti stradali e ferroviarie, reti di trasporto energetico, canali, ecc.);
- gestione di aree ad elevata naturalità (Direttiva 92/43 CEE “Habitat”);
- conservazione della biodiversità e la costituzione di reti ecologiche (Rete Natura 2000);
- bonifica e ripristino di siti inquinati (D. Lgs n. 22 del 5/02/1997; DM n. 471 del 25/10/1999).

5.2 Vivibilità delle aree urbane e periurbane

Anche in Italia si sta diffondendo l’impiego di tappeti erbosi e più in generale del verde nelle aree urbane e periurbane, seppur siamo ancora lontani da quanto si verifica in altri Paesi in cui da tempo si parla di Cultura del verde (Inghilterra, Francia, Germania, Olanda, Paesi Scandinavi, Stati Uniti). Questo nuovo “bisogno di verde” appare un’esigenza avvertita dall’uomo delle società moderne, che riscopre con piacere la vita all’aria aperta, lo svolgimento di attività sportive e ricreative, anche in virtù di una maggiore disponibilità di tempo libero. In quest’ottica i tappeti erbosi possono contribuire in maniera rilevante alla promozione della qualità della vita dei singoli e dell’intera collettività (Piano, 2005). Il “prato” in contesto urbano è molto più che un semplice elemento d’arredo e i molteplici benefici che apporta contribuiscono a meglio definire la sua importante funzione ecologica. Un tappeto erboso fornisce un significativo contributo al benessere sociale (Hull, 1990; Roberts 1990; Beard *et* Green, 1994; Noè, 2002) attraverso:

- la prevenzione dell’erosione del suolo;
- il miglioramento estetico del territorio;
- l’incremento del valore commerciale delle aree;
- la costituzione di una superficie idonea alla pratica di molte attività sportive e ricreative;
- il condizionamento rispetto all’ambiente circostante per mezzo della traspirazione;
- il miglioramento della qualità dell’aria;
- la riduzione del riverbero del sole, del rumore e della polvere
- la salvaguardia del benessere psichico dei fruitori per la sua ben nota azione rilassante e antistress.

A fronte dei numerosi vantaggi offerti dagli inerbimenti e dai tappeti erbosi, è utile ricordare alcuni aspetti negativi che simili installazioni possono produrre, come per esempio l’aumento della richiesta d’acqua per l’irrigazione, che specialmente in aree caratterizzate da clima

siccitoso può rappresentare un limite, ed ancora l'impatto sull'ambiente che l'uso di prodotti chimici per il diserbo, la difesa e la fertilizzazione può arrecare alla qualità delle acque superficiali e sotterranee, oltre agli aspetti legati alla banalizzazione della flora locale (Reyneri *et al.*, 2005).

5.3 Classificazione funzionale degli inerbimenti

In letteratura non esiste un modo univoco per classificare gli inerbimenti, considerando le molte variabili che si hanno a disposizione, dalle diverse modalità di costituzione alle diverse tecniche colturali, dall'elevato numero di specie e varietà utilizzabili alle diverse finalità per cui una copertura a verde viene realizzata. Secondo la destinazione è possibile classificare gli inerbimenti in 4 principali tipologie (Cereti, 2002):

- inerbimenti tecnici;
- tappeti erbosi ornamentali;
- tappeti erbosi ricreazionali e di utilità;
- tappeti erbosi sportivi.

5.3.1 Inerbimenti tecnici

Hanno molteplici funzioni tecniche, complementari a quelle principali dell'area in cui sono installati:

- impedire il sollevamento della polvere come ad esempio presso le piste degli aeroporti e lungo le strade;
- stabilizzare scarpate, piste da sci, dighe in terra, ecc.;
- contrastare l'erosione del suolo come ad esempio lungo le pendici delle cave;
- consentire visuali panoramiche di grande effetto o di sicurezza, altrimenti ostacolate dall'impiego di alberi o siepi, come presso le aree archeologiche;
- rivestimento di barriere antirumore lungo strade e ferrovie;
- rendere più facilmente percorribili impianti di fruttiferi.

A questa tipologia di copertura erbosa si richiedono facilità di impianto e soprattutto economicità di gestione, obiettivi questi che possono essere conseguiti solo se l'inerbimento è autonomo da gran parte degli interventi agronomici (tagli frequenti e fertilizzazioni) che sono possibili o necessari per altre tipologie di copertura erbosa. Nella realizzazione di simili inerbimenti assume fondamentale importanza la scelta delle specie che devono essere prima di tutto adatte alle

specifiche condizioni pedoclimatiche dell'area interessata all'intervento. Utili indicazioni in tal senso possono essere ricercate nello studio della flora spontanea locale.

5.3.2 Tappeti erbosi ornamentali

La loro finalità è prevalentemente di carattere estetico sia nel caso di spazi verdi ornamentali domestici, cioè quelli attorno alle abitazioni e destinati all'uso familiare, sia per gli impianti "da scenario" realizzati per valorizzare zone di particolare pregio storico e artistico (vestigie storiche, complessi architettonici, monumenti, ecc.). In entrambi i casi, il livello tecnico ed economico dell'impianto e della gestione è medio-alto, poiché per questa tipologia di copertura erbosa sono di fondamentale importanza la costanza del colore e la sua armonizzazione con l'ambiente circostante, la sanità e l'uniformità del coticio erboso, l'assenza di infestanti e la nettezza dei bordi. Possono essere qui annoverati anche i "prati fioriti", vale a dire tappeti erbosi caratterizzati da abbondanti e colorate fioriture che possono protrarsi per molti mesi l'anno; per la cui realizzazione sempre più spesso si ricorre all'impiego di piante spontanee o *wildflowers*. Il termine anglosassone *wildflowers* viene ormai comunemente utilizzato per indicare le specie erbacee annuali, bienni o perenni, con fiori evidenti o molto evidenti, che possono assumere valenza estetico-paesaggistica e naturalistica. Nella sua accezione più ampia, il termine si riferisce a tutte le specie non coltivate dall'uomo, pertanto non solo quelle autoctone, ma anche quelle alloctone. I *wildflowers* possono essere vantaggiosamente impiegati nella progettazione di spazi verdi per la ricreazione, la socializzazione e la didattica ambientale. I luoghi più adatti per il loro impiego sono pertanto l'ambiente urbano, quello periurbano e le aree marginali (Bravi, 2004; Marsili, 2005; Domizi *et al.*, 2006): giardini pubblici e privati, zone al limite dei parchi pubblici, aree condominiali a bassa manutenzione, complessi didattici, aiuole spartitraffico, ecc.. A differenza delle specie generalmente impiegate per scopi ornamentali, i *wildflowers* dimostrano grande adattabilità a suoli con bassa fertilità e mal strutturati, come spesso sono quelli in contesto urbano, periurbano e in aree marginali e forniscono un elevato valore ornamentale anche in condizioni di bassa manutenzione (Bretzel *et al.*, 2006); contribuiscono a ristabilire la continuità paesaggistica (Serra, 2000), quando la scelta delle specie tiene conto della flora autoctona locale. La scelta delle specie è ancora una volta un aspetto di fondamentale importanza ed è sicuramente utile ricordare di:

- orientare la scelta su specie autoctone per garantire un intervento ecologico;
- evitare, per quanto possibile, l'introduzione di specie alloctone, in particolare quelle di comprovata o presunta invasività, anche se ci troviamo ad operare in contesti più o meno fortemente antropizzati;

- evitare vivamente l'impiego di specie alloctone nel caso di ripristini di zone rurali o in aree ad elevata naturalità o nel caso di interventi lungo i cosiddetti "corridoi verdi" (Marsili, l.c.).

5.3.3 Tappeti erbosi ricreazionali e di utilità

Si tratta di coperture erbose destinate a sopportare, ai fini dell'impiego del tempo libero o di attività ricreazionali, una limitata presenza di utilizzatori, presenza che risulta per lo più regolata per numero ed intensità. E' pertanto previsto un certo grado di calpestamento del cotico erboso per il passaggio di persone o mezzi. Possono essere temporaneamente sottoposti ad intensificazione d'uso come per esempio in occasione di manifestazioni tradizionali (feste nazionali, religiose o di altra natura) o impiegati per eventi straordinari (grandi raduni, concerti all'aperto, ecc.). Rientrano in questa tipologia le aree inerbite delle scuole, quelle aperte al pubblico dei parchi urbani, i *campus* universitari, le aree picnic e da gioco nei parchi extraurbani, le aree cimiteriali, i parcheggi inerbiti, i camminamenti dei sentieri attrezzati e dei percorsi archeologici. La gestione di queste aree è determinata dalla disponibilità di fondi previsti nei capitolati del verde pubblico ricreativo che le amministrazioni, non senza difficoltà e spesso in quantità insufficiente, destinano allo scopo. Di ciò sarà bene tenere conto in fase progettuale, con un'attenta scelta per quanto riguarda le specie e le varietà da impiegare: così si eviterà la realizzazione di un tappeto erboso esigente in acqua, nutrienti e tagli frequenti, esigenze a cui non tutte le amministrazioni pubbliche potrebbero economicamente far fronte.

5.3.4 Tappeti erbosi sportivi

E' questa la tipologia di tappeto erboso che presenta, indubbiamente, la maggiore intensificazione sia a livello di impianto che di gestione, in quanto è destinato a sopportare usure elevate anche in condizioni climatiche avverse e al tempo stesso a fornire una risposta estetica, quest'ultima imposta dalla divulgazione televisiva degli eventi sportivi di maggiore rilevanza. In questo contesto il fattore limitante è rappresentato quanto mai dalla scelta delle specie e delle varietà da seminare, piuttosto che dal numero di interventi di manutenzione che sono necessariamente numerosi e frequenti se si vogliono garantire alto valore estetico. Alle specie e varietà da impiegare si richiede tolleranza allo stress da calpestamento, ma soprattutto una veloce ripresa con l'emissione di nuovi germogli capaci di ristabilire un'adeguata densità, caratteristica quest'ultima, indispensabile per quanto riguarda la tolleranza al calpestamento.

6 OBIETTIVI DELLA RICERCA

L'impiego di specie erbacee autoctone per le coperture a verde tecnico ed ornamentale rappresenta un intervento nel rispetto della sostenibilità ambientale e può contribuire alla valorizzazione estetico-paesaggistica di aree urbane, periurbane e marginali. Questa tecnica, ancor prima questa scelta, assume un valore ecologico considerevole in quanto può contribuire alla conservazione di specie divenute sempre più rare a causa delle moderne pratiche agronomiche e a contrastare l'invasività delle specie aliene. E' in quest'ottica che si è svolta la seguente ricerca i cui obiettivi sono di seguito riportati:

- individuazione di specie erbacee autoctone con valenza ornamentale;
- valutazione delle loro potenzialità agronomiche attraverso la coltivazione;
- valutazione della loro ecologia germinativa attraverso prove eseguite in differenti condizioni termiche e luminose;
- valutazione dell'azione dei principali pretrattamenti sulla capacità germinativa dei semi;
- valutazione fenologia con particolare riferimento alla fioritura;
- valutazione della produzione di seme.

7 MATERIALI E METODI

7.1 La scelta delle entità in studio

Lo studio ha riguardato 14 specie erbacee (Tab. 7.1) rilevate nel Lazio e in particolare nel Viterbese, appartenenti alle seguenti famiglie botaniche: *Ranunculaceae* (1 specie), *Caryophyllaceae* (1), *Rosaceae* (1), *Labiatae* (2), *Dipsacaceae* (2) e *Compositae* (7). Dal punto di vista ecologico sono entità legate agli ambienti tendenzialmente aridi (prati, pascoli, incolti, margini stradali erbosi, ecc.), mentre per quanto riguarda il loro areale di distribuzione (corotipo) ben 5 sono elementi Mediterranei (di cui 4 Stenomediterranei e 1 Eurimediterraneo), mentre 6 sono Europei, 2 presentano una distribuzione più ampia (in quest'ultima categoria è compreso *Marrubium vulgare* L., seppur originariamente elemento Eurimediterraneo, ora divenuto Subcosmopolita) e 1 è endemico. Sono per lo più entità comuni o molto comuni nel Lazio, ad eccezione di *Lomelosia argentea* (L.) Greuter & Burdet e *Crepis bursifolia* L. ritenute specie rare nella nostra regione e di interesse biogeografico e conservazionistico (Anzalone, 1996). La maggior parte di esse (8) presentano ciclo vitale tendenzialmente perenne, 4 sono tendenzialmente biennali e 2 annuali.

I criteri seguiti nella loro scelta sono stati i seguenti:

- specie autoctone, per la loro adattabilità a specifiche condizioni pedoclimatiche; ciò comporta indubbi vantaggi sia dal punto di vista agronomico sia ambientale;
- specie con fioriture ad elevata valenza ornamentale (ad eccezione di *Marrubium vulgare*, in cui si è tenuto conto principalmente del valore decorativo del fogliame);
- *habitus*, consistenza e morfologia delle parti epigee diversificati, anche in previsione dell'impiego di alcune di esse per la realizzazione di inerbimenti destinati ad essere fruiti da parte della popolazione;
- tolleranza allo stress idrico, in quanto si ipotizza anche un loro impiego nell'ambito di interventi di recupero o riqualificazione di aree marginali, nelle quali normalmente non sono previsti impianti di irrigazione ed in cui il terreno è in genere povero di sostanza organica, mal strutturato e, conseguentemente, poco adatto ad immobilizzare l'acqua a lungo;
- piante che si propagano per via gamica, con produzione di seme abbondante e generalmente vitale, così da assicurare nel tempo l'autosufficienza dell'inerbimento;
- gestione limitata (uno o al più due tagli l'anno; assenza di fertilizzazioni perfino all'impianto, né trattamenti fitosanitari);
- facile controllo con le pratiche colturali ordinarie, per tanto queste specie non interferiscono eccessivamente con le colture in atto.

Tabella 7.1 – Elenco delle entità in studio.

Entità	Famiglia	Forma biologica	Tipo corologico	Habitat	Ciclo vitale
<i>Nigella damascena</i>	<i>Ranunculaceae</i>	T scap	Euri-Medit.	Campi, incolti	Annuale
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	H bienn/H scap	Paleotemp.	Ruderi, incolti	Biennale/perenne
<i>Sanguisorba minor</i> ssp. <i>balearica</i>	<i>Rosaceae</i>	H scap	Subcosmop.	Prati aridi, incolti	Perenne
<i>Marrubium vulgare</i>	<i>Labiatae</i>	H scap	Euri-Medit. divenuto Subcosmop.	Incolti, pascoli	Perenne
<i>Prunella laciniata</i>	<i>Labiatae</i>	H scap	Euri-Medit.	Prati aridi	Perenne
<i>Lomelosia argentea</i>	<i>Dipsacaceae</i>	H bienn (H scap)	S-Europ. – S-Siber.	Sabbie, ruderi, greti	Biennale (perenne)
<i>Sixalis atropurpurea</i> ssp. <i>grandiflora</i>	<i>Dipsacaceae</i>	H bienn (T scap/ Hscap)	Steno. – Medit-	Incolti aridi, spiagge	Biennale (annuale/perenne)
<i>Anacyclus radiatus</i>	<i>Compositae</i>	T scap	Steno.-Medit.	Pascoli aridi, incolti	Annuale
<i>Cota tinctoria</i> s.s.	<i>Compositae</i>	H bienn/Ch suffr	Centro-Europ.- Pont.	Pendii e prati aridi	Biennale
<i>Crepis bursifolia</i>	<i>Compositae</i>	H scap	Endem.	Incolti, prati aridi	Perenne
<i>Hypochoeris radiata</i>	<i>Compositae</i>	H ros	Europ. – Caucas.	Prati aridi, incolti	Perenne
<i>Picris hieracioides</i> s.s.	<i>Compositae</i>	H scap/H bienn	Eurosib.	Incolti, lungo le vie	Perenne/biennale
<i>Reichardia picroides</i>	<i>Compositae</i>	H scap	Steno.- Medit.	Incolti aridi, rupi	Perenne
<i>Tragopogon pratensis</i>	<i>Compositae</i>	H scap	Eurosib.	Prati, incolti	Perenne

Di seguito si riportano per ogni entità botanica esaminata brevi considerazioni di carattere morfologico, ecologico, corologico e la frequenza nel Lazio.

7.1.1 *Nigella damascena* L.¹ (Damigella scapigliata, Fanciullacce)

Descrizione²: pianta erbacea annuale alta 15-45 cm (Fig. 7.1). Fusto eretto o ginocchiato alla base, striato-angoloso, glabro. Foglie basali a contorno lineare-spatolato, completamente divise in lacinie di 0.7-1.0 x 3-8 mm, acute; foglie cauline con lacinie capillari di dimensioni minori (0.2-0.4 x 1,5 mm); le foglie inserite immediatamente sotto il fiore sono di tipo bratteiforme ridotte a lacinie lineari dapprima patenti, dopo l'antesi erette ed avvolgenti il frutto.

Fiore attinomorfo; corolla formata da 5 petali azzurri; nettari scuri; stami numerosi. Il frutto è costituito da 5 follicoli concresciuti in una capsula ovoidale contenente numerosi semi neri, rugosi. Fiorisce da maggio a luglio.

Habitat: campi, incolti aridi da 0 a 800 m.

Distribuzione in Italia³: è presente in tutte le regioni ad eccezione del Trentino Alto Adige, dove in passato è stata indicata più volte, ma per errore.

Note: specie molto comune nel Lazio⁴. I semi sono debolmente profumati.



Fig. 7.1 – *Nigella damascena*: particolari del fiore e del frutto (Foto di M. Scarici).

¹ Per la nomenclatura botanica si è fatto riferimento a Conti *et al.* (2005) e successive integrazioni (Conti *et al.*, 2006).

² Le informazioni di carattere morfologico ed ecologico, se non diversamente indicato, sono tratte da Pignatti (1982).

³ La distribuzione in Italia è quella riportata da Conti *et al.*, 2005.

⁴ La frequenza nel Lazio è quella riportata da Anzalone (1996).

7.1.2 *Silene latifolia* Poir. subsp. *alba* (Mill.) Greuter & Burdet (*Silene* bianca)

Descrizione: pianta erbacea biennale, più raramente perenne, dioica, alta 3-7 dm (Fig. 7.2). Fusto ascendente, villosa, molto ramificata. Foglie ellittico-lanceolate, opposte, villose. Fiore con calice piriforme, gamosepalo; corolla bianca a 5 petali profondamente bilobi.

Il frutto è una capsula piriforme, alla deiscenza con denti eretti. Fiorisce da maggio a settembre.

Habitat: ruderi ed incolti da 0 a 1300 m, raramente fino a 1900 m.

Distribuzione in Italia: è diffusa in tutte le regioni settentrionali, in quelle centrali (seppur permangono dubbi sulla sua presenza in Umbria); al Sud è indicata in Puglia.

Note: entità comunissima nel Lazio. Ogni pianta produce mediamente 6000 semi subsferici di colore marrone chiaro (Hanf, 1990).



Fig. 7.2 – *Silene latifolia* ssp. *alba* in antesi (foto di E. Scarici).

7.1.3 *Sanguisorba minor* Scop. subsp. *balearica* (Bourg. ex Nyman) Muñoz Garm. & C. Navarro (*Selvastrella minore*, *Bibinella*)

Descrizione: pianta erbacea perenne alta 2-5 dm (Fig. 7.3). Rizoma legnoso; fusto eretto ramificato in alto, striato. Foglie imparipennate lunghe fino a 12 cm, con 13-17 segmenti glauchi di sotto: quelli maggiori sono di 7-8 x 9-11 mm, con margine provvisto di 4-6 denti su ciascun lato. I fiori, in parte ermafroditi e in parte femminili (questi ultimi sono presenti nella parte superiore dell'infiorescenza) sono raccolti in spighe caputiformi ovali (8-12 x 9-16 mm). Fiori privi di corolla, con calice di 4 sepali ovati lunghi 1,5 mm; stamma piumoso, roseo o purpureo

molto evidente; stami numerosi (15-30) sporgenti dal calice, pendenti durante l'antesi. La fioritura è estiva (luglio-agosto).

Habitat: prati aridi, garighe, incolti (su calcaree) dal livello del mare a 1300 m, eccezionalmente fino a 2000 m.

Distribuzione in Italia: è indicata in tutto il territorio peninsulare e le isole; la sua presenza in Valle d'Aosta è dubbia.

Note: è molto comune nel Lazio.



Fig. 7.3 - *Sanguisorba minor* ssp. *balearica*: particolari dell'infiorescenza e degli acheni (Foto di E. Scarici).

7.1.4 *Marrubium vulgare* L. (Marrubio comune)

Descrizione: pianta erbacea perenne, grigia o bianco-lanosa, profumata, alta 20-40 cm. Fusti eretti, semplici o poco ramificati (rami eretti). Foglie con picciuolo di 1-2 cm progressivamente allargato in una lamina a contorno ovale, arrotondata o reniforme; margine irregolarmente crenato; nervi evidenti nella pagina inferiore. Fiori in numero di 20-30 in verticillastri formanti glomeruli subsferici all'ascella di foglie normali. Calice gamosepalo con 10 denti subspinosi di 2 mm; corolla bianco-lattea di 6-7 mm. Fiorisce da maggio ad agosto.

Habitat: incolti, ruderi, pascoli aridi da 0 a 1200 m.

Distribuzione in Italia: è presente in tutte le regioni.

Note: è specie nitrofila, comune nel Lazio. Può essere confuso con *Marrubium incanum* Desr., da cui si distingue principalmente per il calice a 10 denti anziché 5, per il colore della pianta tendenzialmente grigiastro piuttosto che bianco candido e per il profumo più intenso. E' ritenuta entità a "Minor Rischio" (LR) in Friuli Venezia Giulia (Conti *et al.*, 1997).

7.1.5 *Prunella laciniata* (L.) L. (*Prunella* gialla)

Descrizione: pianta erbacea perenne alta 15-25 cm, densamente villosa per peli eretti (Fig. 7.4). Fusti ascendenti, semplici. Foglie basali con picciuolo di 1.5-2 cm e lamina lanceolata (1 x 2-3.5 cm), intera; foglie cauline progressivamente da incise a pennatopartite: quelle immediatamente al di sotto dell'infiorescenza presentano lamina ridotta a lacinie lineari (3 x 30-50 mm), dentate sul margine. Infiorescenza cilindrica (2 x 4 cm), densa; brattee reniformi (2 x 1 cm) con mucrone di 5-6 mm. Fiore zigomorfo: calice di 10 mm con denti inferiori lineari-lanceolati; corolla da giallo-pallida a biancastra, con tubo di 10 mm; labbro superiore di 7 mm ed inferiore di 5 mm. Semi lunghi circa 2 mm, ovali, appuntiti, di colore marrone, lucidi. Fiorisce da aprile ad agosto.

Habitat: prati e pascoli aridi e soleggiati, dal livello del mare fino a 1600 m.

Distribuzione in Italia: è presente in tutto il territorio.

Note: è specie comune nel Lazio.



Fig. 7.4 – *Prunella laciniata* in antesi (Foto di E. Scarici).

7.1.6 *Lomelosia argentea* (L.) Greuter & Burdet (Vedovella delle spiagge)

Descrizione: pianta erbacea biennale (o perenne) di 20-50 cm (Fig. 7.5). Fusti ascendenti, ramosissimi, lignificati alla base. Foglie basali spatolate od incise, precocemente scomparse, le successive pennatosette con 6-10 segmenti laterali per lo più interi ad apice cuneato o obovato; foglie cauline opposte divise in lacinie larghe fino a 2 mm. Fiori zigomorfi in numerosissimi capolini di circa 2 cm di diametro. Corolla gamopetala, violacea o biancastra di 6-9 mm. Il frutto è un achenio di 2.5-3 mm con involucretto di 4 mm di diametro e reste persistenti di aspetto setoloso lunghe 2.5-3 mm. Fioritura tardo-estiva (luglio-settembre).

Habitat: soprattutto sabbie marittime, più raramente si rinviene lontano dalla costa sui greti dei fiumi, ruderi, pendii sassosi o incolti aridi.

Distribuzione in Italia: è presente in Lombardia, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna, regioni centrali, Puglia, Basilicata, Calabria e Sicilia; non è stata più ritrovata in anni recenti in Campania.

Note: entità rara nel Lazio (Scoppola, 1995) in particolare nel Viterbese è nota presso la Valle del Tevere e Civita di Bagnoregio (Menghini, 1971; Pignatti *et al.*, 1992); di recente è stata segnalata presso Viterbo, al Bulicame, e lungo il litorale di Tarquinia in prossimità della Riserva Naturale di Popolamento Animale “Salina di Tarquinia” (Scarici, Rossini, 2007). Il genere *Lomelosia* Rafin comprende circa 50 specie (Verlèque, 1986b; Mayer & Ehrendorfer, 1999) distribuite dalla regione mediterranea al Medio Oriente; è poco indagato dai botanici (Avino, 2003-2006).



Fig. 7.5 – *Lomelosia argentea*: particolari del capolino in antesi e degli acheni maturi (Foto di E. Scarici).

7.1.7 *Sixalis atropurpurea* (L.) Greuter & Burdet subsp. *grandiflora* (Scop.) Soldano & F. Conti (Vedovina marittima)

Descrizione: pianta erbacea generalmente biennale, ma talvolta annua o perenne, alta 3-6 dm (fino a 12)(Fig. 7.6). Fusti eretti ramoso-corimbosi in alto. Foglie basali oblanceolato-spatolate (1-3 x 5-10 cm), margine dentato-crenato; foglie cauline pennatosette ridotte in lacinie lineari (circa 2 x 10-13 mm) oppure con il segmento apicale lanceolato e maggiore dei laterali. Capolini (diametro 2-4 cm) portati da peduncoli allungati (1-2 dm); squame lineari lunghe anche più di 1 cm; corolla di 8-11 mm violaceo-nerastra, porporina, azzurra, lillacina e talvolta quasi bianca. Il frutto è circondato dall'involucreto: un organo per la disseminazione a distanza, a sua volta costituito dal tubo (parte basale) che aderisce al frutto e dalla corona (parte apicale) spugnosa e ben evidente e al cui interno è presente il vero calice ridotto a reste dall'aspetto setoloso. Fiorisce da aprile a novembre.

Habitat: incolti aridi, spiagge, ruderi, lungo le vie da 0 a 1300 m, eccezionalmente fino a 2400 m.

Distribuzione in Italia: è presente nelle regioni peninsulari dall'Emilia Romagna alla Calabria e nelle Isole maggiori.

Note: dalla coltura di *S. atropurpurea* subsp. *grandiflora* si è originata la pianta ornamentale, *S. atropurpurea* (L.) Greuter & Burdet subsp. *atropurpurea*, con le corolle purpureo-scuri o violaceo-nerastre, talvolta presente come avventizia in nell'area della specie, ma generalmente come pianta sinantropica. Nel Lazio *S. atropurpurea* subsp. *grandiflora* è entità molto comune.



Fig. 7.6 – *Sixalis atropurpurea* ssp. *grandiflora*: particolare dell'infiorescenza (Foto di E. Scarici).

7.1.8 *Anacyclus radiatus* Loisel (Camomilla raggiata)

Descrizione: pianta erbacea annuale con fusti ascendenti, ramosi, scanalati, alti 2-6 dm (Fig. 7.7). Le foglie basali sono 2pennatosette con lacinie larghe 1-3 mm; foglie caulinari pennate. Fiori in capolini con diametro di 1,5-4 cm ed involucro di squame subglabre, all'apice allargate in un'appendice membranosa, spesso sfrangiata. Fiori periferici ligulati gialli con ligula di 3-7 x 9-13 mm; fiori centrali tubulosi anch'essi gialli; pagliette rombico-acuminate. Fiorisce da maggio ad agosto. Acheni compressi-bilabiati (2,5 mm) con ali appuntite subspinose.

Habitat: pascoli aridi, incolti, anche in ambienti fortemente antropizzati (0-600 m).

Distribuzione in Italia: è presente in Liguria, Emilia Romagna, Toscana, Lazio, Abruzzo, Campania e Sicilia.

Note: gli acheni presentano spesso una sola ala completamente sviluppata; talvolta i fiori ligulati mancano del tutto. La specie è molto comune nel Lazio.



Fig. 7.7 – *Anacyclus radiatus* in antesi (Foto di E. Scarici).

7.1.9 *Cota tinctoria* (L.) J. Gay subsp. *tinctoria* (Camomilla per tintori)

Descrizione: pianta biennae o perennante, alta 3-5 dm, densamente cenerino-tomentosa (Fig. 7.8). Rizoma legnoso, spesso più o meno suffruticoso, con lunghi rami semplici, solcati. Foglie glabre sulla pagina superiore, con folti peli grigi su quella inferiore, regolarmente pennatosette; segmenti lanceolati (0.7-0.8 x 2-4 cm) terminanti in un mucrone cartilagineo. Capolini gialli (diametro 1.5-2.5 cm) di fiori ligulati alla periferia e tubulosi al centro. Acheni di 1.5 mm, glabri, quadrangolari, solcati, sormontati da un anello membranoso. Fiorisce da maggio a settembre.

Habitat: pendii aridi, marnosi (preferibilmente calcarei), prati aridi, maggesi vecchi e ciottolosi, più raramente nei campi poco lavorati (vigne e frutteti trascurati) dal livello del mare fino a 1500 m.

Distribuzione in Italia: entità con areale per lo più centro-settentrionale. Al Nord è presente in Piemonte, Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna; al centro si rinviene in Toscana, Lazio, Abruzzo, mentre al Sud è indicata in Molise e Campania; dubbi permangono, invece, circa la sua presenza in Umbria. E' molto comune nel Lazio.

Note: entità a “Minor Rischio” (LR) in Friuli Venezia Giulia (Conti *et al.*, 1997).



Fig. 7.8 – *Cota tinctoria* subsp. *tinctoria* in antesi: parcella sperimentale (Foto di E. Scarici).

7.1.10 *Crepis bursifolia* L. (*Radichiella tirrenica*)

Descrizione: pianta erbacea perenne alta 10-30 cm (Fig. 7.9). Fusto eretto ramificato fin dalla base. Foglie glabre, profondamente divise, pennatopartite con segmenti laterali provvisti di mucrone acuto. Fiori ligulati in capolini generalmente numerosi; involucro cilindrico di 3-4 x 8-11 mm. Acheni di 5.5-7 mm, con becco allungato e pappo niveo di peli flessibili e tenaci. Fiorisce da aprile a settembre.

Habitat: incolti, prati aridi da 0 a 900 m.

Distribuzione in Italia: è presente in Liguria, Toscana, Lazio, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria e Sicilia.

Note: entità ritenuta rara nel Lazio, seppur in progressiva diffusione (Scarici, Picarella, 2005). E' in grado di adattarsi ad ogni tipo di substrato geomineralogico (Selvi, 2002).



Fig. 7.9 – *Crepis bursifolia* in antesi: parcella sperimentale (Foto di E. Scarici).

7.1.11 *Hypochoeris radicata* L. (*Costolina giuncolina*)

Descrizione: pianta erbacea perenne alta 3-5 dm (talvolta fino a 9)(Fig. 7.10). Rizoma legnoso ingrossato; fusti eretti, glauchi, con poche ramificazioni in alto, glabri, con sparse brattee (1 x 3 mm). Foglie in rosetta, a contorno spatolato (1.5-2 x 5-10 cm), pennato-lobate o pennatifide,

ricoperte di ciglia. Fiori ligulati gialli in capolini terminali (diametro 2-4 cm); involucri cilindrico formato da molte serie di squame embricate. Acheni bruni, in alto assottigliati in un lungo becco; pappo (1 cm) con setole semplici, le esterne più brevi. Fiorisce da aprile a luglio.

Habitat: sabbie, prati aridi, incolti da 0 a 1500 m.

Distribuzione in Italia: è presente in tutto il territorio.

Note: pianta polimorfa in particolare per le dimensioni dei capolini, dell'involucro, degli acheni e del becco. E' molto comune nel Lazio.



Fig. 7.10 – *Hypochoeris radicata* in antesi, nel riquadro particolare del capolino fruttificato (Foto di E. Scarici).

7.1.12 *Picris hieracioides* L. subsp. *hieracioides* (Aspraggine comune, Lattaiola)

Descrizione: pianta erbacea perenne, talvolta biennale, alta 3-7 dm, ispida per setole a forma d'ancora (Fig. 7.11). Fusti eretti, in alto ramoso-corimbosi. Foglie basali spatolate (2-5 x 10-20 cm) grossamente dentate ovvero lobate; foglie cauline sessili, amplessicauli, da ellittiche (4 x 9 cm) a lanceolate (2 x 9 cm), dentate; le superiori sono progressivamente più piccole, lineari-lanceolate e per lo più intere. Fiori ligulati gialli (gli esterni 3 x 15 mm) in capolini (diametro 2,5 cm); involucro a forma di bicchiere (diametro 5 mm), svasato in alto; squame ordinate a spirale e formanti più serie, con la punta rivolta all'infuori. Acheni (3-5 mm di lunghezza), strozzati in alto senza però un vero becco; pappo biancastro facilmente caduco. La fioritura avviene da giugno a ottobre.

Habitat: incolti, lungo le vie dal livello del mare fino a 2200 m.

Distribuzione in Italia: è presente in tutto il territorio ad eccezione di Veneto, Molise, Puglia e Sardegna.

Note: pianta straordinariamente polimorfa in particolare per la pelosità (da densa ed ispida a pressoché assente), setole non sempre con la caratteristica forma ad ancora e di colore variabile (chiare o scure), forma delle squame e degli involucri, dimensioni dei capolini. Nel Lazio è ritenuta entità molto comune.



Fig. 7.11 - Particolare dei capolini in antesi di *Picris hieracioides* subsp. *hieracioides* (Foto di E. Scarici).

7.1.13 *Reichardia picroides* (L.) Roth (Grattalingua comune, Caccialepre)

Descrizione: pianta erbacea perenne alta 2-4 dm, glauca e glabra (Fig. 7.12). Radice legnosa ingrossata con lattice dolciastro. Fusti eretti e per lo più ramificati. Foglie variabili: nel tipo più comune le inferiori hanno lamina ridotta in 7-12 lacinie e formano una rosetta, mentre quelle cauline sono distanziate, ma dall'aspetto è del tutto simile alle precedenti, seppur più lunghe (5-7 cm). Si rinviene anche il tipo con foglie decrescenti in lunghezza dal basso verso l'alto; in questo caso le foglie inferiori non formano una vera rosetta seppur appaiano ravvicinate; la lamina è in genere intera, dentata sul bordo, raramente pennatosetta, mentre la consistenza può essere talvolta carnosa. Fiori ligulati gialli, gli esterni generalmente di sotto bruni o porporini, in capolini isolati; involucro piriforme con numerose squame a margine membranoso; peduncoli di 10-20 cm con numerose brattee. Acheni lunghi 1.8-2.6 mm, di due tipi: gli esterni scuri, con grossi bitorzoli allineati; gli interni cilindrici e quasi lisci.

Habitat: rupi marittime, incolti aridi, muri, lungo le vie da 0 fino a 1000 m.

Distribuzione in Italia: è presente in tutto il territorio ad eccezione di Valle d'Aosta, Lombardia e Trentino Alto Adige.

Note: simile a *Hieracium* da cui si distingue principalmente per gli acheni bitorzoluti o striati e il pappo formato da peli saldati fra loro alla base e staccantesi assieme.

E' ritenuta entità a "Minor Rischio" in Friuli Venezia Giulia (Conti *et al.*, 1997). Nel Lazio è specie molto comune.



Fig. 7.12 – *Reichardia picroides* in antesi, nel riquadro particolare degli acheni con pappo (Foto di E. Scarici).

7.1.14 *Tragopogon pratensis* L. (Barba di Becco comune)

Descrizione: pianta erbacea perenne alta 3-8 dm (Fig. 7.13). Fusto eretto, poco ramoso, per lo più glabra o con lieve tomento fioccoso precocemente caduco. Radice verticale ingrossata. Foglie (5-20 cm) con lamina larga 4 mm e guaina amplessicaule, larga 10-15 mm. Fiori ermafroditi completamente gialli, in capolini (diametro 3-6 cm) portati da un peduncolo sottile; involucri cilindrico formato da un solo ordine di squame (7-8) sottili (3 x 18-25 mm), alla fruttificazione riflesse. Acheni di 15-20 mm con becco circa lungo altrettanto, con pappo. Fiorisce da maggio ad agosto.

Habitat: prati, incolti e luoghi sterili da 0 a 400 m, raramente fino a 1500 m.

Distribuzione in Italia: presente nelle regioni peninsulari ad eccezione di Puglia e Calabria; presenza dubbia in Trentino Alto Adige, mentre non è stata ritrovata in anni recenti in Valle d'Aosta.

Note: entità comune nel Lazio.



Fig. 7.13 – *Tragopogon pratensis* durante la fruttificazione, nel riquadro particolare del capolino (Foto di E. Scarici).

7.2 Fasi del campionamento dei semi

7.2.1 Raccolta

Il campionamento degli individui da cui prelevare il seme è stato eseguito tenendo presenti le indicazioni proposte dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (1993) e di quelle fornite da recenti pubblicazioni sull'argomento, in particolare “Manuale per la raccolta, lo studio, conservazione e gestione *ex situ* del germoplasma” (Bacchetta *et al.*, 2006):

- campionare in maniera casuale, ma scegliendo in ogni modo individui sani e che ad una prima osservazione presentino seme maturo; quest'ultimo prelevato da diverse piante così da garantire la variabilità genetica della popolazione;
- tenere presenti i diversi parametri stazionali (altitudine, esposizione, suolo, pendenza, ombreggiamento) per diversificare, quanto più possibile, il campione;
- raccogliere le informazioni di campagna e riportarle su una scheda appositamente predisposta;
- eseguire le raccolte in giornate soleggiate e, dove possibile, limitarsi a prelevare i soli semi.

Prima di procedere all'asportazione del materiale propagativo, si è tenuto conto dello stadio di maturazione dei frutti e dei semi e della loro dislocazione sulla pianta, in particolare i semi sono stati prelevati dalla parte basale, mediana e terminale dell'individuo: la diversa posizione nell'infiorescenza può fornire, infatti, una maturazione scalare dei semi⁵. La scalarità di maturazione e conseguentemente di germinazione, costituisce uno dei principali meccanismi di conservazione della specie, poiché, garantisce la sua presenza nella zona, con semi fertili, per un periodo prolungato, e consente così di superare condizioni climatiche avverse (Serra, 2000). E' stato dimostrato, inoltre, che per alcune specie le variazioni di germinabilità e dormienza possono dipendere anche dalla posizione che i semi assumono all'interno dei frutti, ad esempio i semi basali sono in genere più dormienti di quelli apicali, o dalla loro distribuzione sulla pianta (Toole *et al.*, 1964).

Risulta difficile individuare, talvolta, il momento ottimale per la raccolta, tuttavia alcuni indizi sul frutto o, direttamente, sul seme possono fornire indicazioni utili per stabilire il periodo in cui si è raggiunto il grado di maturazione adeguato da consentire la conservazione del seme o, molto più raramente, la sua pronta germinazione:

⁵ Nel caso di *Lomelosia argentea*, per non depauperare la stazione, la quantità di seme prelevata è stata limitata; dai semi seminati in campo si sono ottenute le piante che poi hanno fornito il seme necessario per i test qualitativi.

- il cambiamento di colore dell' esocarpo e/o del tegumento del seme può essere un buon indicatore, ma non sempre è affidabile (Ellis *et Roberts*, 1981);
- la taglia del frutto può essere talora correlata al completo sviluppo dei semi contenuti al suo interno (Smith, 1995);
- l'indurimento del pericarpo in taluni frutti, si verifica soltanto dopo che l'embrione ha completato il suo sviluppo (Bacchetta *et al.*, 2006);
- la facilità di distacco del frutto e/o dei semi dalla pianta madre.

Il periodo e le modalità di raccolta possono influire sensibilmente sulla capacità di germinazione dei semi (Bacchetta *et al.*, l.c.).

Per ogni accessione è stata compilata una scheda di campagna (Fig. 7.14) sulla quale sono state riportate le seguenti informazioni:

- binomio scientifico (quando l'entità era nota);
- sigla identificativa della specie;
- dati stazionali (località, altitudine, habitat e data di raccolta);
- osservazioni (consistenza del popolamento, specifiche condizioni climatiche, ecc.).

Scheda di campagna	
Entità: <i>Crepis bursifolia</i>	Sigla: C 35
Località: Riello, Viterbo	Data di raccolta: 31 luglio 2006
Habitat: incolto, margine stradale erboso	Altitudine (m s.l.m.): ca 340
Osservazioni La popolazione è costituita da numerosi individui uniformemente distribuiti. Le piante hanno un'altezza media di circa 15 cm; oltre il 70% di esse è a seme. Sono presenti anche piante in antesi.	

Fig. 7.14 – Esempio di scheda di campagna compilata.

I semi raccolti sono stati posti in sacchetti di carta, ideali perché traspiranti, e prontamente trasportati in laboratorio.

La raccolta dei semi, avviata nella tarda primavera 2006, si è protratta fino all'autunno (Novembre), grazie alle particolari condizioni climatiche con temperature nei mesi autunnali che si sono mantenute abbondantemente al di sopra della media e che unitamente alle prime precipitazioni meteoriche a fine estate hanno favorito ripetute fioriture e fruttificazioni.

7.2.2 Identificazione del campione

Unitamente ai semi, di ciascuna entità sono stati prelevati 2 campioni comprensivi di tutte le loro parti diagnostiche per la determinazione (o il controllo dell'identificazione effettuata in campo) attraverso le chiavi analitiche proposte da Pignatti (1982). I campioni identificati e sottoposti ad essiccazione secondo le regole standard di conservazione delle piante (Scoppola, Scarici, 1998) hanno costituito saggi d'erbario, utili per successivi controlli (*Herbarium Scarici*, Capranica).

7.3 Attività in laboratorio

7.3.1 Postmaturazione e deidratazione

Presso il laboratorio di Fisica del suolo del Dipartimento di Produzione Vegetale dell'Università della Tuscia, i semi sono stati essiccati in modo naturale, disponendoli su vassoi di alluminio in ambiente ventilato, a circa 20°C e al riparo della luce, per circa 10-15 giorni ciò al fine di garantirne un'adeguata conservazione, seppur limitata a qualche mese così da rendere possibile l'avvio della caratterizzazione del seme e la loro semina in autunno. Durante la raccolta, frequentemente, si prelevano semi con diverso grado di maturazione, pertanto il periodo di postmaturazione consente di ottenere un campione omogeneo nel caso di semi atti a svilupparsi ulteriormente (Bacchetta *et al.*, 2006). Durante questa fase ci si è limitati a togliere le porzioni di fusti, foglie, detriti di suolo, ecc., ma non è stata eseguita alcuna manipolazione del campione. Ogni 1-2 giorni si è proceduto al rimescolamento del materiale così da assicurare un'uniforme deidratazione e scongiurare eventuali ammuffimenti dei campioni.

7.3.2 Pulizia del seme

I semi sono stati sottoposti ad una prima sommaria pulizia già in campo; ciò ha avuto lo scopo di eliminare corpi estranei (porzioni di foglie o di altre parti vegetative, insetti, ecc.) che avrebbero potuto compromettere la loro successiva conservazione.

L'operazione di pulizia definitiva, svolta con maggiore accuratezza è stata eseguita, però, successivamente in laboratorio dopo la postmaturazione e deidratazione dei semi. Ciò si è reso necessario perché, pur prestando attenzione durante la raccolta, è molto difficile evitare di

prelevare appendici fiorali, che se non eliminate avrebbero potuto inficiare la caratterizzazione qualitativa del seme.

La pulizia è stata un'operazione impegnativa, eseguita evitando di danneggiare i tegumenti del seme. L'intervento manuale si è reso spesso necessario per disarticolare i frutti, ad esempio per le Dipsacacee.

I semi sono stati separati dai corpi estranei impiegando batterie di setacci con maglie di dimensione decrescente ed esercitando una pressione lieve, con un pistone di legno, alla base rivestito di gomma morbida, tale da sminuzzare e separare i semi senza danneggiarli. Nel caso le dimensioni del seme uguagliavano quelle dei corpi estranei, si è proceduto utilizzando specifici utensili e/o strumenti di laboratorio (pinze, pinzette, puntali, etc.) e di strumenti ottici (stereomicroscopio), quando i semi erano di dimensioni particolarmente ridotte.

7.3.3 Caratterizzazione qualitativa del seme

In laboratorio si è proceduto alla caratterizzazione qualitativa dei semi ormai essiccati e ripuliti. Sono stati determinati il peso di 1000 semi, il numero dei semi presenti in un grammo, la germinabilità.

Nell'allegato al Decreto Ministeriale sono illustrati in dettaglio i metodi di campionamento, analisi della purezza, test di germinabilità (con specifiche sulle condizioni in cui devono essere condotte le prove per ogni specie). Più precisamente il Decreto Ministeriale del 22 dicembre del 1992 indica i "Metodi ufficiali di analisi per le sementi"; questi costituiscono le norme con cui in Italia si determina la qualità dei semi di specie erbacee, arbustive, floricole ed officinali, siano esse coltivate o meno, norme alle quali abbiamo in massima parte fatto riferimento.

7.3.3.1 Determinazione del peso di 1000 semi

Si è proceduto, dapprima, al peso di 8 repliche da 100 semi, con bilancia di precisione; sono state considerate le tre cifre decimali, quindi è stato ricavato il peso medio delle pesate eseguite che moltiplicato per 10 ci ha fornito il valore atteso.

7.3.3.2 Numero di semi contenuti in un grammo di campione

Una volta conosciuto il peso medio, con una semplice proporzione si è ricavato, poi, il numero di semi contenuti in un grammo di campione. Questa informazione risulta di grande utilità ai fini della definizione delle quantità di seme da seminare, quando sono note la capacità germinativa e la densità colturale attesa.

7.3.3.3 Valutazione della capacità germinativa

Nella fase successiva è stata valutata la capacità germinativa del materiale raccolto attraverso test eseguiti in armadio termostatico. Si è fatto riferimento ai protocolli forniti dal Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste (G.U., 1993) e le indicazioni più recenti sull'argomento (Bacchetta *et al.*, 2006).

Lo scopo di questo test è determinare in laboratorio la percentuale di semi in grado di produrre germinelli, potenzialmente capaci di produrre piante normali in condizioni favorevoli di coltura. (G.U., 1993)

Questa fase è stata particolarmente complessa anche per il numero limitato di studi precedenti riguardanti le entità prese in esame. Si è quindi proceduto tenendo conto dell'affinità con specie della medesima famiglia o, il più delle volte, per tentativi sottoponendo i semi a diverse condizioni di temperatura e prevedendo valutazione sia al buio che con fotoperiodo di 12 ore di luce. Molto importante è stato, per avere delle prime indicazioni, l'osservazione in natura del comportamento biologico delle entità studiate: si è tenuto conto in particolare dell'epoca di fioritura, maturazione e dispersione dei semi.

Sono state allestite 4 repliche da 100 semi per ogni entità. I semi sono stati adagiati su 2/3 strati di carta filtro, dello spessore di 0,25 mm, esente da sostanze chimiche dannose per la germinazione, con pH 6,5-7,5, inumidita con acqua deionizzata; all'interno di germinatoi (capsule Petri) in plastica del diametro di 120 e 150 mm, in relazione alle dimensioni dei semi saggiati. Il mantenimento del grado di umidità del substrato il più costante possibile è stato assicurato dalla chiusura dei germinatoi con parafilm. Per tutta la durata della prova è stato assicurato un livello di un'umidità prossima alla saturazione, tuttavia è stata evitata la presenza di acqua "libera" di muoversi all'interno del germinatoio così da evitare spostamenti involontari dei semi durante le manipolazioni delle caspsule nella fase del conteggio dei germinelli e fenomeni di anossia dell'embrione. Il grado di umidità del substrato è stato talora ripristinato con successive aggiunte di acqua deionizzata.

Le capsule Petri allestite sono state incubate in armadio termostatico. I test sono stati eseguiti al buio e con fotoperiodo di 12 ore di luce prodotta da un sistema di illuminazione artificiale, con PAR di $80 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

La valutazione della capacità germinativa è stata eseguita su semi appena raccolti e ripetuta entro i 3-4 mesi successivi adottando anche vari pretrattamenti del seme; sono stati inoltre ripetuti a distanza di un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato, conservato alla

temperatura di circa 20°C e al buio. La durata del test è stata di 30 giorni con conteggi eseguiti ogni 3 giorni. I germinelli sviluppatasi normalmente sono stati eliminati di volta in volta, così da agevolare i conteggi successivi.

Al fine di migliorare la capacità germinativa sono stati adottati i seguenti pretrattamenti, compatibilmente con la quantità di seme a disposizione:

- vernalizzazione dei semi potenzialmente dormienti, inumiditi, alla temperatura di 5°C per 12 giorni;
- scarificazione fisica mediante l'immersione dei semi in 250 ml di acqua deionizzata riscaldata a 50°C; i semi sono stati lasciati in ammollo fino al raffreddamento dell'acqua;
- scarificazione meccanica mediante l'abrasione dei tegumenti dei semi con sabbia silicea con classe granulometrica⁶ prevalente (circa l'80%) compresa tra 0,5-0,250 mm, preventivamente posta in stufa a 85°C per un'ora;
- imbibizione del substrato (carta da filtro) con acido gibberellico (200 ppm);
- immersione dei semi in acido gibberellico (200 ppm) per 10 minuti;
- imbibizione del substrato (carta da filtro) con nitrato potassico (0,2% p/v)(Côme, 1970);
- immersione dei semi in soluzione di ipoclorito di sodio (1%) per 10 minuti e successivo risciacquo in acqua deionizzata;
- combinazione di pretrattamenti.

Le prove relative a *Sanguisorba minor* subsp. *balearica* e *Prunella laciniata* sono state eseguite effettuando la semina tra fogli di carta da filtro.

7.4 Prove in campo

7.4.1 Allestimento delle parcelle sperimentali

La sperimentazione è proseguita in campo con la semina di parte dei semi raccolti. Presso l'azienda didattico-sperimentale dell'Università della Tuscia, sono state allestite parcelle sperimentali, su terreno sabbioso-argilloso (SA) secondo la classificazione dell'*International Soil Science Society* (ISSS); le caratteristiche fisico-chimiche sono riportate nella tabella 7.2. La valutazione in campo è stata riservata ad 11 delle 14 entità esaminate: *Nigella damascena*, *Anacyclus radiatus* e *Reichardia picroides* sono state sottoposte alla sola valutazione di laboratorio.

⁶ Per la determinazione delle classi granulometriche è stato impiegato il setacciatore automatico RETSCH, con setacci a maglie decrescenti: 2; 1; 0,5; 0,250; 0,125; 0,1 e 0,05 mm.

Il terreno è stato sottoposto, dapprima, ad una lavorazione leggera (fresatura) rivolta principalmente ad eliminare le piante spontanee non desiderate e, successivamente, ad interventi di affinamento e livellamento della superficie.

Sono state allestite parcelle di dimensioni 2 x 1 m, separate le une dalle altre da un passaggio di circa 0,40 m di larghezza così da facilitare le operazioni colturali e le osservazioni dirette.

7.4.2 Semina

La semina è stata eseguita il 15 Novembre. Al fine di rendere uniforme la distribuzione dei semi, anche quelli di dimensioni più piccole, questi sono stati mescolati con della terra fine e asciutta, mentre la parcella è stata temporaneamente ripartita in sub-parcelle sulle quali si è proceduto alla semina in successione. Il terreno è stato poi delicatamente rullato al fine di favorire l'adesione dei semi alle particelle di terreno.

Tabella 7.2 – Caratteristiche chimico-fisiche del terreno sul quale sono state effettuate le prove

Profondità	0-10 cm	11-20 cm	21-30 cm
Argilla (%)	18,60	18,14	17,47
Limo (%)	13,45	13,85	13,88
Sabbia grossa (%)	38,97	32,81	36,14
Sabbia fine (%)	28,98	35,20	32,52
Azoto (%)	0,095	0,099	0,164
S.O. (%)	2,25	2,21	2,23
pH	6,76	6,64	6,81
Calcare attivo (%)	0	0	0

7.4.3 Rilievo dell'emergenza delle plantule

Le operazioni successive alla semina hanno riguardato il rilevamento dei diversi stadi fenologici a partire dall'emergenza delle plantule. I rilievi sono stati eseguiti con cadenza settimanale; per agevolare l'operazione, sono state delimitate tre aree saggio di 0,2 x 0,2 m, per ogni parcella, individuate casualmente. I dati rilevati sono stati trascritti dapprima sul quaderno di campagna e successivamente utilizzati per realizzare rappresentazioni grafiche, così da rendere più immediata la loro lettura.

Le emergenze sono state rilevate con conta diretta delle plantule, finché la loro densità lo ha consentito o fino a quando il numero delle stesse non è risultato stabile per almeno due-tre conteggi successivi (Fig. 7.15).



Fig. 7.15 – Plantule di *Sixalis atropurpurea* ssp. *grandiflora*, a destra, e di *Hypochoeris radicata*, a sinistra (Foto di E. Scarici).

7.4.4 Rilievo delle fasi fenologiche successive all'emergenza delle plantule

Durante il periodo primaverile-estivo e autunnale, le specie sono state caratterizzate dal punto di vista morfologico e fenologico, per mezzo di rilievi a cadenza settimanale: sono state rilevate le fasi di accrescimento, antesi e fruttificazione. Si tratta di eventi periodici sotto l'influenza di fattori climatici (temperatura, fotoperiodo, umidità, ecc.) che caratterizzano il ciclo vitale di una pianta e il cui rilevamento risulta importante, nell'ambito di questo studio, al fine di ricavare indicazioni circa l'impiego colturale di queste specie saggiate (epoca di semina, raccolta dei semi, ecc.), come vedremo meglio in fase di discussione dei risultati.

7.4.5 Misurazione dei principali caratteri morfometrici della pianta

Durante la fase di fruttificazione, quando ormai le dimensioni della pianta sono in genere da considerarsi massime, sono stati rilevati i seguenti caratteri morfometrici:

- altezza;
- n. semi/ frutto.

Precedentemente alla fruttificazione si è provveduto al rilievo del numero di fiori/infiorescenze per pianta.

L'altezza media è stata determinata misurando almeno 10 piante per parcella, scelte casualmente; successivamente è stata considerata la media matematica. Lo stesso criterio è stato adottato per gli altri caratteri morfometrici considerati.

7.4.6 Valutazione quantitativa della produzione di seme

E' stata determinata per unità di superficie (m^2), nei due anni di sperimentazione, sulla base delle componenti della produzione (densità colturale rilevata al momento della fruttificazione, numero fiori o infiorescenze per pianta, numero di frutti o infruttescenze per pianta, numero semi per frutto o infruttescenza per pianta, peso medio dei semi).

7.4.7 Pratiche colturali successive alla semina

Come già detto in precedenza, le prove sperimentali in campo si sono svolte senza l'ausilio di irrigazione, trattamenti fertilizzanti e fitosanitari. Gli interventi colturali successivi alla semina si sono limitati alla scerbatura manuale delle piante "infestanti" per ridurre la competizione con quelle in coltura e il taglio della parte aerea delle piante al termine della fruttificazione, dopo la raccolta degli ultimi semi maturi. A causa della scalarità della fioritura e della fruttificazione riscontrata tra le diverse entità in esame, il taglio è stato eseguito in epoche diverse.

7.5 Elaborazione statistica dei caratteri rilevati

La maggior parte dei caratteri rilevati sono stati sottoposti ad analisi della varianza, in modo da stimare quanta parte della variabilità osservata tra le misure è dovuta ai trattamenti sperimentali e quanta all'errore.

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".

Solamente i dati sperimentali facenti parte di una distribuzione normale (o di Gauss) possono essere sottoposti ad analisi della varianza senza essere modificati.

Nei caratteri rilevati per la nostra prova è stato necessario trasformare solo i dati percentuali relativi alla germinabilità dei semi, mediante la formula di Bliss:

$$x = \arcsin \sqrt{\%}.$$

Una volta verificata la significatività del test "F", si sono potute confrontare tra di loro le medie dei diversi trattamenti e delle interazioni tra i trattamenti, grazie al calcolo delle minime

differenze significative (D.M.S.), ovvero, si è determinato il divario minimo necessario per poter affermare che due trattamenti sono diversi.

Per l'elaborazione statistica dei dati relativi ai caratteri rilevati in campo, come la produzione di seme, l'altezza delle piante, la densità colturale e il peso medio del seme, è stato utilizzato uno schema sperimentale a parcella suddivisa ("split-plot") con due ordini di trattamenti e diverse repliche per ogni carattere rilevato: 3 repliche per la densità colturale e la produzione di seme, 8 repliche per l'altezza delle piante e il peso medio del seme.

L'anno di coltivazione costituiva il trattamento principale, mentre le specie in prova rappresentavano il trattamento secondario.

Per quanto riguarda, invece, le prove in laboratorio sulla germinabilità dei semi, lo schema sperimentale utilizzato è stato un fattoriale 14 (specie) X 3 (temperature) X 2 (condizioni di luce: 12/12 ore o buio) con 4 repliche nell'analisi interspecifica e il blocco randomizzato con 4 repliche, nel confronto intraspecifico tra il pre-trattato e il non trattato.

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:

$P = 0,05$.

8 RISULTATI E DISCUSSIONE

8.1 Valutazione della capacità germinativa

Si riportano i risultati ottenuti, dapprima, considerando la singola specie, successivamente operando comparazioni tra le stesse.

I test di germinazione eseguiti con seme raccolto entro una settimana hanno fornito risultati negativi, mentre quelli condotti entro i 3-4 mesi successivi, hanno evidenziato una capacità germinativa piuttosto differenziata tra le specie, anche in assenza di pretrattamenti del seme, i quali tuttavia, sono spesso risultati utili.

a) *Nigella damascena*

L'adozione di pretrattamenti quali la vernalizzazione, l'impiego di KNO_3 e GA_3 , la scarificazione meccanica e l'immersione dei semi in NaClO non hanno prodotto incrementi significativi della germinabilità a 15°C e 20°C , già di per sè elevata (Figg. 8.1-8.2), mentre la vernalizzazione è risultata utile nel caso dei semi testati a 25°C (Fig. 8.3). A un anno dalla raccolta del seme, i valori maggiori di germinabilità con fotoperiodo di 12 ore di luce sono stati rilevati a 15°C e 20°C , seppur non significativamente differenti tra loro ma rispetto ai valori raggiunti a 25°C ; le prove al buio non hanno evidenziato significatività statistica alle tre temperature di prova (Figg. 8.4-8.5).

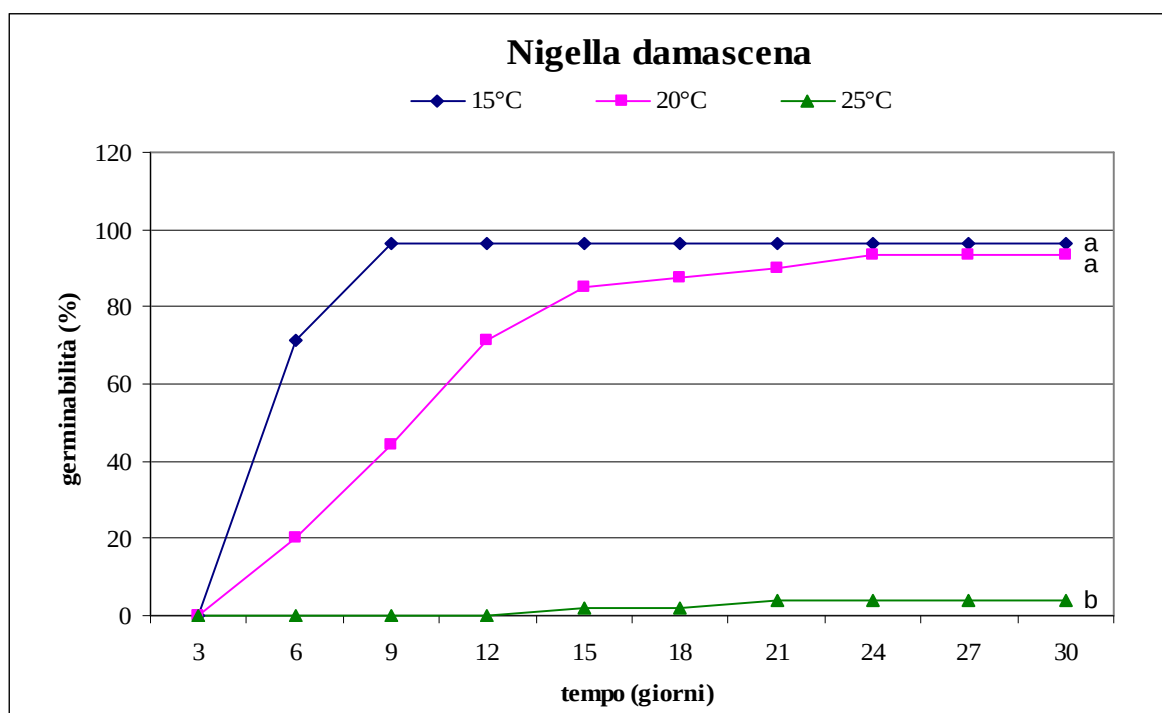


Fig. 8.1 – Test di germinazione eseguiti con fotoperiodo di 12 ore di luce entro 3-4 mesi successivi alla raccolta, con seme non pretrattato (i valori dell'ultimo rilievo contrassegnati da lettere uguali non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

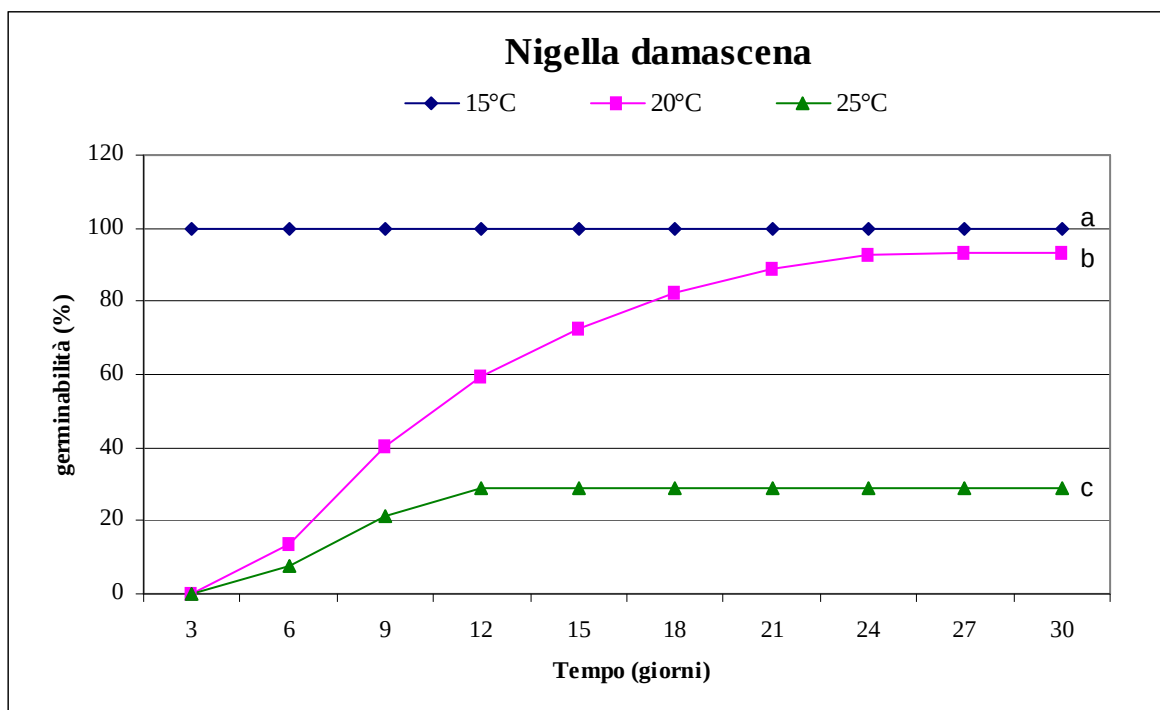


Fig. 8.2 – Test di germinazione eseguiti al buio entro 3-4 mesi successivi alla raccolta, con seme non pretrattato (i valori dell'ultimo rilievo contrassegnati da lettere uguali non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

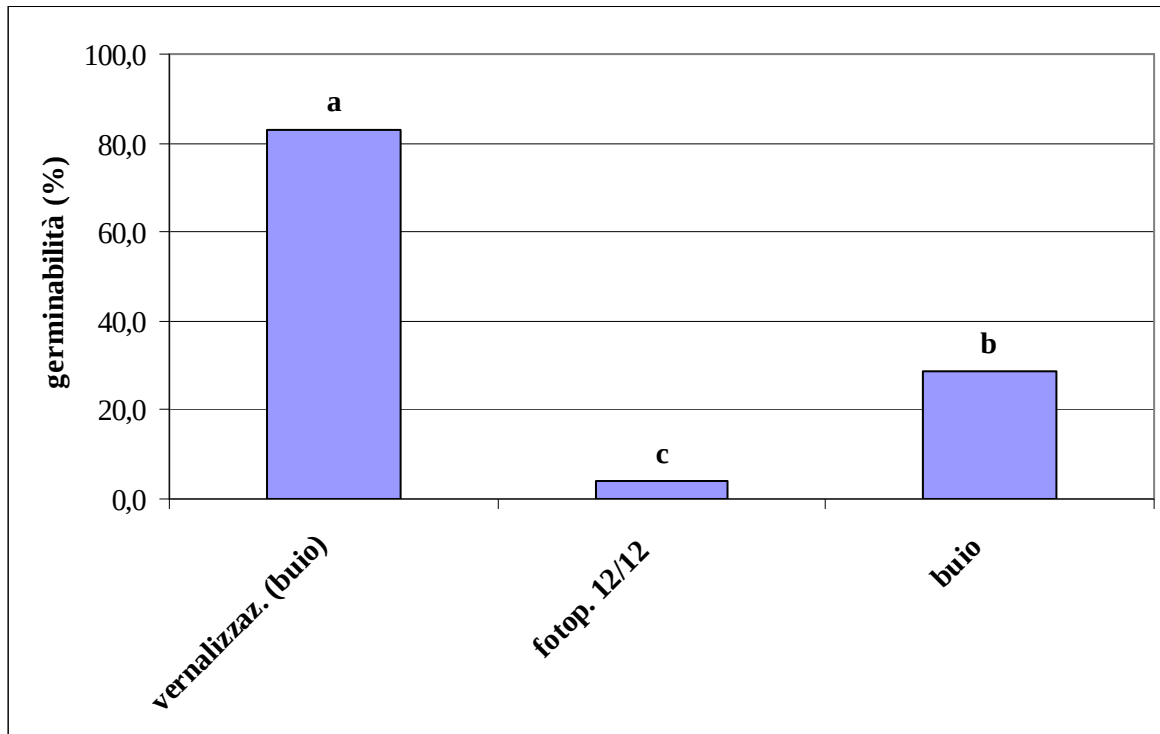


Fig. 8.3 – Germinabilità a 25°C dei semi di *Nigella damascena* sottoposti a vernalizzazione (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

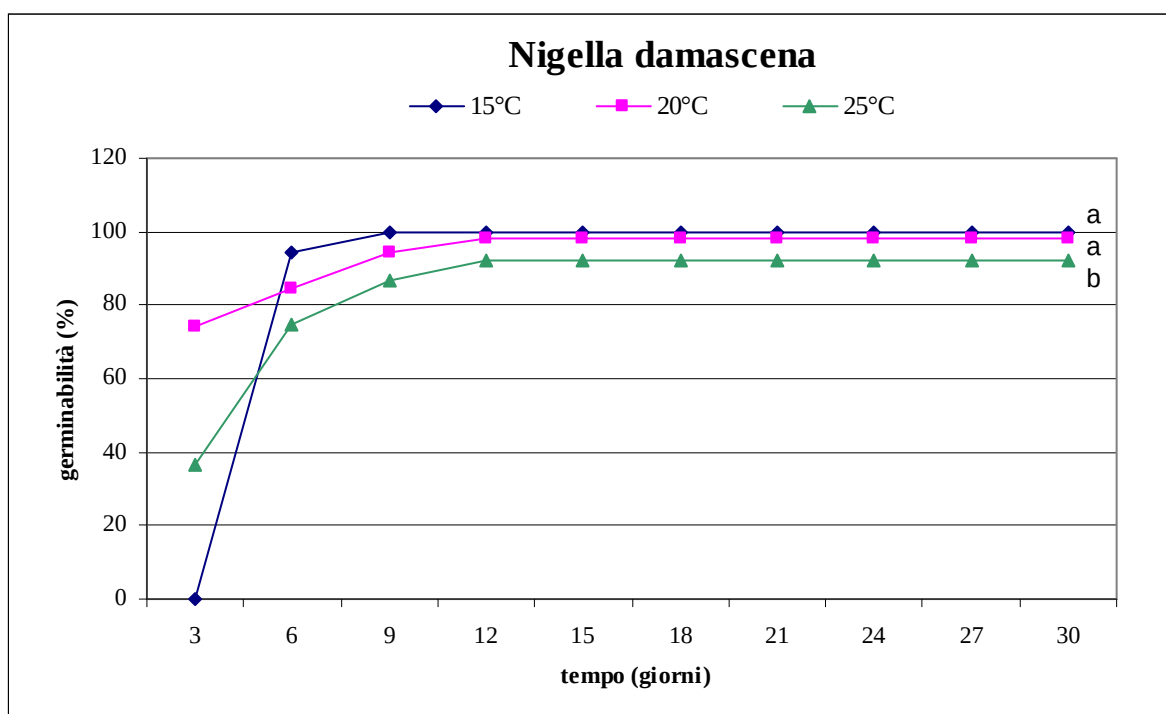


Fig. 8.4 – Test di germinazione eseguiti con fotoperiodo di 12 ore di luce, dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (i valori dell'ultimo rilievo contrassegnati da lettere uguali non sono significativamente diversi per $P \leq 0,05$).

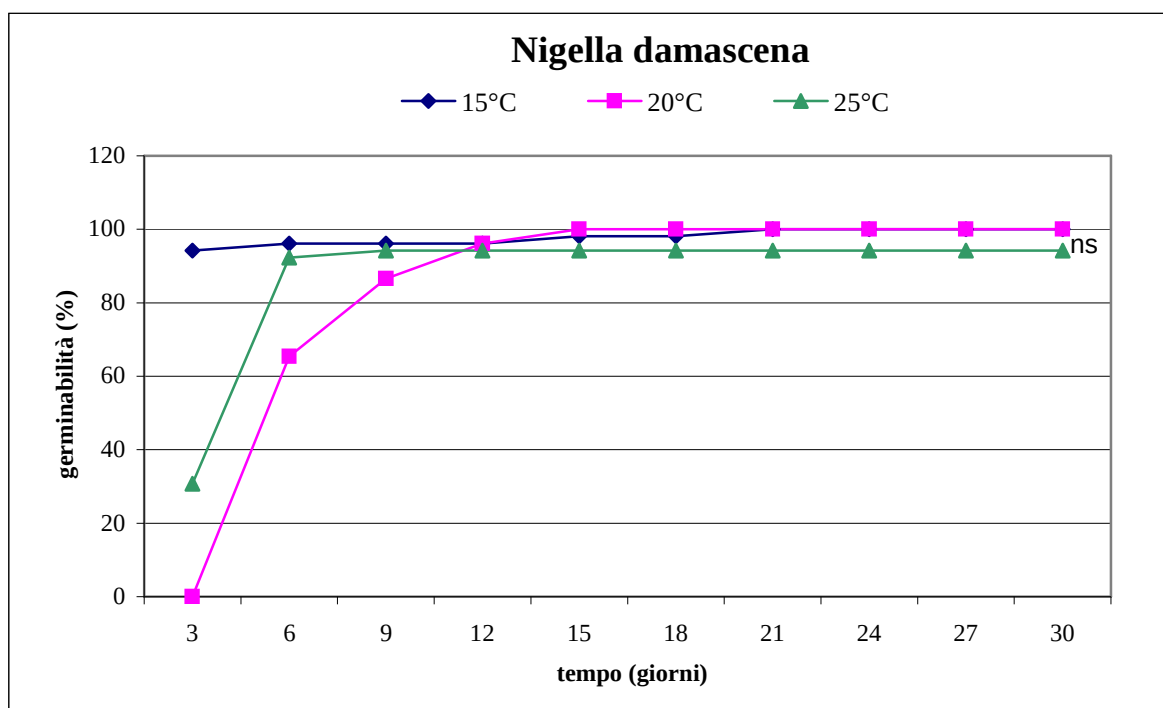


Fig. 8.5 – Test di germinazione eseguiti al buio, dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (ns indica la non significatività del Test F eseguito nell'ultimo rilievo).

b) *Silene latifolia* subsp. *alba*

La maggior parte dei pretrattamenti hanno prodotto risultati significativamente differenti alle tre temperature di prova. In particolare a 15°C l'incremento maggiore della germinabilità è stato fornito dall'impiego di KNO₃, mentre la vernalizzazione, contrariamente a quanto atteso, ha prodotto valori di germinabilità inferiori a quelli dei testimoni (Fig. 8.6). A 20°C tutti i pretrattamenti eseguiti hanno significativamente incrementato la germinabilità dei semi rispetto al testimone (buio)⁷, mentre nel caso del testimone (fotop. 12/12) sono risultati tutti significativamente differenti ad eccezione dell'impiego di GA₃ (buio) e della scarificazione meccanica (fotop. 12/12)(Fig. 8.7). A 25°C tutti i pretrattamenti adottati sono risultati significativamente differenti e vantaggiosi rispetto ai testimoni (Fig. 8.8). A un anno dalla raccolta del seme, i valori di germinabilità rilevati sia nelle prove con fotoperiodo di 12 ore di luce che al buio non sono stati significativamente differenti tra loro (Figg. 8.9-8.10).

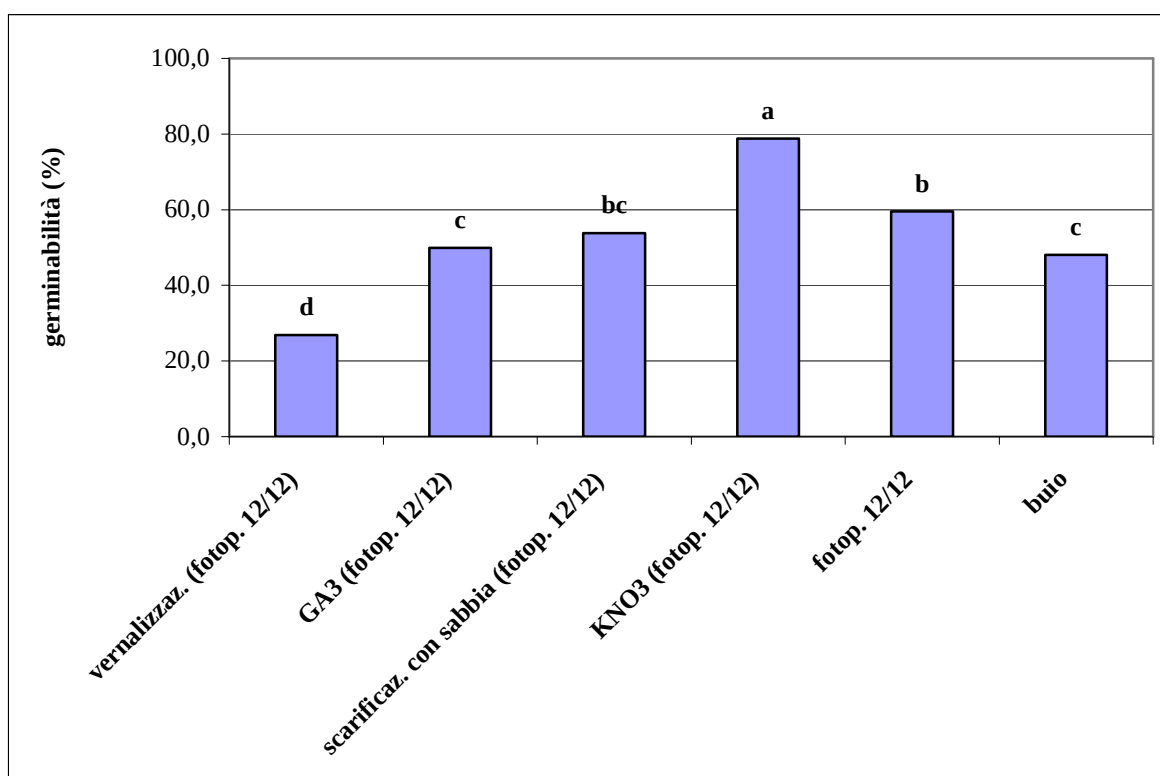


Fig. 8.6 – Germinabilità a 15°C dei semi di *Silene latifolia* ssp. *alba* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

⁷ Le indicazioni (fotop. 12/12) e (buio) si riferiscono alle condizioni di svolgimento dei test di germinazione a seguito dei pretrattamenti del seme.

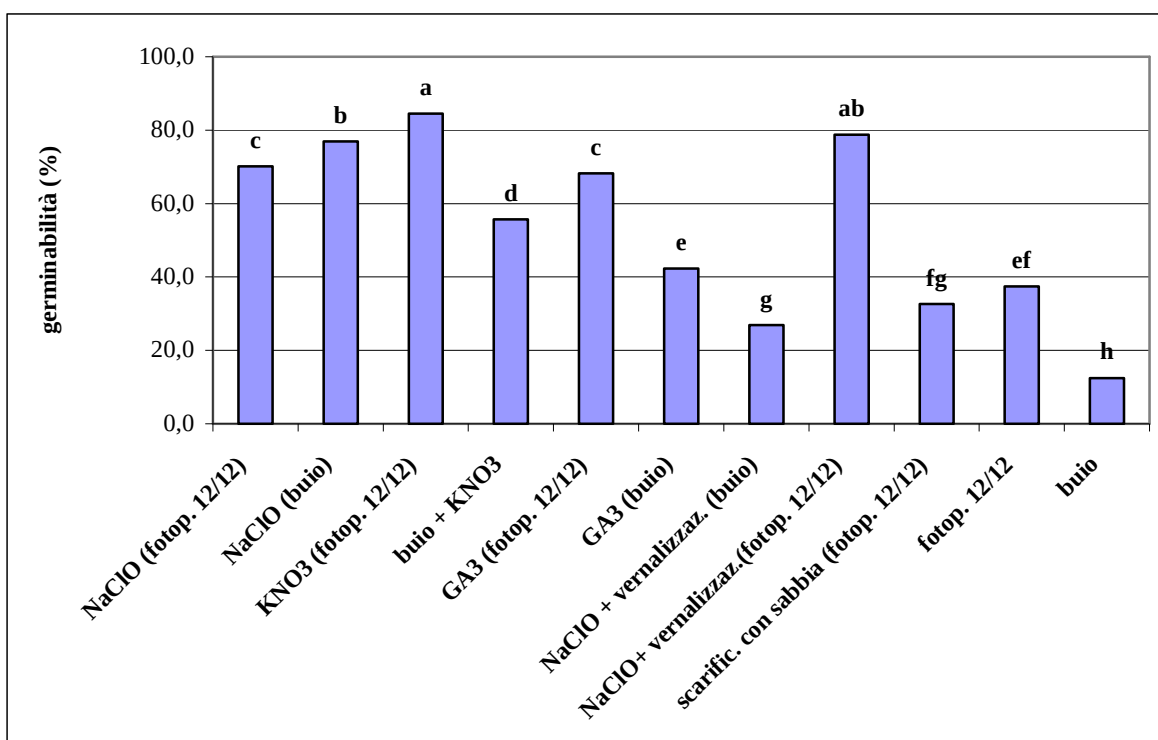


Fig. 8.7 – Germinabilità a 20°C dei semi di *Silene latifolia* ssp. *alba* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

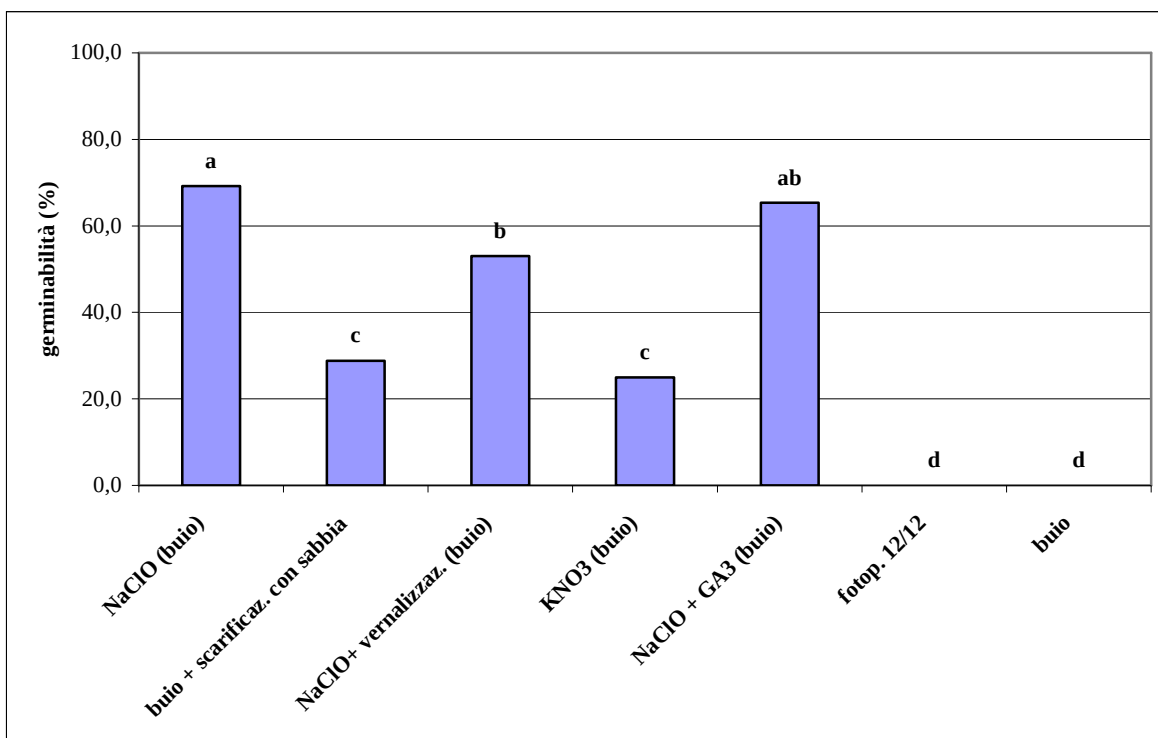


Fig. 8.8 – Germinabilità a 25°C dei semi di *Silene latifolia* ssp. *alba* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

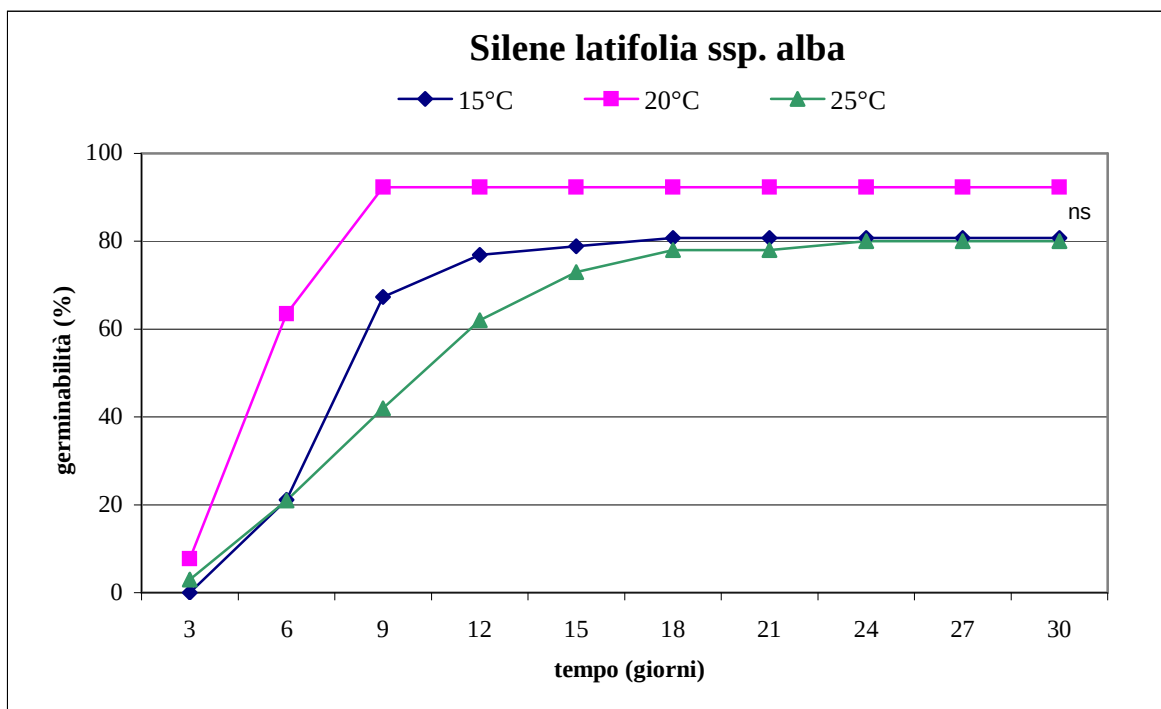


Fig. 8.9 – Test di germinazione eseguiti con fotoperiodo di 12 ore di luce, dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (ns indica la non significatività del Test F eseguito nell'ultimo rilievo).

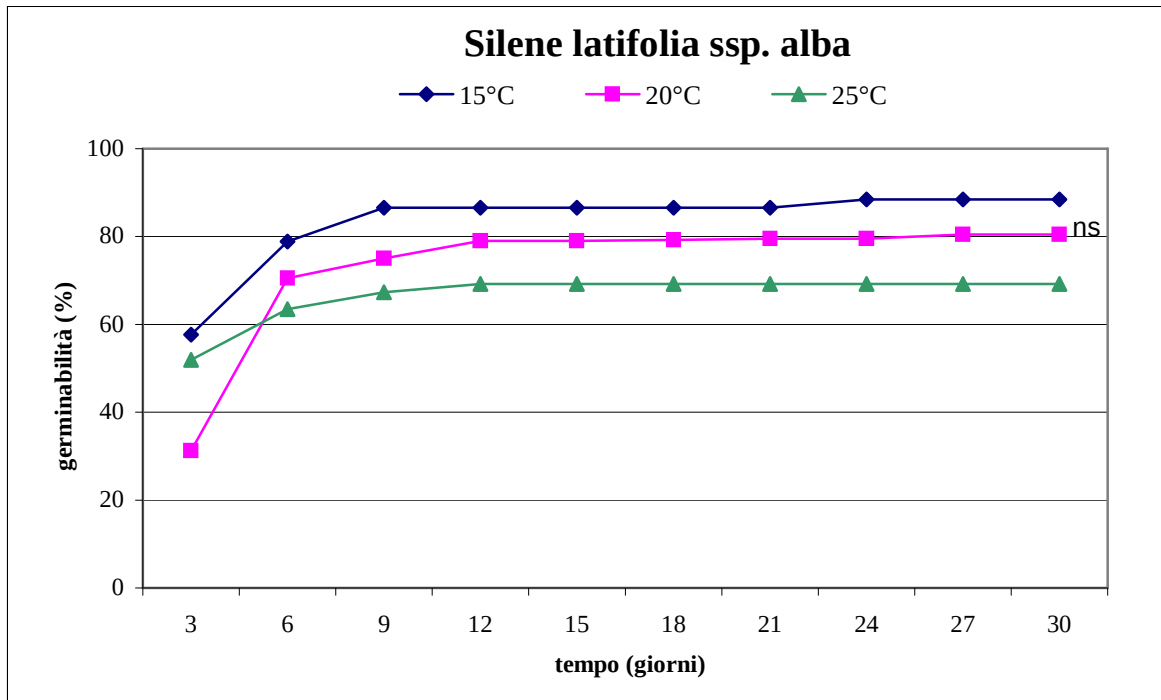


Fig. 8.10 – Test di germinazione eseguiti al buio, dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (ns indica la non significatività del Test F eseguito nell'ultimo rilievo).

c) *Sanguisorba minor* subsp. *balearica*

E' una delle specie i cui semi hanno manifestato maggiore difficoltà a germinare in assenza di pretrattamenti del seme. A 15°C tutti i pretrattamenti adottati sono risultati significativamente differenti ad eccezione della scarificazione meccanica (buio) e della vernalizzazione (buio)(Fig. 8.11). A 20°C non sono risultati significativamente differenti la scarificazione meccanica (buio), quella fisica (buio), l'immersione dei semi in NaClO seguita da vernalizzazione (buio) e l'immersione in GA₃ (buio) rispetto ai testimoni, mentre tutti gli altri pretrattamenti adottati hanno incrementato significativamente la germinabilità dei semi (Fig. 8.12). A 25°C i soli pretrattamenti che hanno fornito un incremento significativamente differente della germinabilità rispetto ai testimoni sono risultati la scarificazione fisica (fotop. 12/12), NaClO + GA₃ (buio) e l'immersione dei semi in GA₃ (fotop. 12/12)(Fig. 8.13). A un anno dalla raccolta del seme, i valori di germinabilità rilevati nelle prove con fotoperiodo di 12 ore di luce non sono risultati significativamente differenti tra loro; al buio la maggiore germinabilità è stata osservata a 20°C, significativamente differente da quella alle altre 2 temperature (Figg. 8.14-8.15).

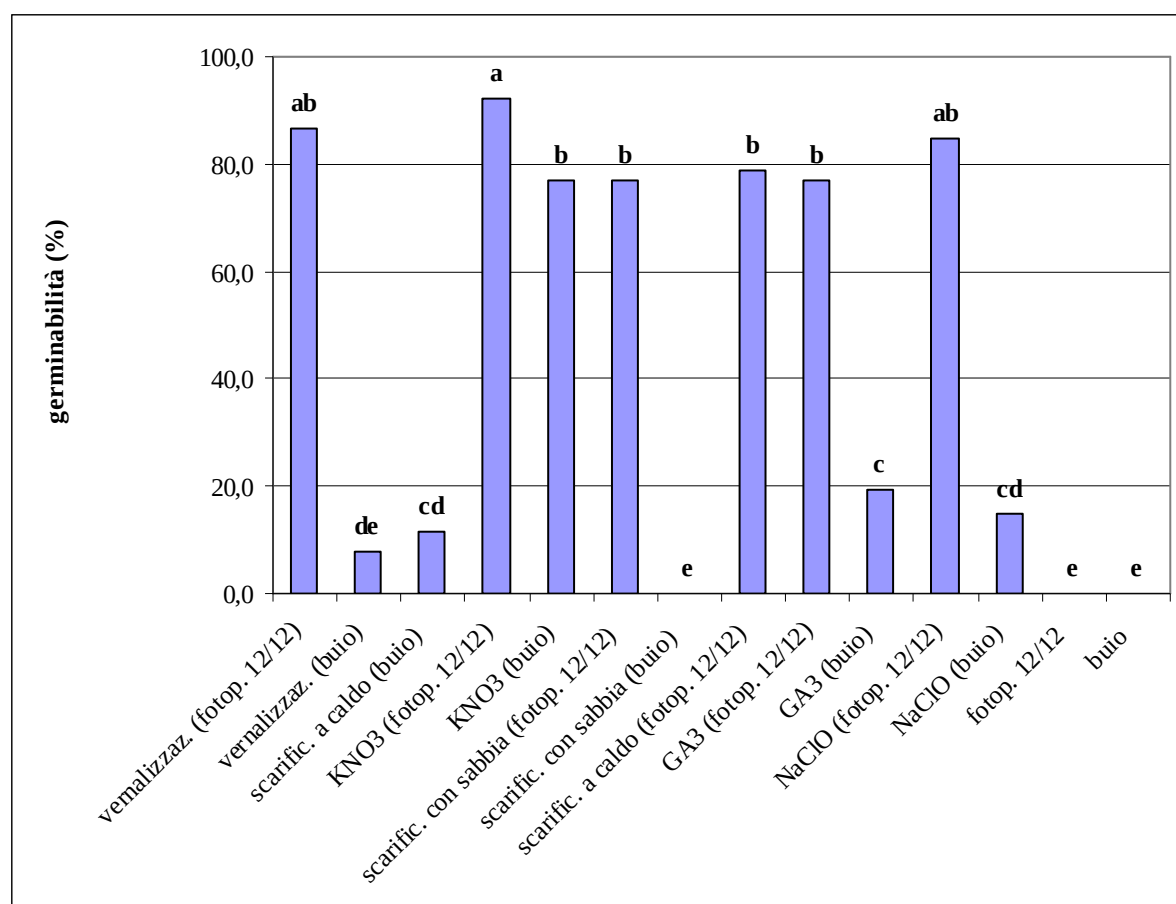


Fig. 8.11 – Germinabilità a 15°C dei semi di *Sanguisorba minor* ssp. *balearica* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

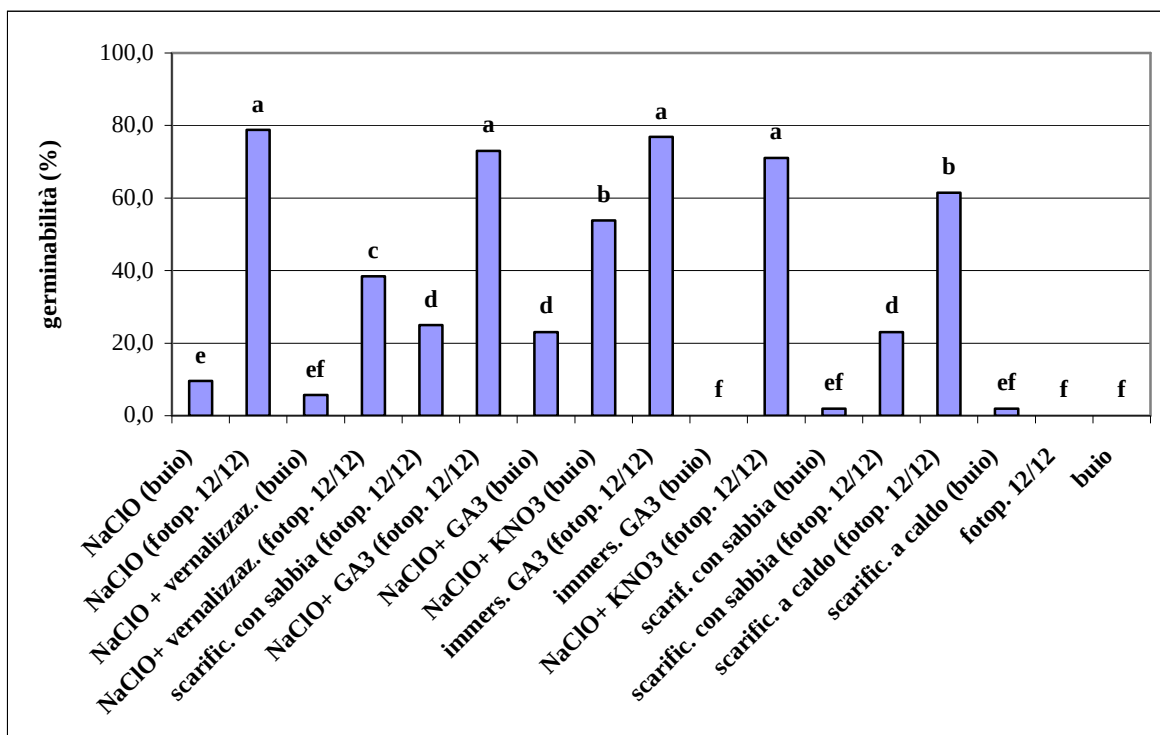


Fig. 8.12 – Germinabilità a 20°C dei semi di *Sanguisorba minor* ssp. *balearica* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

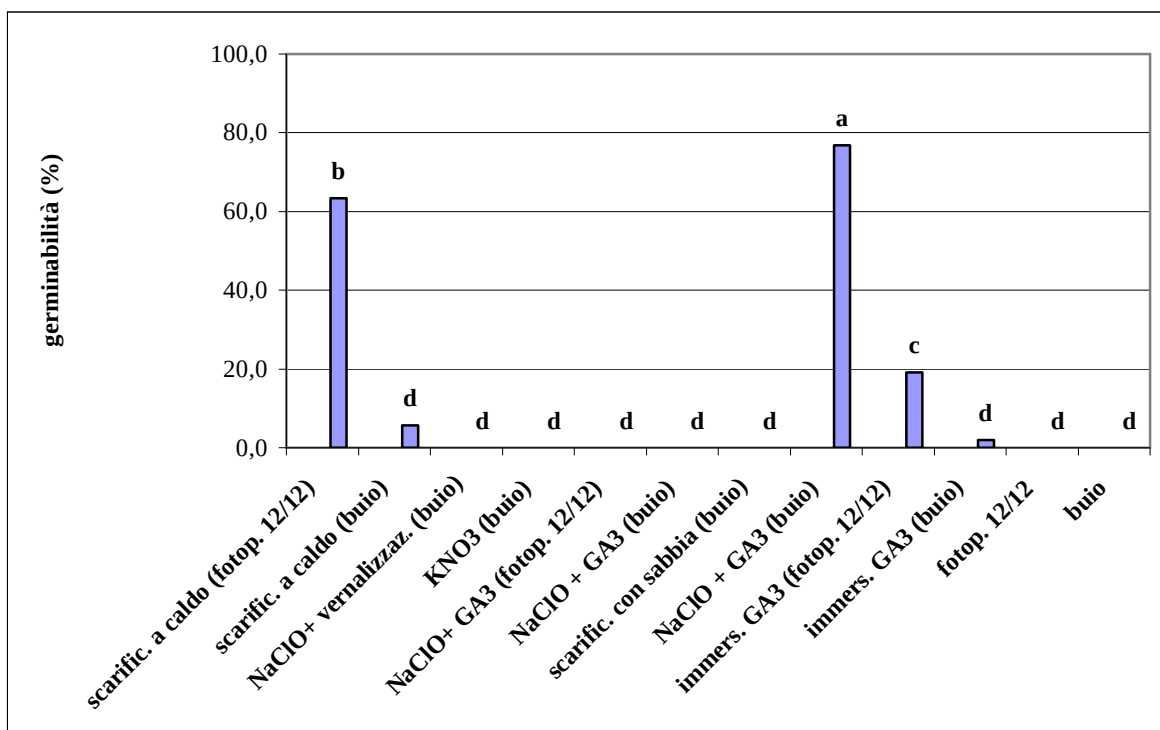


Fig. 8.13 – Germinabilità a 25°C dei semi di *Sanguisorba minor* ssp. *balearica* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

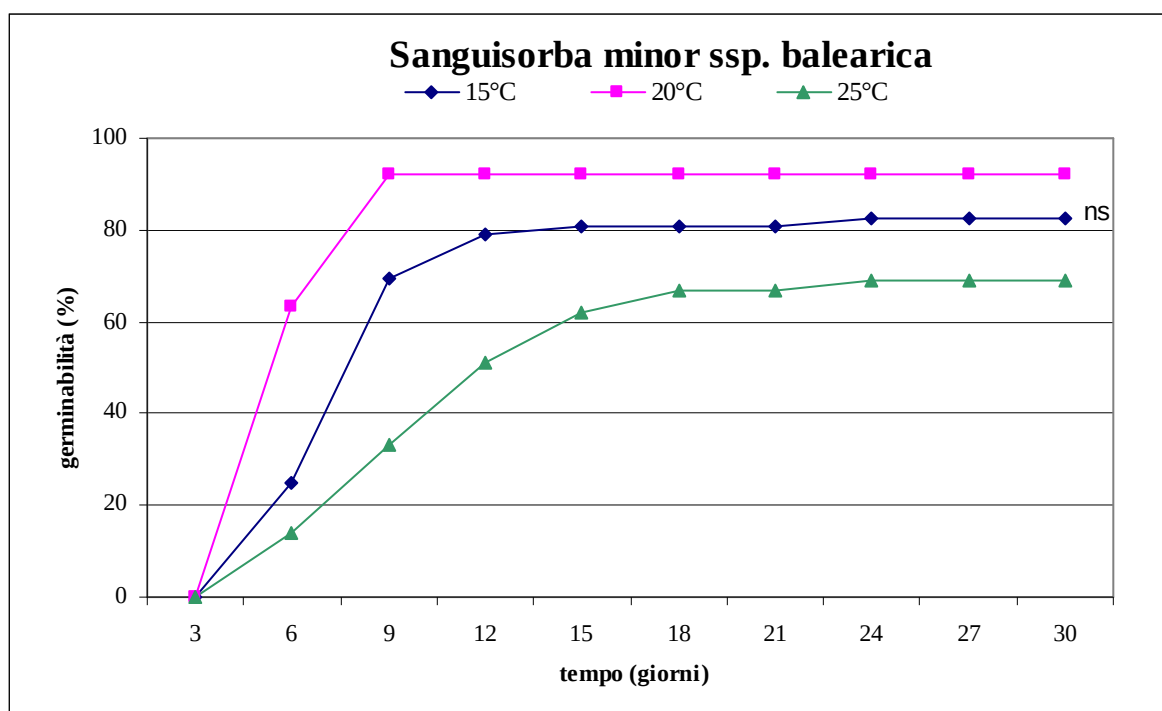


Fig. 8.14 – Test di germinazione eseguiti con fotoperiodo di 12 ore di luce dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (ns indica la non significatività del Test F eseguito nell’ultimo rilievo).

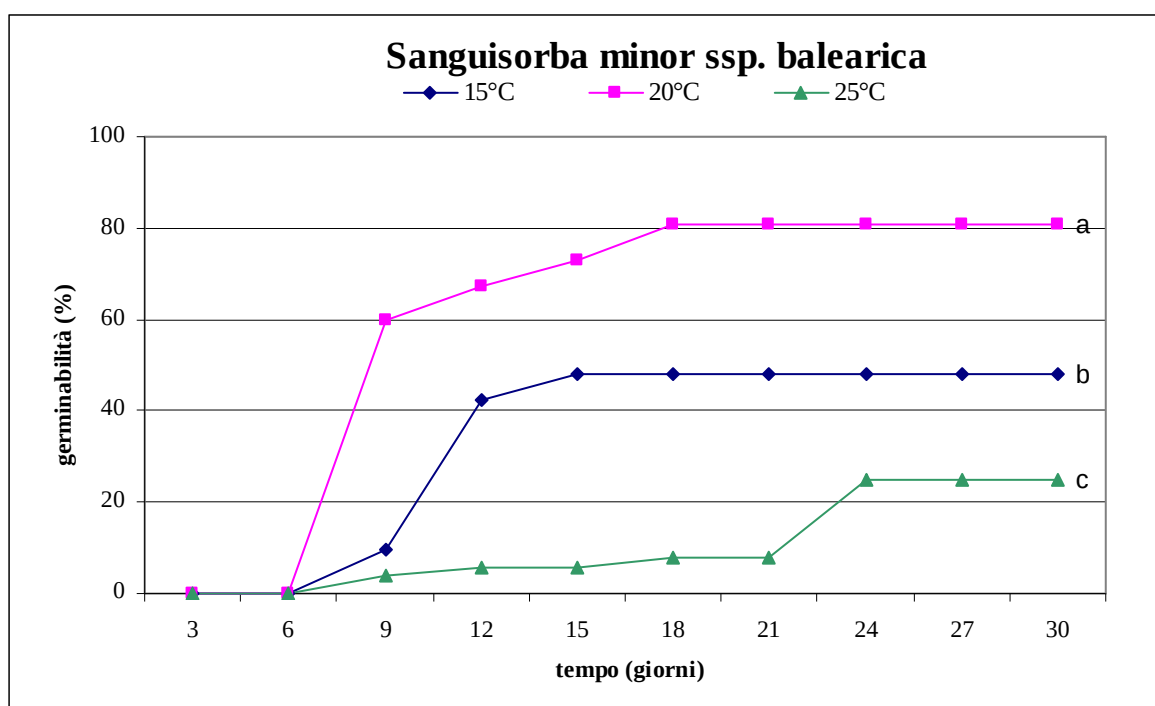


Fig. 8.15 – Test di germinazione eseguiti al buio dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (i valori dell’ultimo rilievo contrassegnati da lettere uguali non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

d) *Marrubium vulgare*

I semi non pretrattati hanno evidenziato assenza o ridotta germinabilità nel corso dei test eseguiti entro i 3-4 mesi dalla raccolta, tuttavia i pretrattamenti adottati hanno quasi sempre incrementato significativamente la germinabilità dei semi, in particolare a 15°C si è rivelato utile l'impiego di GA₃ (fotop. 12/12) e di KNO₃ (fotop.12/12)(Fig. 8.16).

A 20°C tutti i pretrattamenti sperimentati sono risultati significativamente differenti, in particolare l'impiego di GA₃ (buio) ha fornito la germinabilità più elevata (Fig. 8.17). Significativamente differenti e vantaggiosi sono stati anche i pretrattamenti adottati a 25°C rispetto ai testimoni. In questo caso il miglior pretrattamento è risultato l'immersione dei semi in GA₃ (fotop. 12/12). A un anno dalla raccolta, il valore maggiore di germinabilità raggiunto nelle prove svolte con fotoperiodo di 12 ore di luce è stato a 15°C ed è risultato significativamente differente rispetto a quelli alle altre temperature; i valori di germinabilità rilevati al buio non sono stati significativamente differenti per le tre temperature di riferimento (Figg. 8.18-8.20).

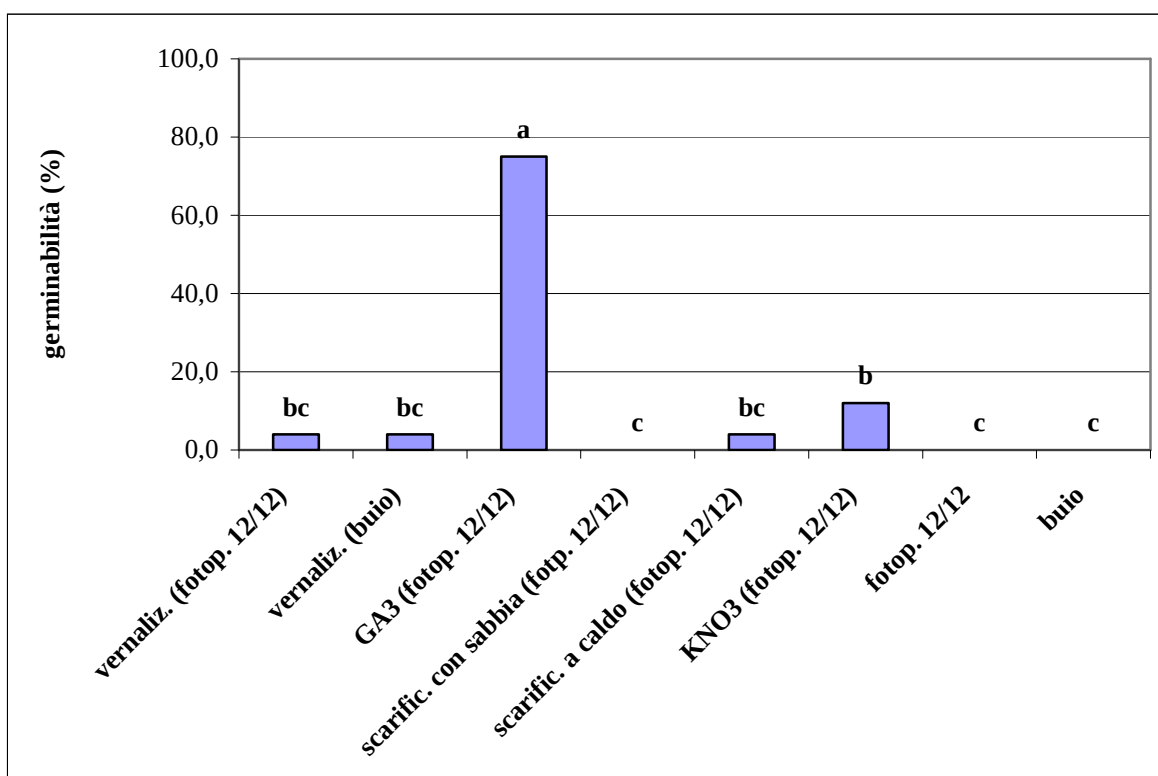


Fig. 8.16 – Germinabilità a 15°C dei semi di *Marrubium vulgare* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

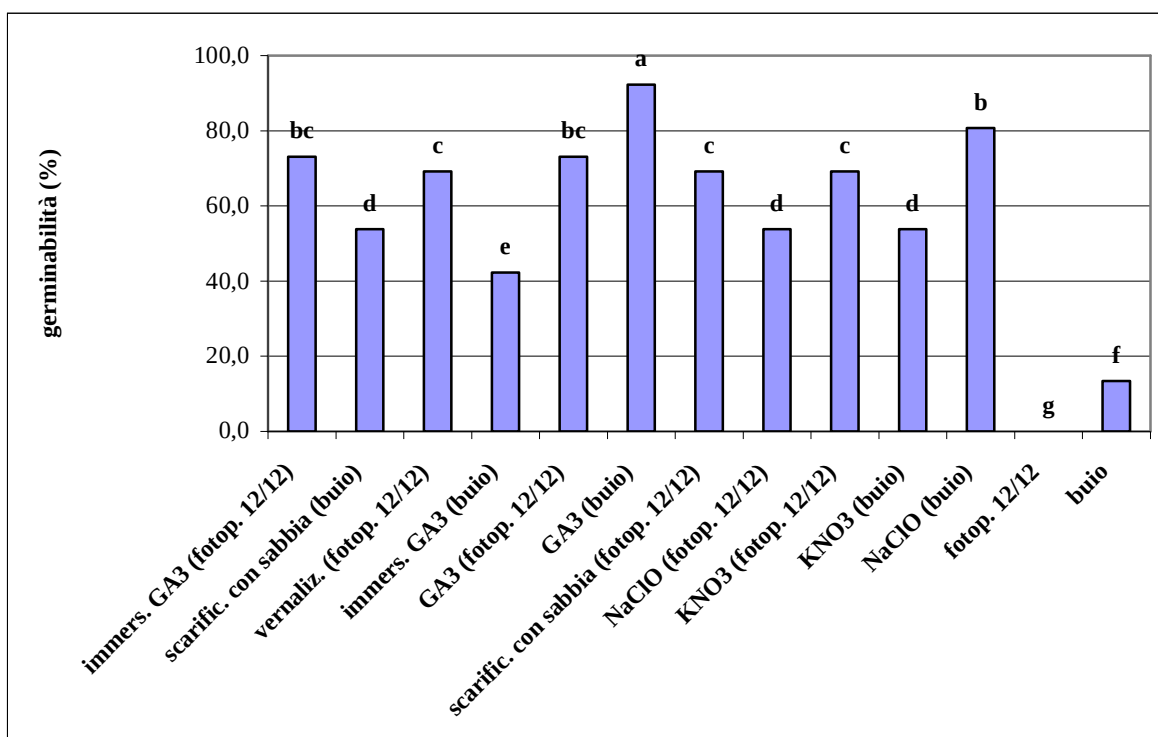


Fig. 8.17 – Germinabilità a 20°C dei semi di *Marrubium vulgare* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

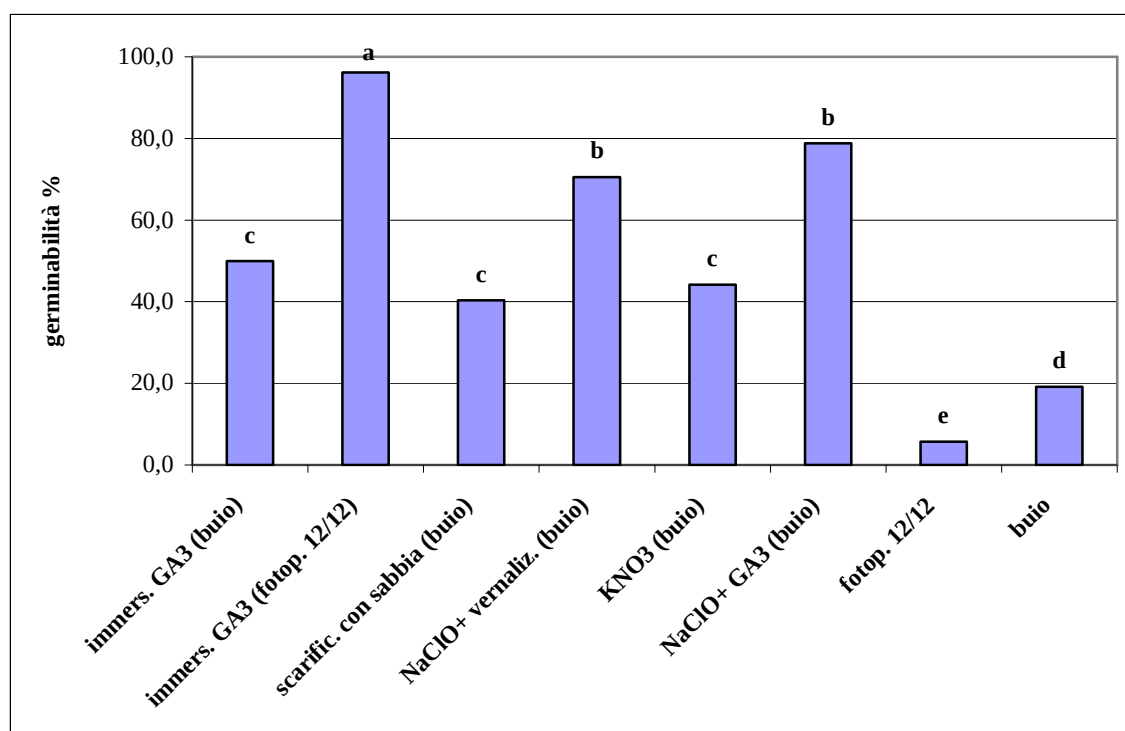


Fig. 8.18 – Germinabilità a 25°C dei semi di *Marrubium vulgare* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

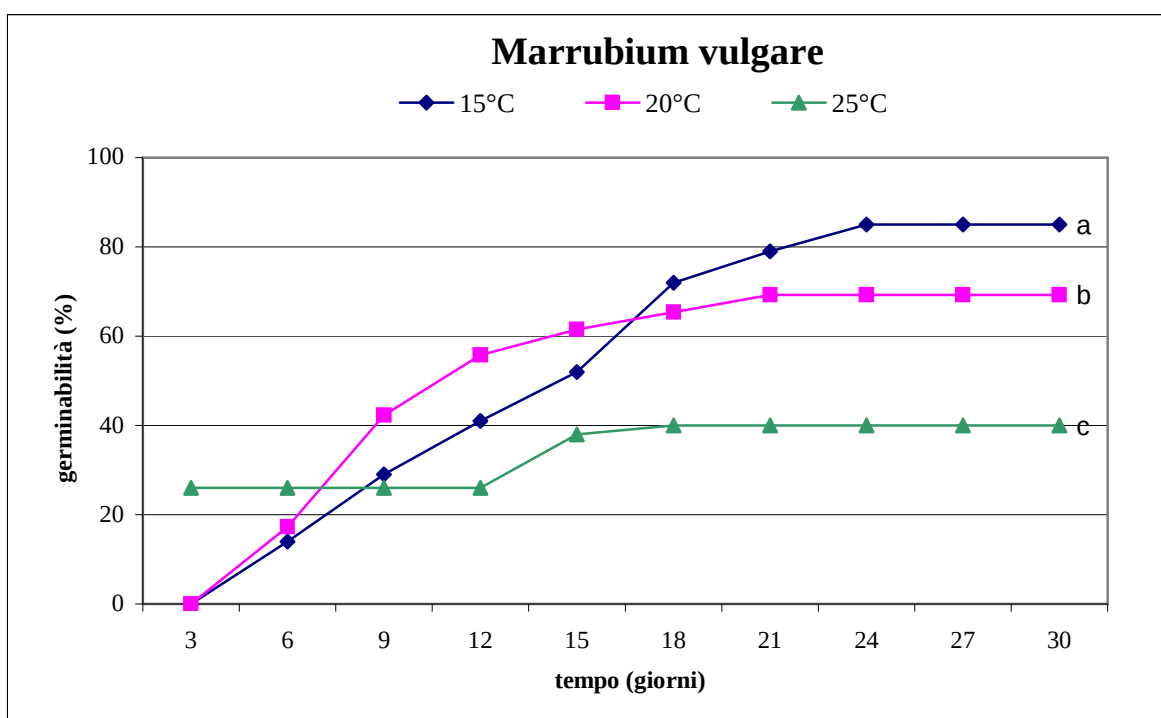


Fig. 8.19 – Test di germinazione eseguiti con fotoperiodo di 12 ore di luce dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (i valori dell'ultimo rilievo contrassegnati da lettere uguali non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

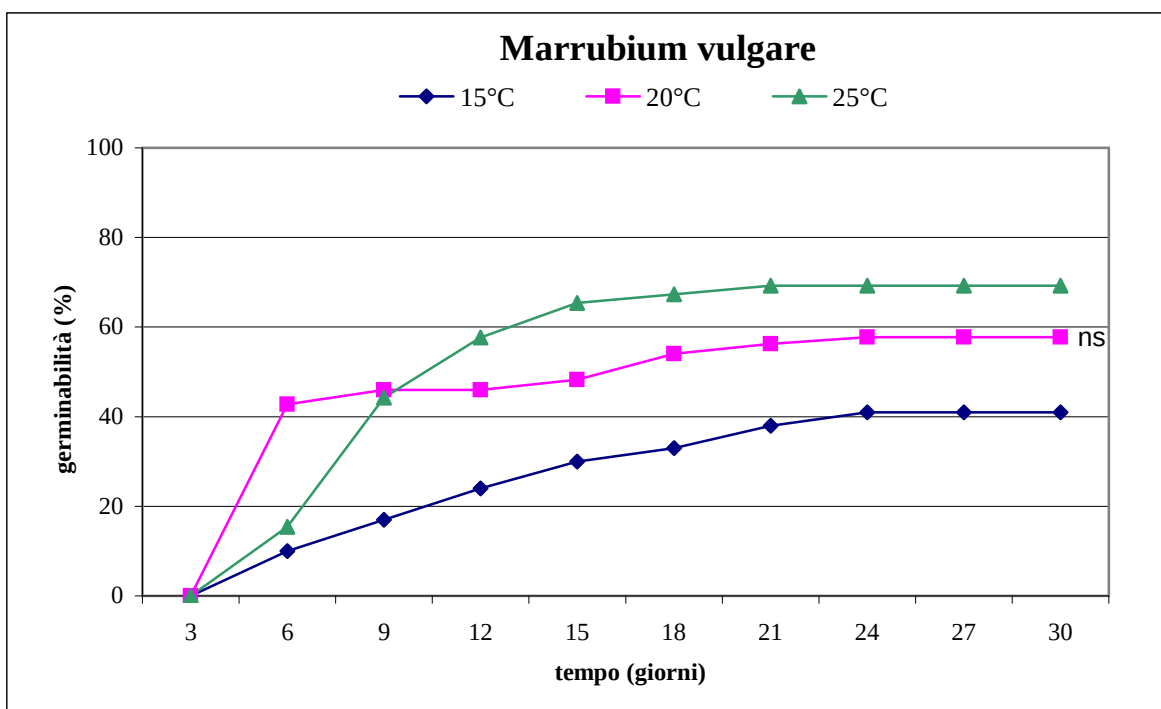


Fig. 8.20 – Test di germinazione eseguiti al buio dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (ns indica la non significatività per il Test F eseguito nell'ultimo rilievo).

e) *Prunella laciniata*

A 15°C i pretrattamenti sperimentati non hanno incrementato significativamente la germinabilità dei semi rispetto al testimone (fotop. 12/12), contrariamente al testimone (buio) (Fig. 8.21), analogamente a quanto è stato riscontrato a 20°C (Fig. 8.22), mentre a 25°C nessuno dei pretrattamenti adottati ha incrementato significativamente la germinabilità dei semi rispetto al testimone (fotop. 12/12), ma si sono rivelati vantaggiosi nei confronti del testimone (buio) ad eccezione della scarificazione meccanica (fotop. 12/12), dell'immersione dei semi in NaClO e successivamente sottoposti a vernalizzazione (buio) e dell'impiego di KNO₃ (buio) (Figg. 8.23). I valori di germinabilità rilevati nelle prove svolte con fotoperiodo di 12 ore di luce, dopo un anno dalla raccolta del seme, non sono risultati significativamente differenti per le tre temperature di riferimento; al buio la maggiore germinabilità è stata osservata a 25°C ed è risultata significativamente differente rispetto ai valori ottenuti alle altre due temperature (Figg. 8.24-8.25).

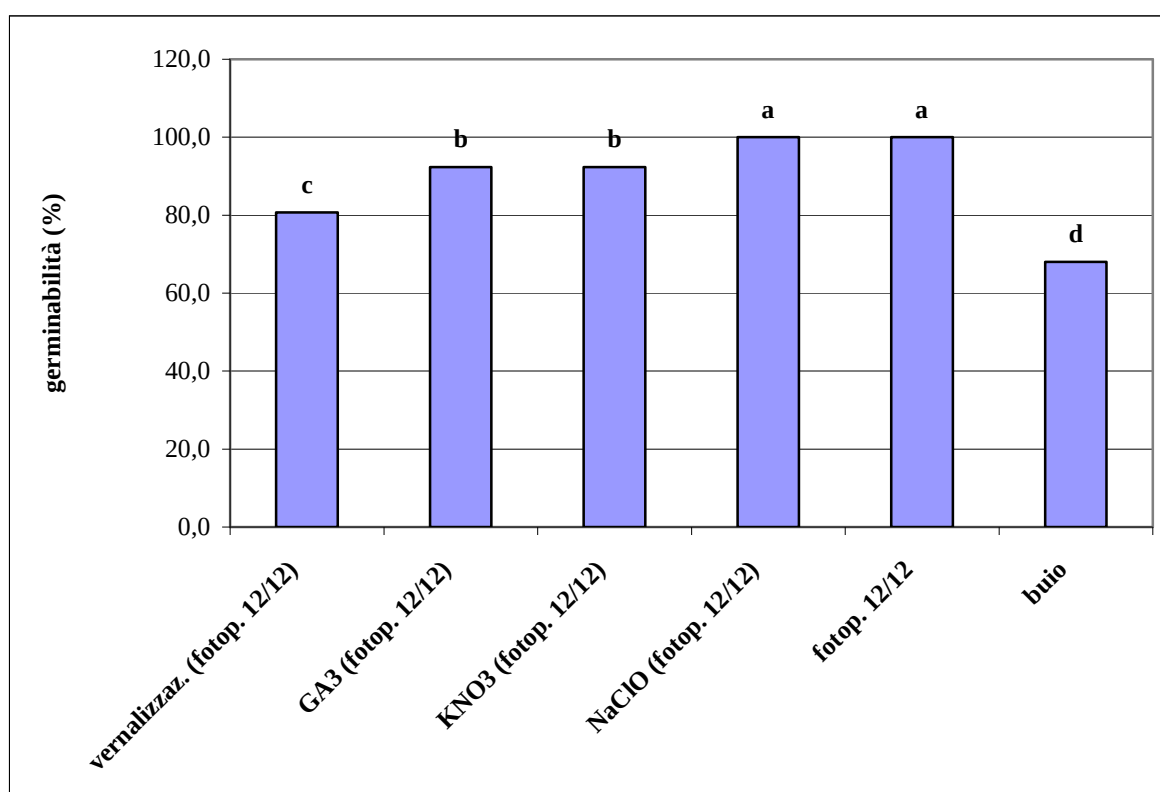


Fig. 8.21 – Germinabilità a 15°C dei semi di *Prunella laciniata* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

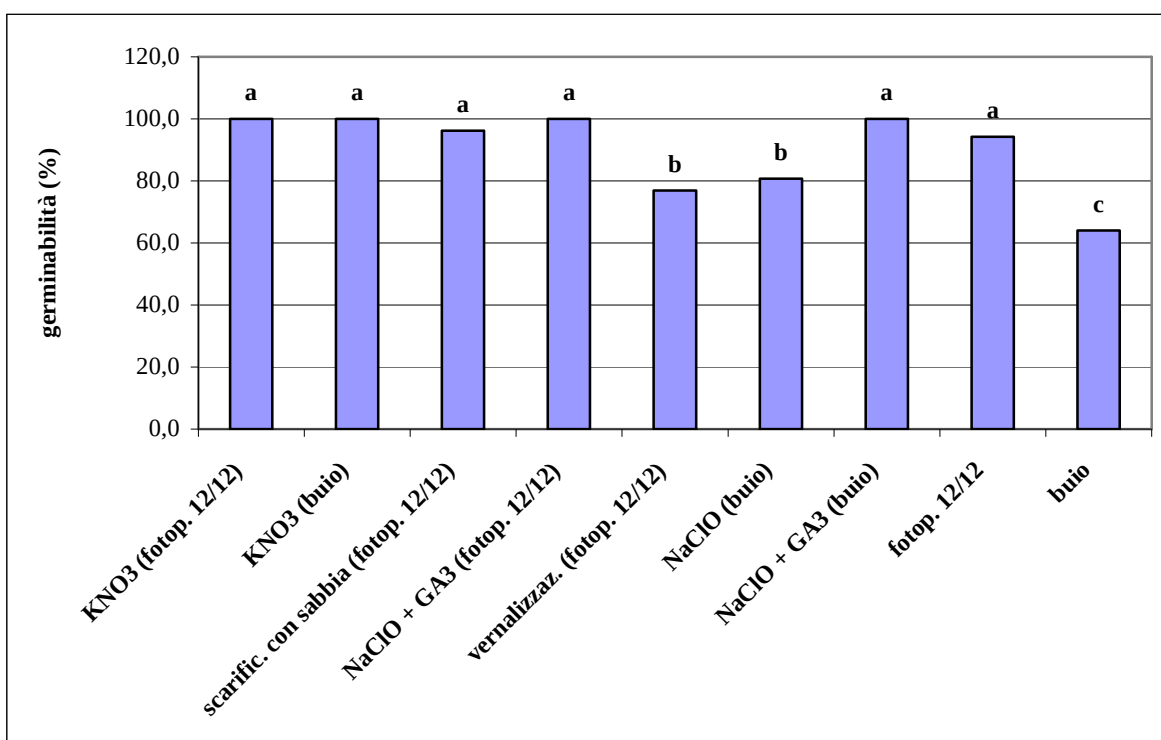


Fig. 8.22 – Germinabilità a 20°C dei semi di *Prunella laciniata* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

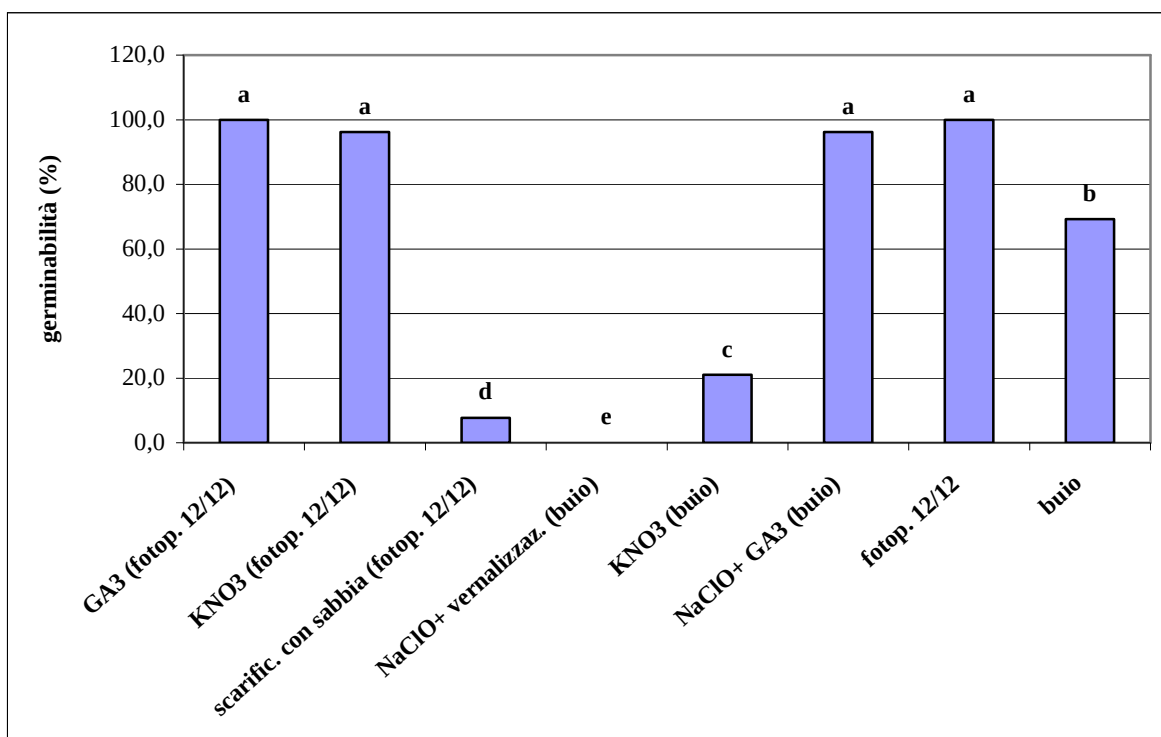


Fig. 8.23 – Germinabilità a 25°C dei semi di *Prunella laciniata* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

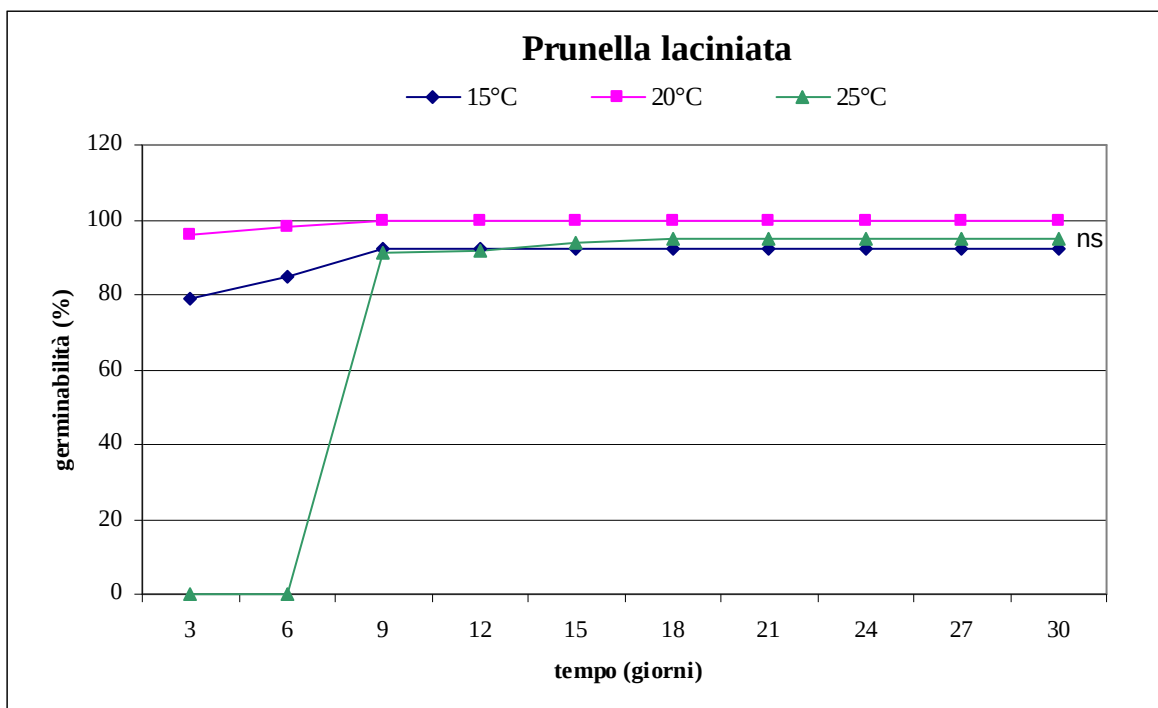


Fig. 8.24 – Test di germinazione eseguiti con fotoperiodo di 12 di luce, dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (ns indica la non significatività del Test F eseguito nell'ultimo rilievo).

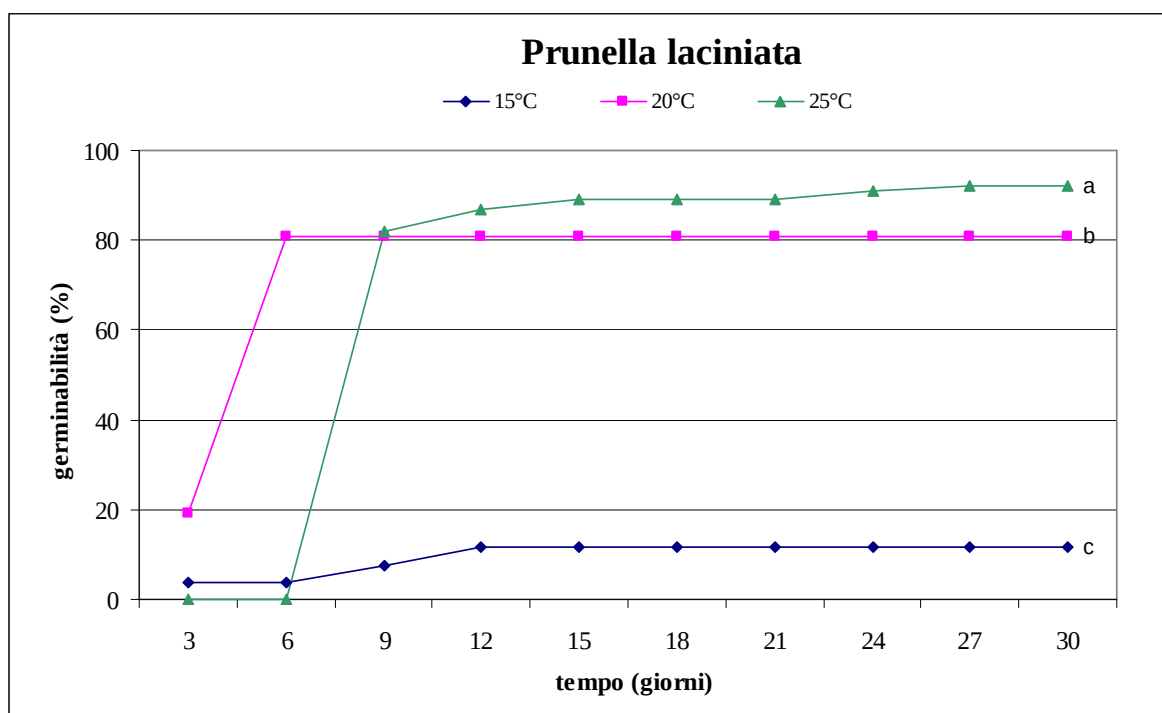


Fig. 8.25 – Test di germinazione eseguiti al buio dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (i valori dell'ultimo rilievo contrassegnati da lettere uguali non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

f) *Lomelosia argentea*

Nelle figure 8.26 e 8.27 è riportato l'andamento della germinazione dei semi non pretrattati rilevato entro 3-4 mesi dalla raccolta, alle diverse condizioni termiche e luminose. A 15°C i pretrattamenti sperimentati (la vernalizzazione e l'impiego di KNO_3 e GA_3) sia con fotoperiodo di 12 ore di luce che al buio non hanno fornito un incremento della germinabilità statisticamente differente rispetto ai testimoni (Figg. 8.26-8.27). A 20°C i pretrattamenti sono risultati significativamente differenti e vantaggiosi rispetto al testimone (fotop. 12/12) ad eccezione della vernalizzazione (fotop. 12/12), mentre rispetto al testimone (buio) non sono risultati significativamente differenti l'immersione dei semi in NaClO successivamente sottoposti a vernalizzazione (fotop. 12/12) e l'immersione in GA_3 (fotop. 12/12), i restanti pretrattamenti hanno prodotto un incremento significativo della germinabilità dei semi ad eccezione della vernalizzazione (fotop. 12/12) e dell'immersione dei semi in GA_3 (buio) (Fig. 8.28). A 25°C i pretrattamenti significativamente differenti rispetto al testimone (fotop. 12/12) sono stati l'immersione dei semi in NaClO (buio) e la vernalizzazione preceduta dall'immersione dei semi in NaClO (buio); rispetto al testimone (buio), il solo pretrattamento della vernalizzazione dei semi precedentemente immersi in NaClO (buio) è risultato vantaggioso (Fig. 8.29). Dopo un anno, i valori di germinabilità rilevati alle tre temperature di prove non sono risultati significativamente differenti tra loro sia con fotoperiodo di 12 ore di luce che al buio (Figg. 8.30-8.31).

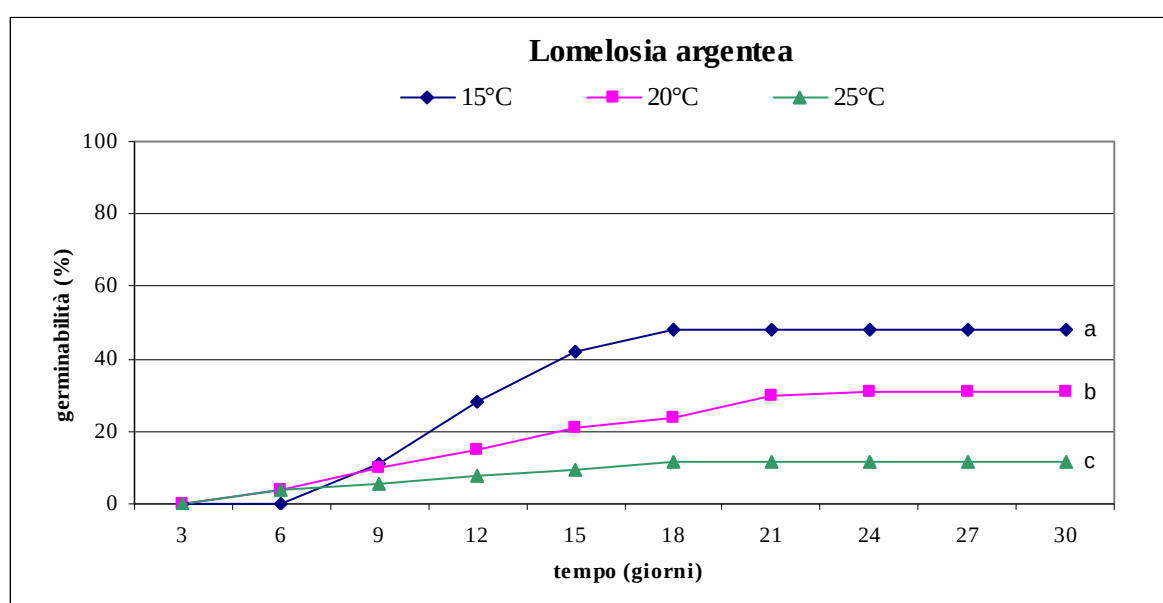


Fig. 8.26 – Test di germinazione eseguiti con fotoperiodo di 12 ore di luce, entro 3-4 mesi dalla raccolta, con seme non pretrattato (i valori dell'ultimo rilievo contrassegnati da lettere uguali non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

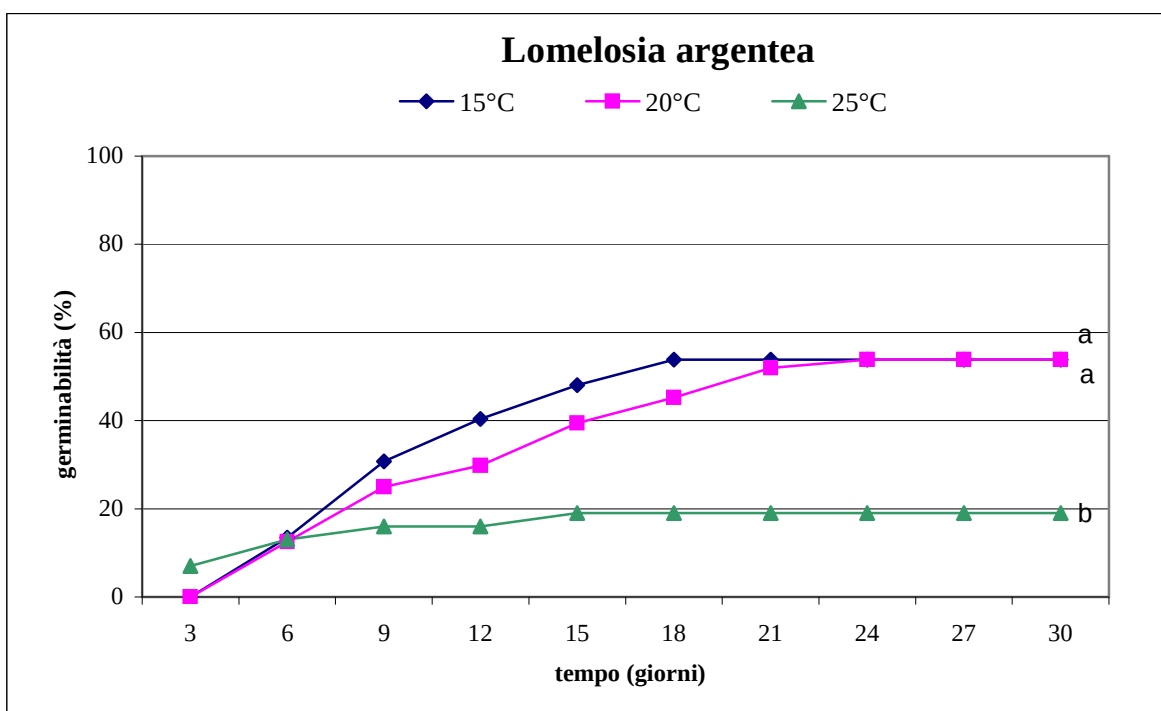


Fig. 8.27 – Test di germinazione eseguiti al buio, entro 3-4 mesi dalla raccolta, con seme non pretrattato, (i valori dell'ultimo rilievo contrassegnati da lettere uguali non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

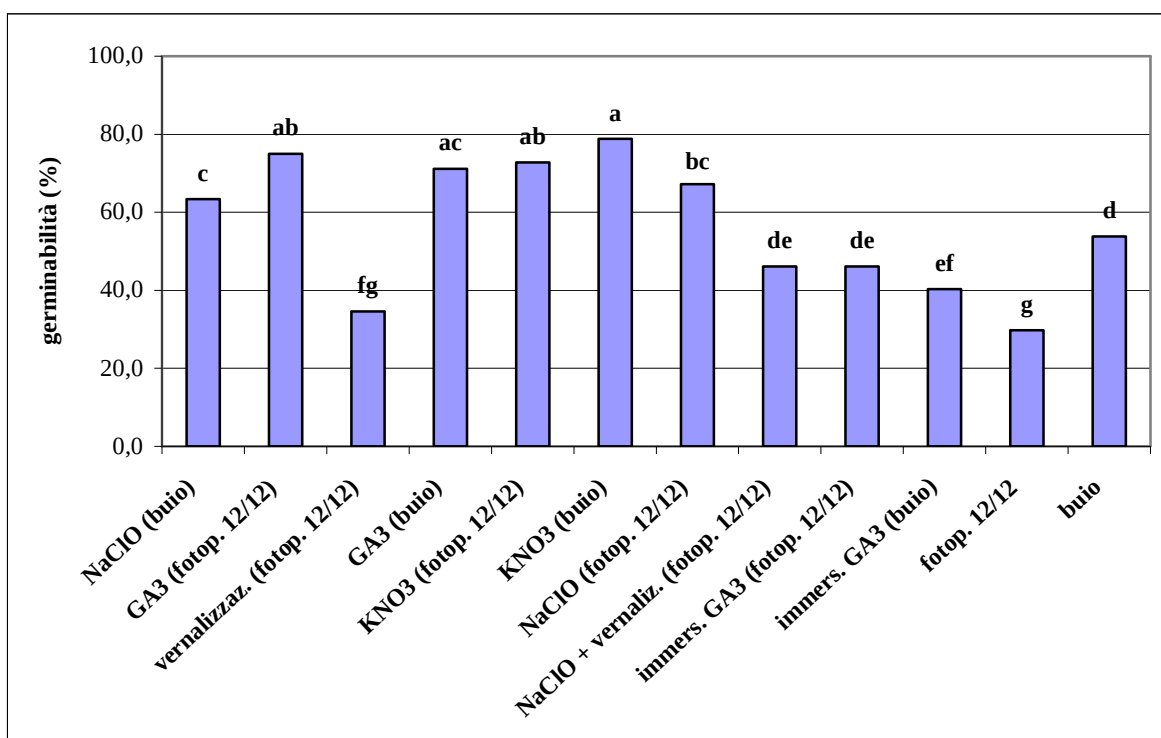


Fig. 8.28 – Germinabilità a 20°C dei semi di *Lomelosia argentea* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

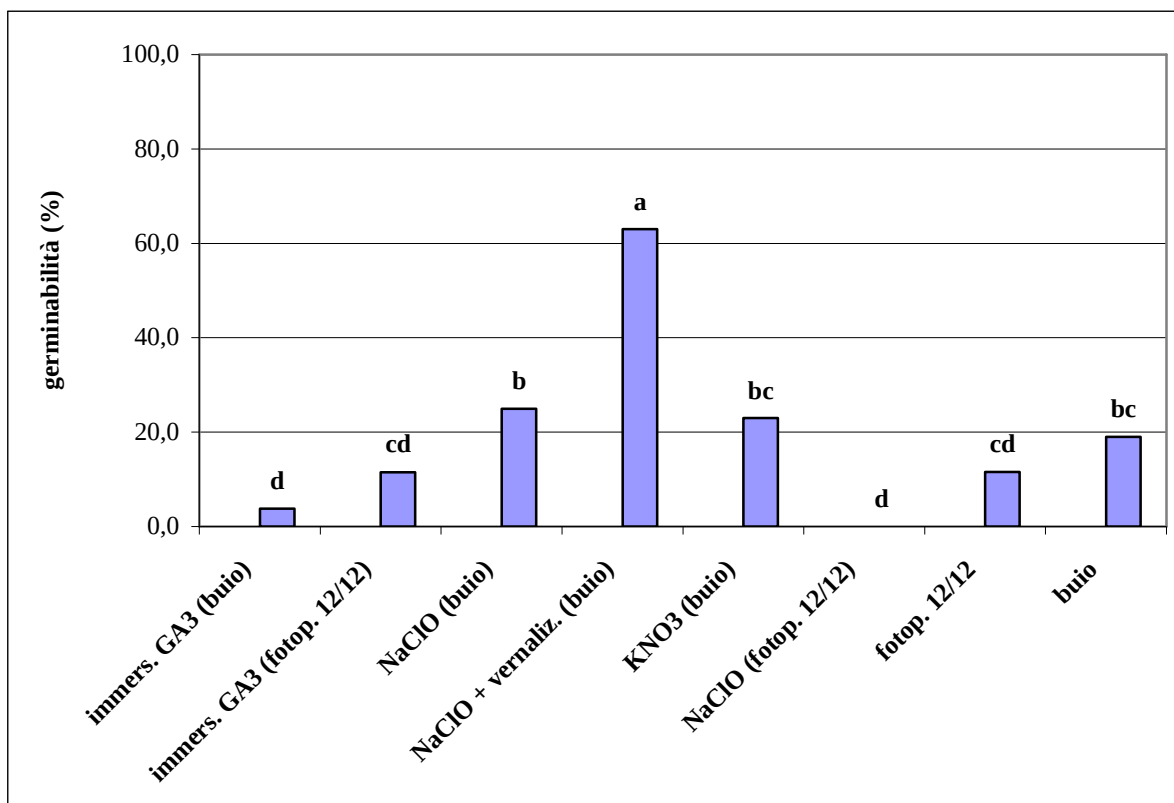


Fig. 8.29 – Germinabilità a 25°C dei semi di *Lomelosia argentea* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

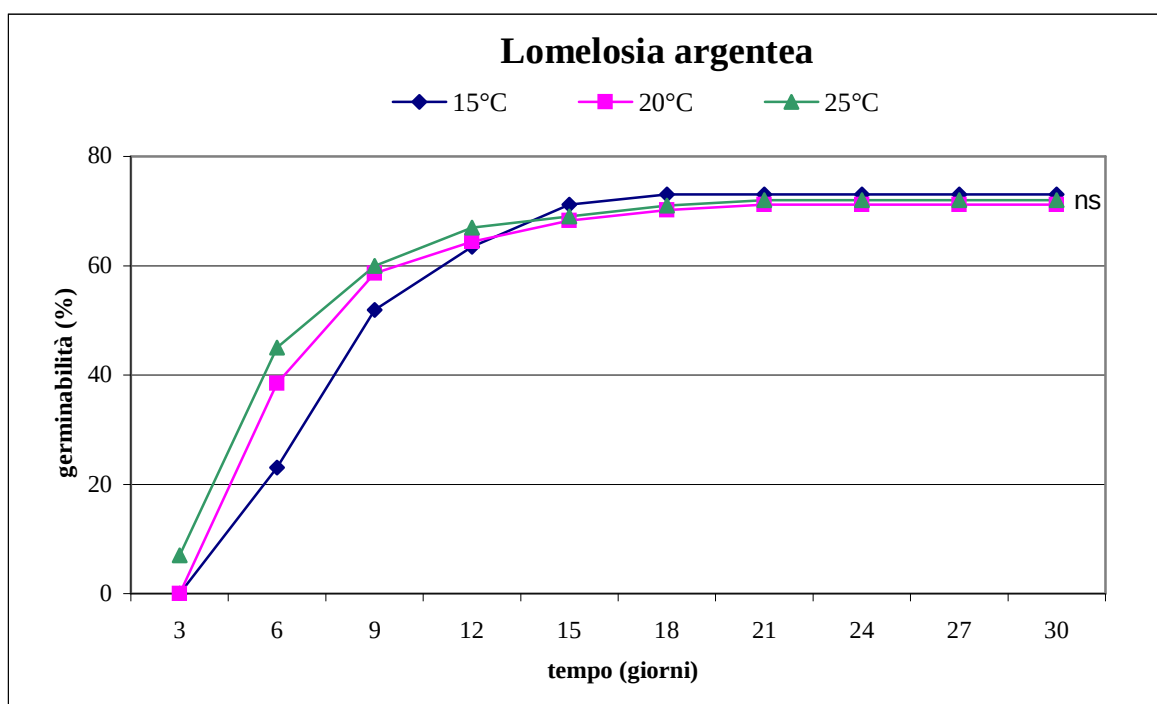


Fig. 8.30 – Test di germinazione eseguiti con fotoperiodo di 12 ore di luce, dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (ns indica la non significatività del Test F eseguito nell'ultimo rilievo).

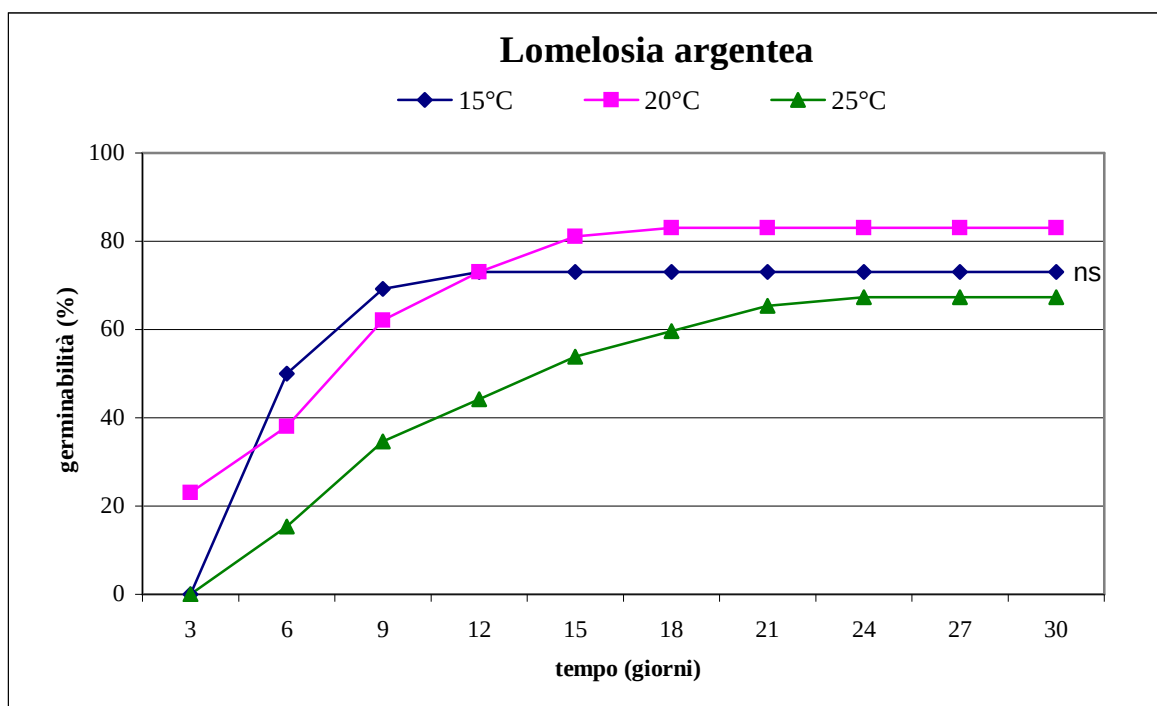


Fig. 8.31 – Test di germinazione eseguiti al buio dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (ns indica la non significatività del Test F eseguito nell’ultimo rilievo).

g) *Sixalis atropurpurea* subsp. *grandiflora*

A 15°C i pretrattamenti che hanno fornito un significativo incremento della germinabilità rispetto al testimone (fotop. 12/12) sono risultati l’impiego di GA_3 e di KNO_3 (fotop. 12/12) e l’immersione dei semi in $NaClO$ (fotop. 12/12); rispetto al testimone (buio), oltre ai pretrattamenti già citati, si è rivelata utile anche la scarificazione meccanica (Fig. 8.31). A 20°C i pretrattamenti sperimentati che sono risultati significativamente differenti rispetto al testimone (fotop. 12/12) sono stati l’immersione in GA_3 (fotop. 12/12 e buio), l’impiego di GA_3 e di KNO_3 , preceduto dall’immersione dei semi in $NaClO$ (fotop. 12/12); rispetto al testimone (buio) sono risultati significativamente differenti tutti i pretrattamenti già citati oltre all’immersione dei semi in $NaClO$ (fotop. 12/12)(Fig. 8.32). A 25°C tutti i pretrattamenti hanno significativamente incrementato la germinabilità dei semi rispetto al testimone (fotop. 12/12), mentre rispetto al testimone (buio) è risultato significativamente migliore l’impiego di GA_3 (Fig. 8.33). Dopo un anno, i valori di germinabilità rilevati alle tre temperature di prove non sono risultati significativamente differenti tra loro sia alla luce che al buio (Figg. 8.34-8.35).

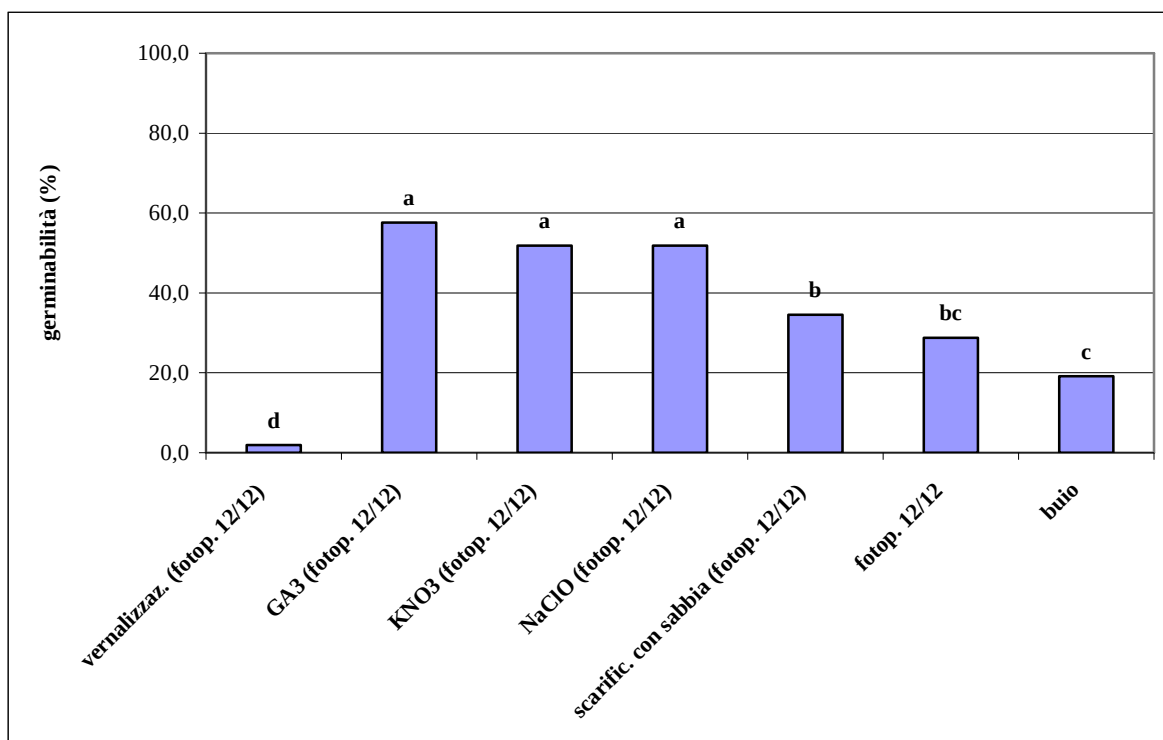


Fig. 8.31– Germinabilità a 15°C dei semi di *Sixalis atropurpurea* ssp. *grandiflora* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

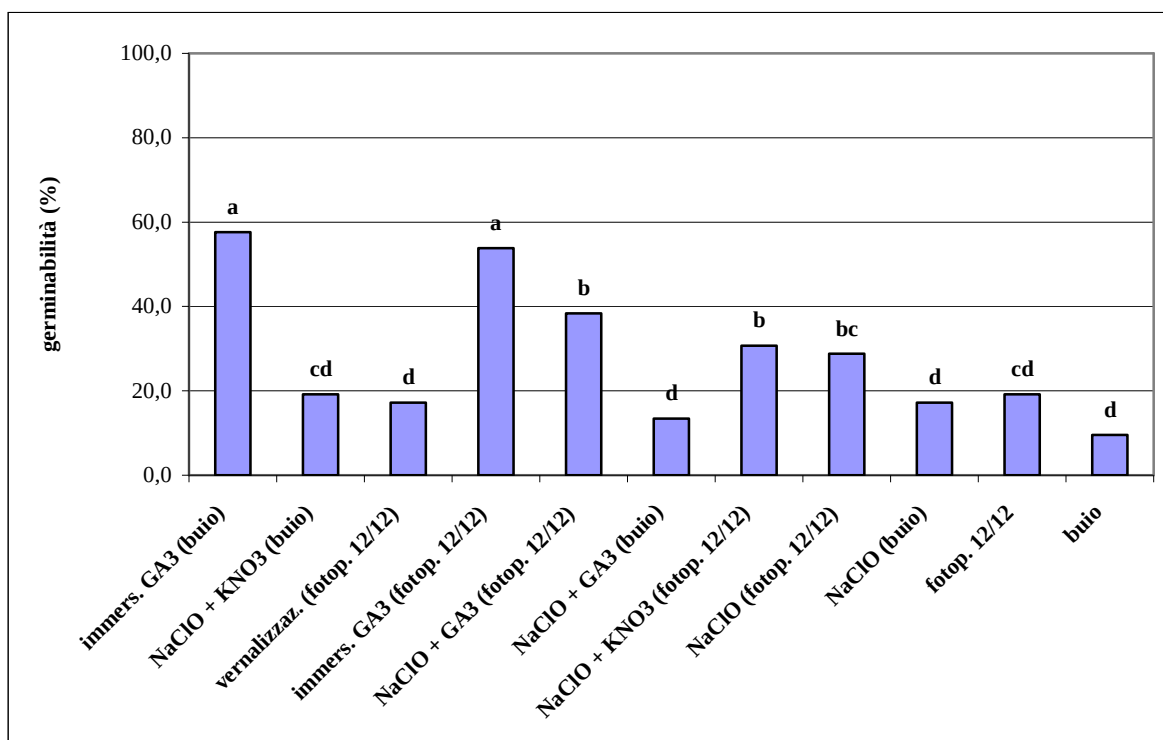


Fig. 8.32 – Germinabilità a 20°C dei semi di *Sixalis atropurpurea* ssp. *grandiflora* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

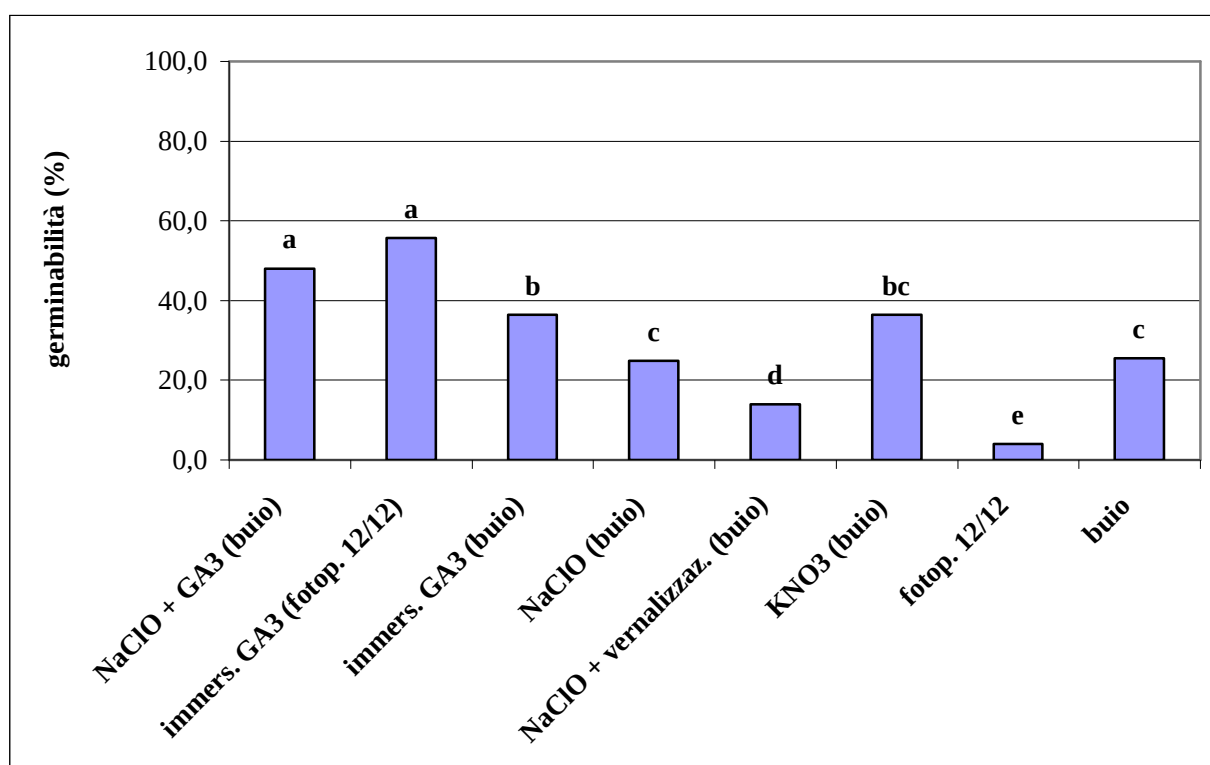


Fig. 8.33 – Germinabilità a 25°C dei semi di *Sixalis atropurpurea* ssp. *grandiflora* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

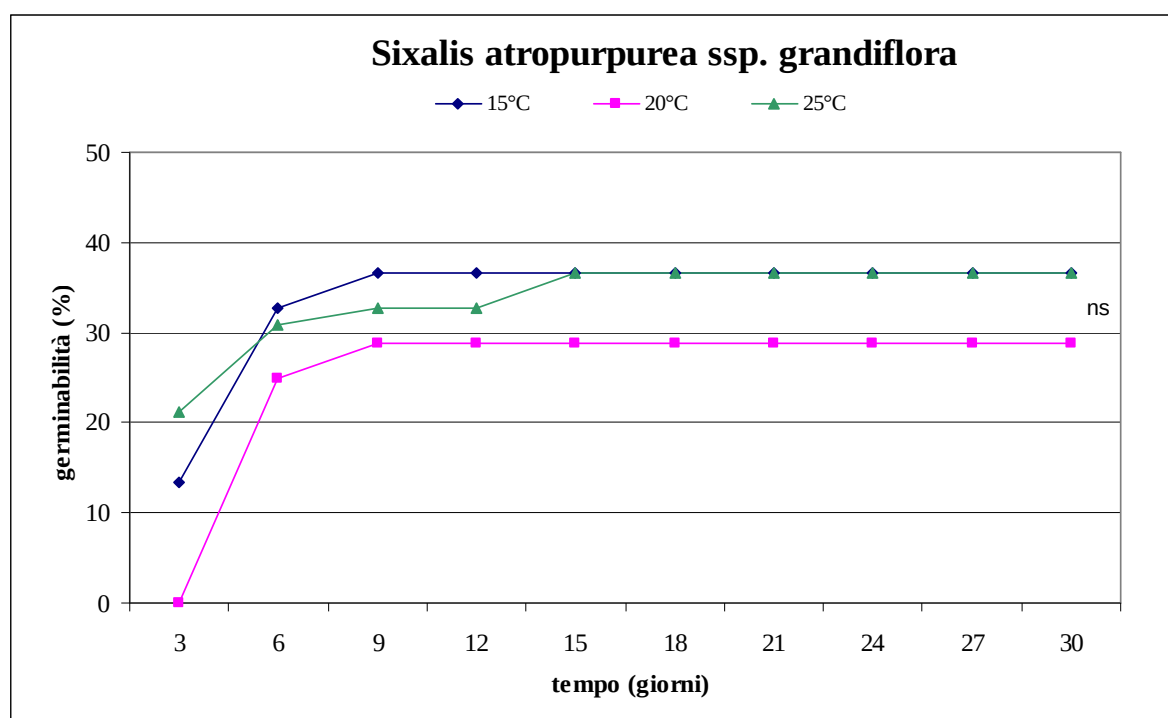


Fig. 8.34 – Test di terminabilità eseguiti con fotoperiodo di 12 ore di luce dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (ns indica la non significatività del Test F eseguito nell'ultimo rilievo).

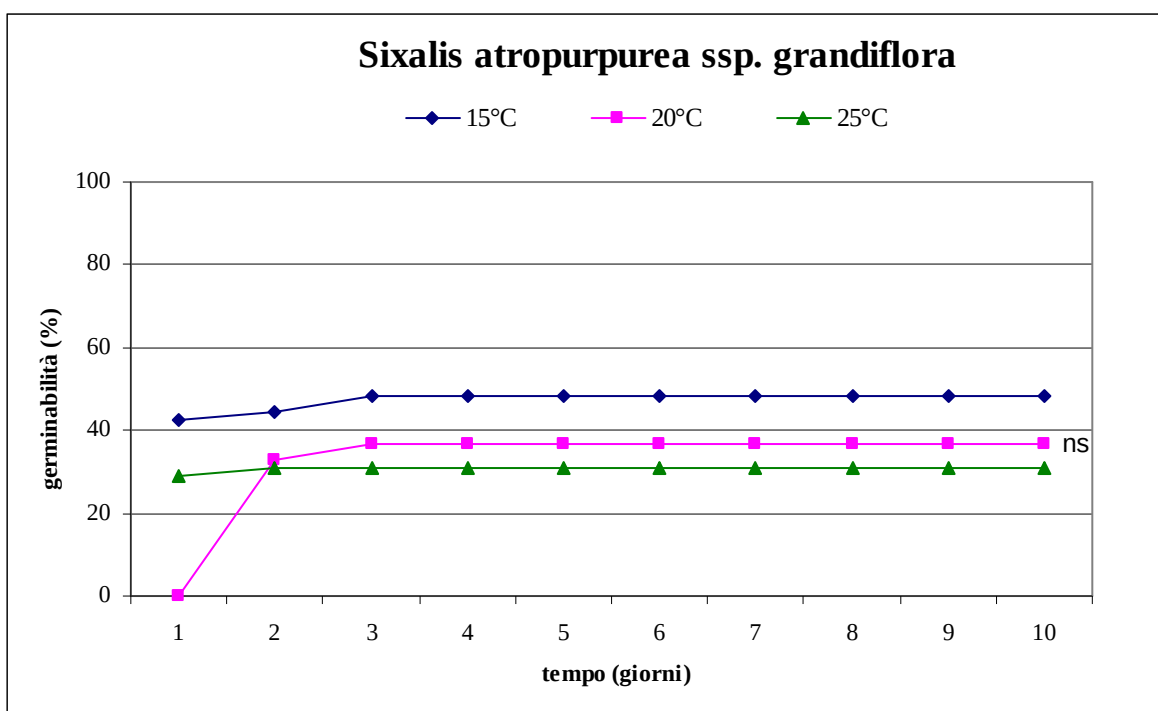


Fig. 8.35 – Test di terminabilità eseguiti al buio dopo un anno dalla raccolta, con semi non pretrattati (ns indica la non significatività del Test F eseguito nell'ultimo rilievo).

h) *Anacyclus radiatus*

A 15°C un incremento significativo della germinabilità rispetto al testimone (fotop. 12/12) è stato fornito dall'impiego di KNO_3 o GA_3 (fotop. 12/12), dall'immersione dei semi in NaClO (fotop. 12/12) e dalla vernalizzazione (fotop. 12/12), mentre rispetto al testimone (buio) hanno tutti incrementato significativamente la germinabilità dei semi a differenza della vernalizzazione (buio)(Fig. 8.36).

A 20°C il solo pretrattamento dell'immersione dei semi in NaClO (fotop. 12/12) ha fornito un significativo incremento della germinabilità dei semi rispetto al testimone (fotop. 12/12), mentre sono stati tutti significativamente differenti e vantaggiosi rispetto al testimone (buio)(Fig. 8.37).

A 25°C tutti i pretrattamenti sperimentati si sono rilevati significativamente differenti e vantaggiosi rispetto ai testimoni (Fig. 8.38). Dopo un anno non sono stati rilevati valori di germinabilità significativamente differenti alle tre temperature di prova, nei test eseguiti alla luce; al buio, la germinabilità a 15°C e 20°C non è stata significativamente differente, ma lo è stata rispetto a quanto ottenuto a 25°C, che sembra essere la temperatura meno favorevole (Figg. 8.39-8.40).

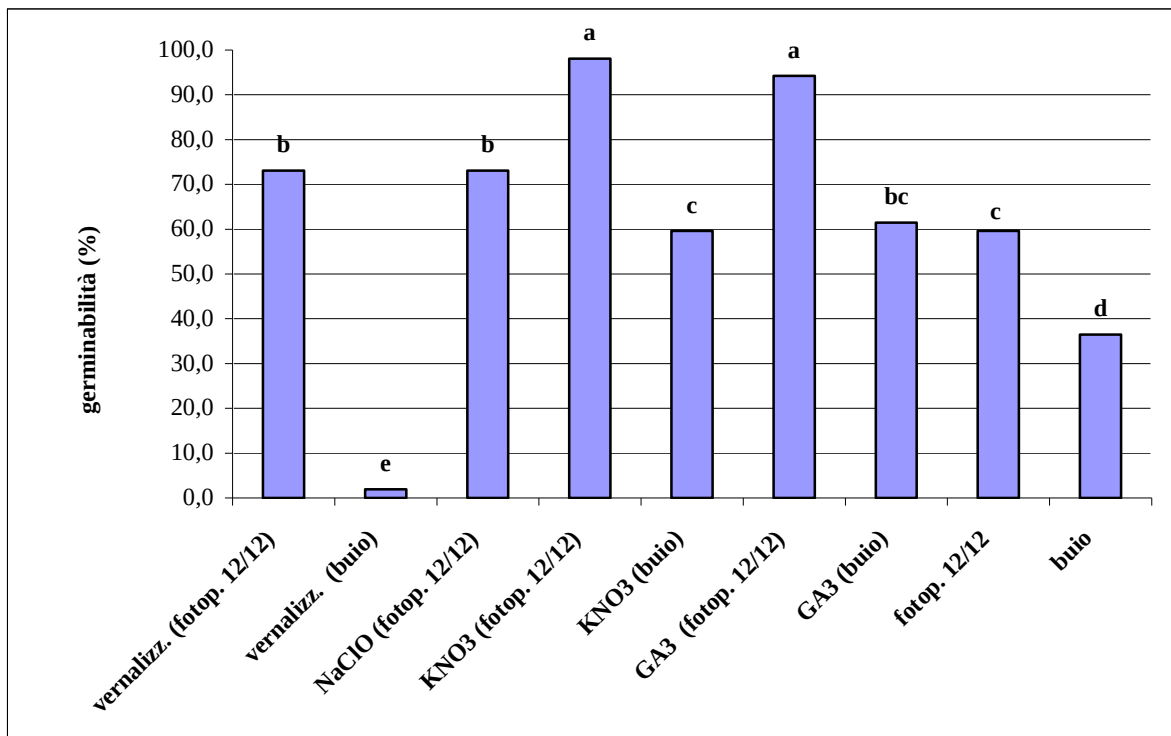


Fig. 8.36 – Germinabilità a 15°C dei semi di *Anacyclus radiatus* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

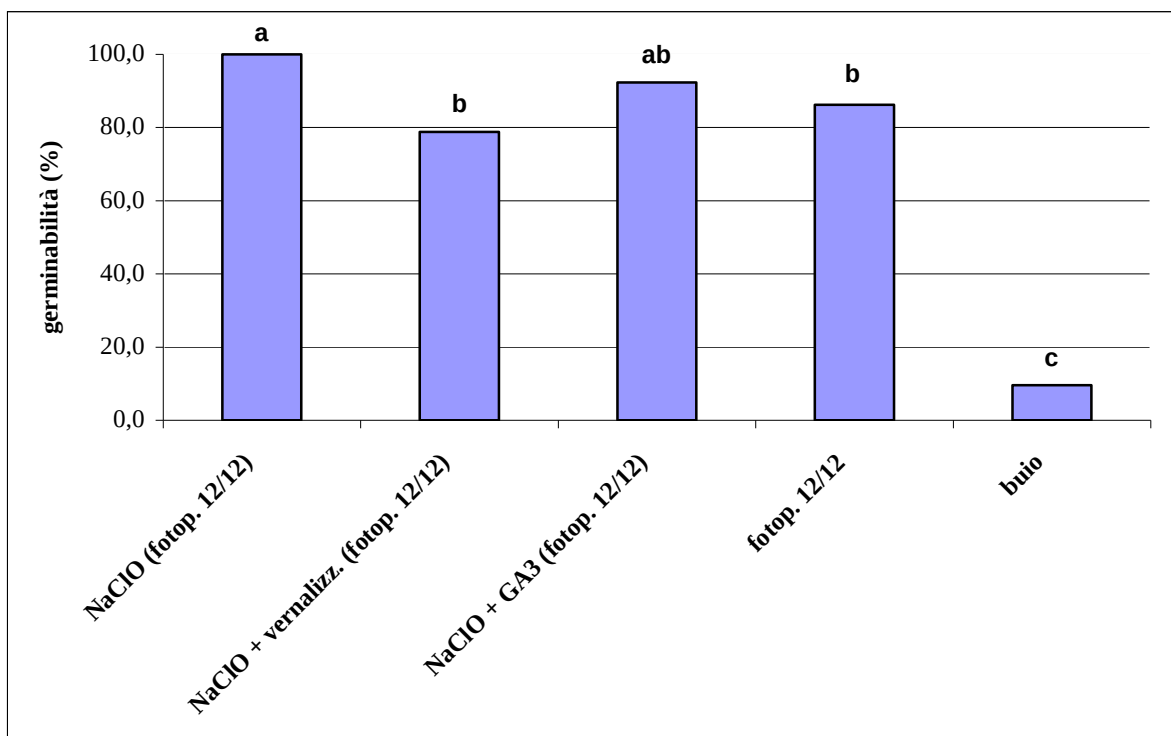


Fig. 8.37 – Germinabilità a 20°C dei semi di *Anacyclus radiatus* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

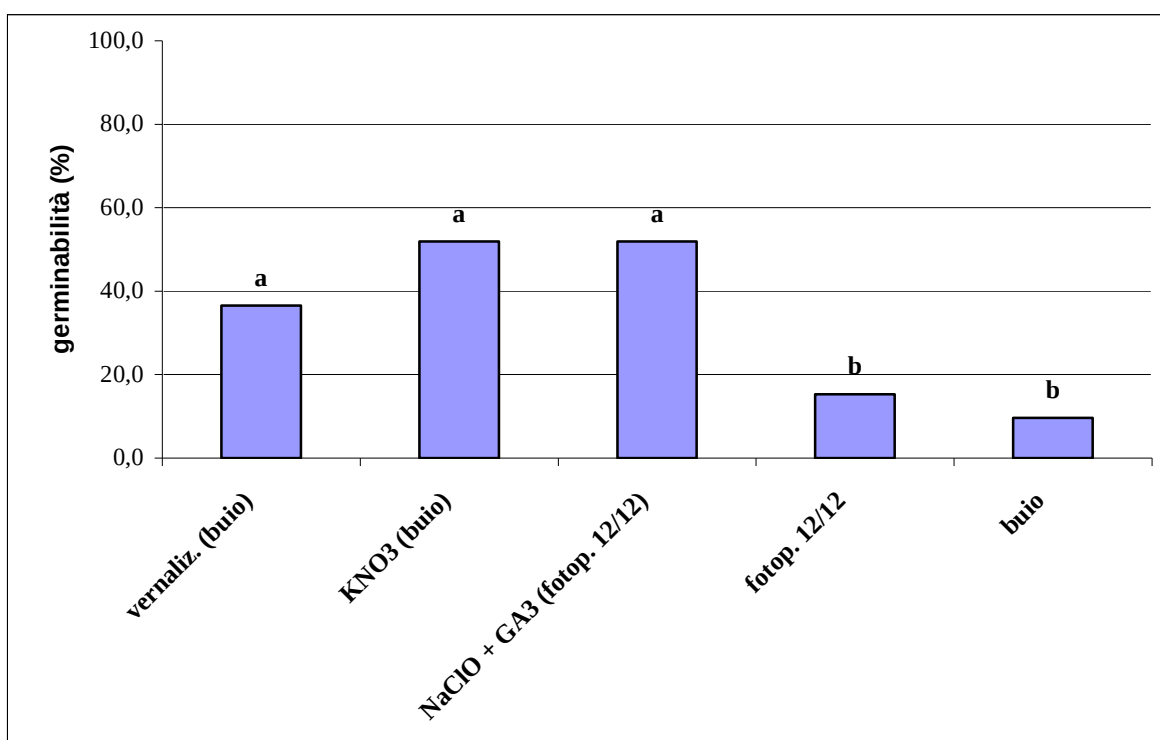


Fig. 8.38 – Germinabilità a 25°C dei semi di *Anacyclus radiatus* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

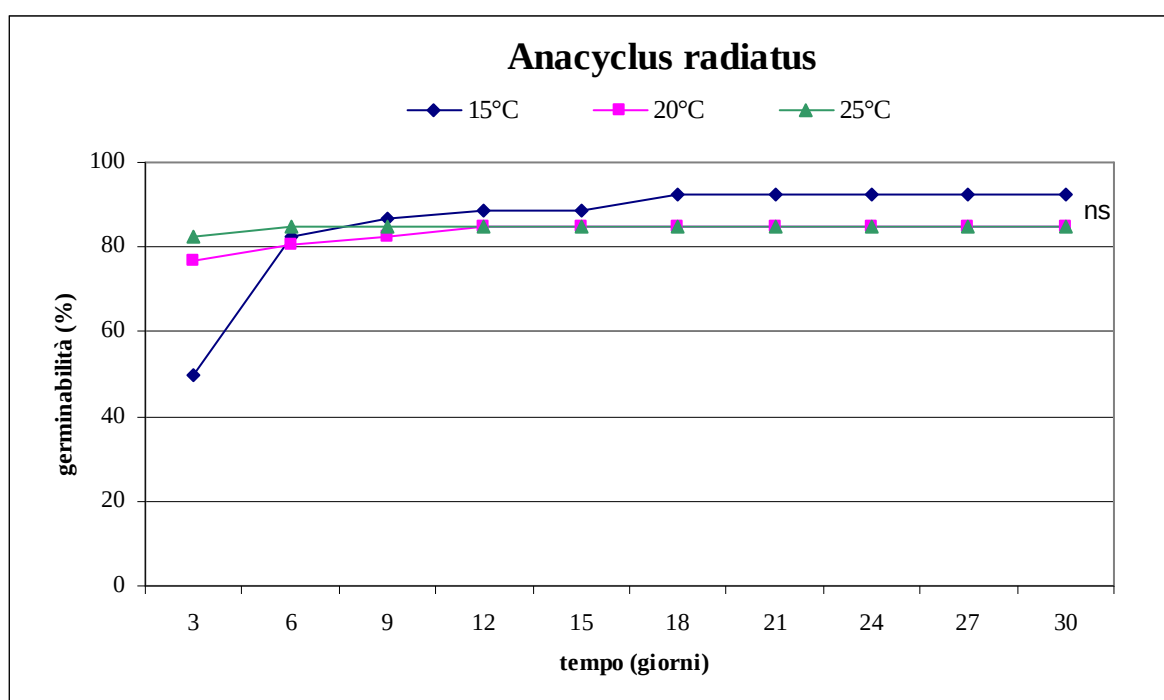


Fig. 8.39 – Test di germinazione eseguiti con fotoperiodo di 12 ore di luce dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (ns indica la non significatività del Test F eseguito nell'ultimo rilievo).

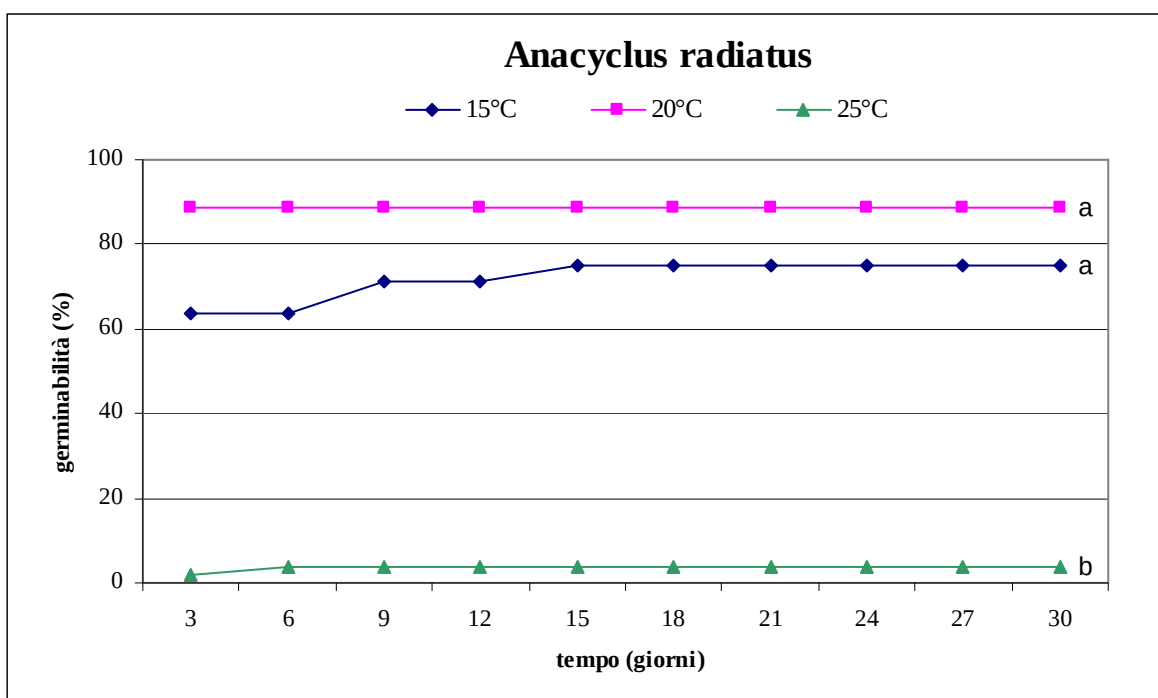


Fig. 8.40 – Test di germinazione eseguiti al buio, dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (i valori dell’ultimo rilievo contrassegnati da lettere uguali non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

i) *Cota tinctoria* subsp. *tinctoria*

Nessuno dei pretrattamenti adottati a 15°C ha fornito un incremento della germinabilità significativamente differente rispetto al testimone (fotop. 12/12), mentre al contrario sono stati significativamente differenti e vantaggiosi rispetto al testimone (buio) ad eccezione della vernalizzazione (buio)(Fig. 8.41). A 20°C il migliore pretrattamento si è rivelato l’impiego di GA_3 (fotop. 12/12), ma altrettanto significativi ed utili si sono rivelati gli altri pretrattamenti rispetto ad entrambi i testimoni, ad eccezione della vernalizzazione (buio)(Fig. 8.42).

A 25°C i pretrattamenti sperimentati sono stati significativamente differenti e vantaggiosi rispetto al testimone (buio), mentre nei confronti del testimone (fotop. 12/12), solo l’impiego di KNO_3 (buio) non ha incrementato significativamente la germinabilità dei semi (Fig. 8.43). Dopo un anno, il valore di germinabilità più elevato è stato rilevato a 20°C, per quanto riguarda i test eseguiti con fotoperiodo di 12 ore di luce, ed è risultato significativamente differente da quelli ottenuti alle altre temperature; nelle prove eseguite al buio non è stata rilevata significatività tra i valori di germinabilità ricavati alle tre temperature (Figg. 8.44-8.45).

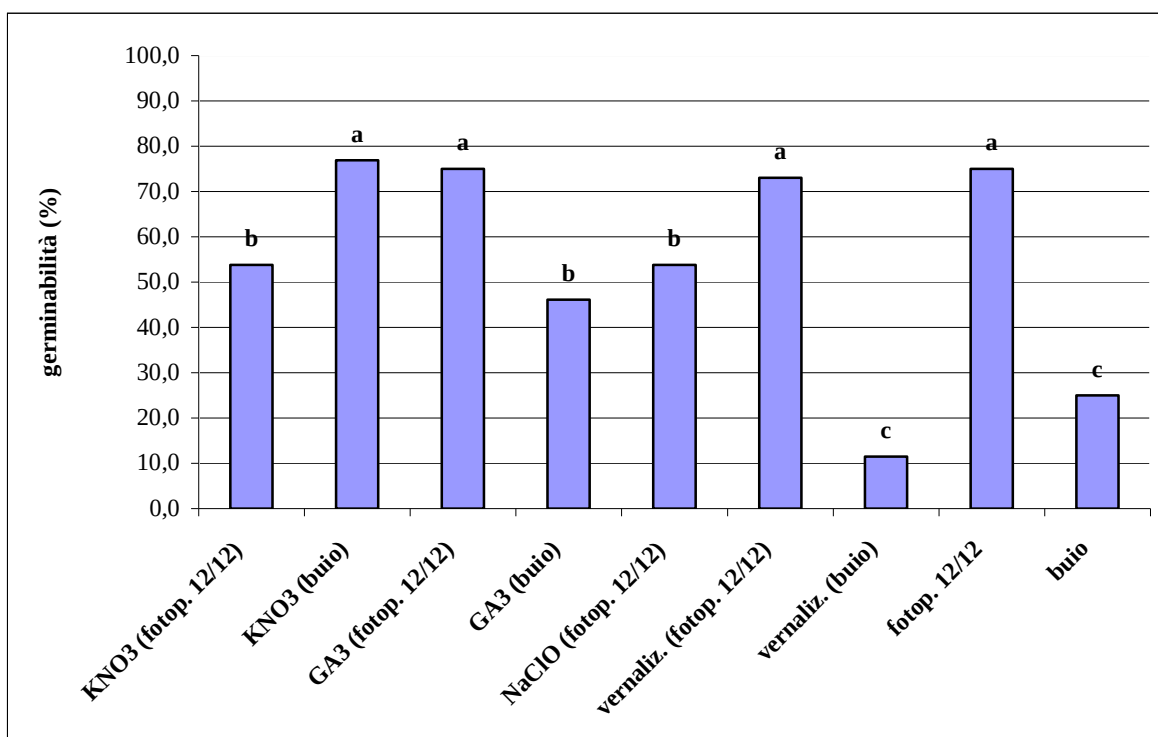


Fig. 8.41 – Germinabilità 15°C del seme di *Cota tinctoria* s.s. sottoposto a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

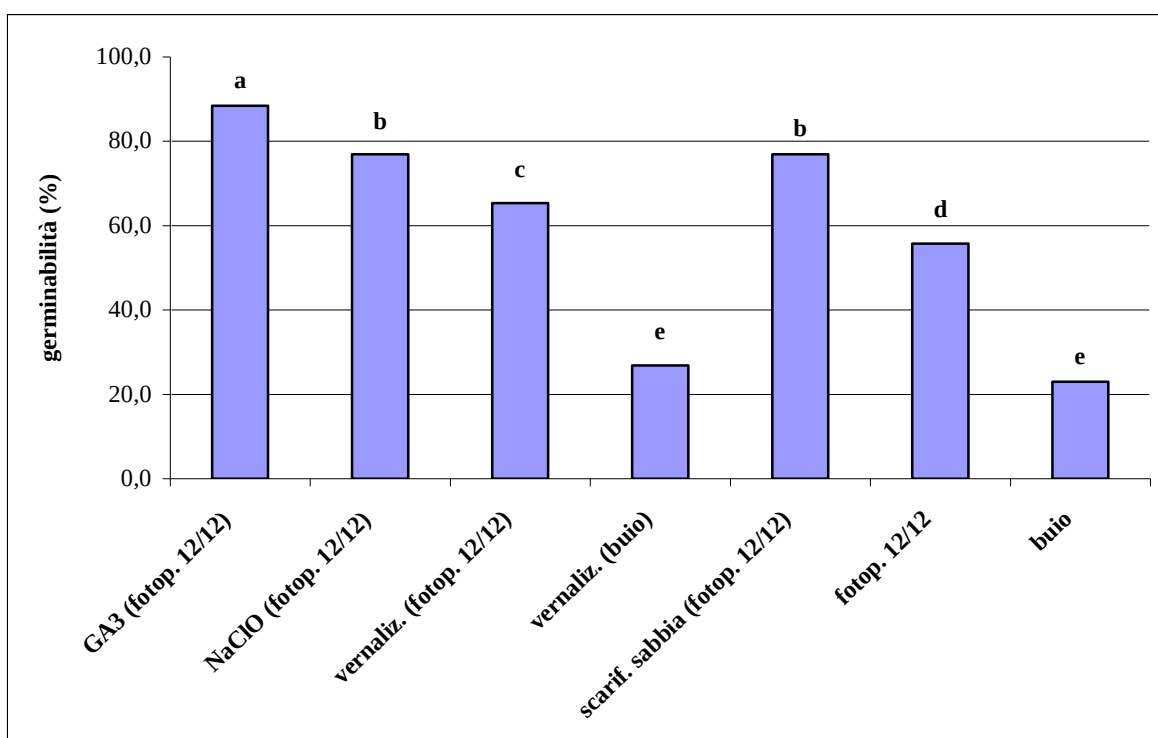


Fig. 8.42 – Germinabilità a 20°C dei semi di *Cota tinctoria* s.s. sottoposto a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

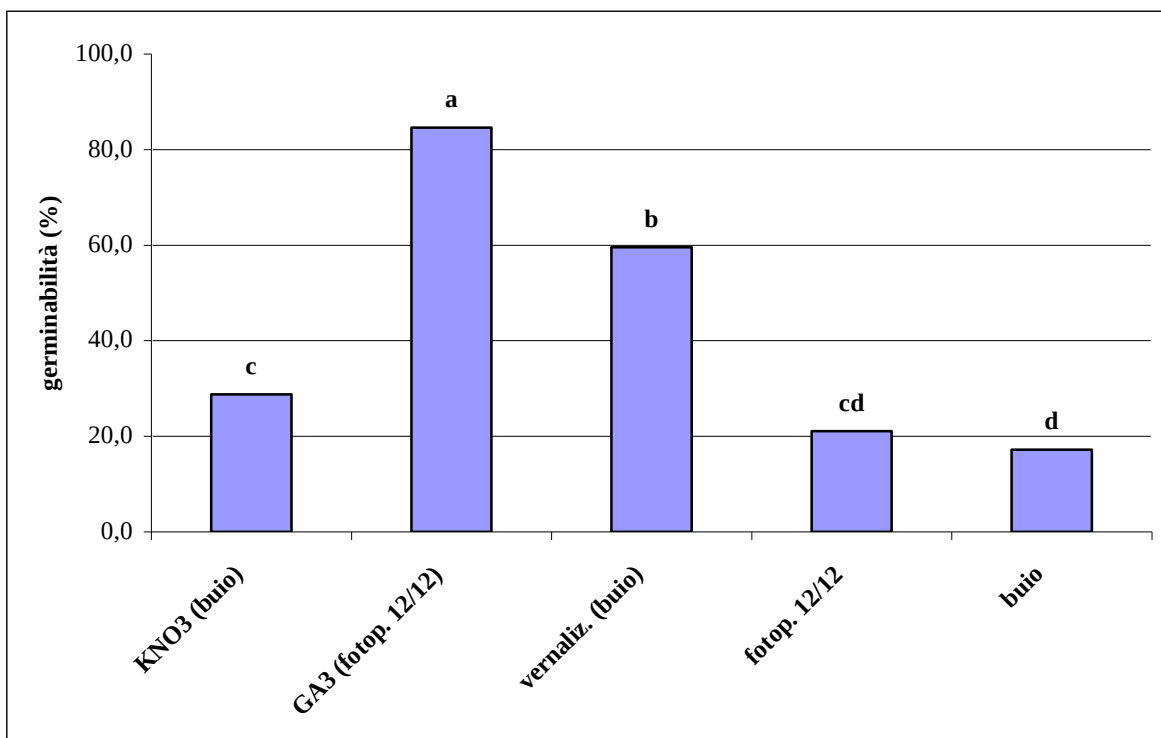


Fig. 8.43 – Germinabilità a 25°C dei semi di *Cota tinctoria* s.s. sottoposto a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

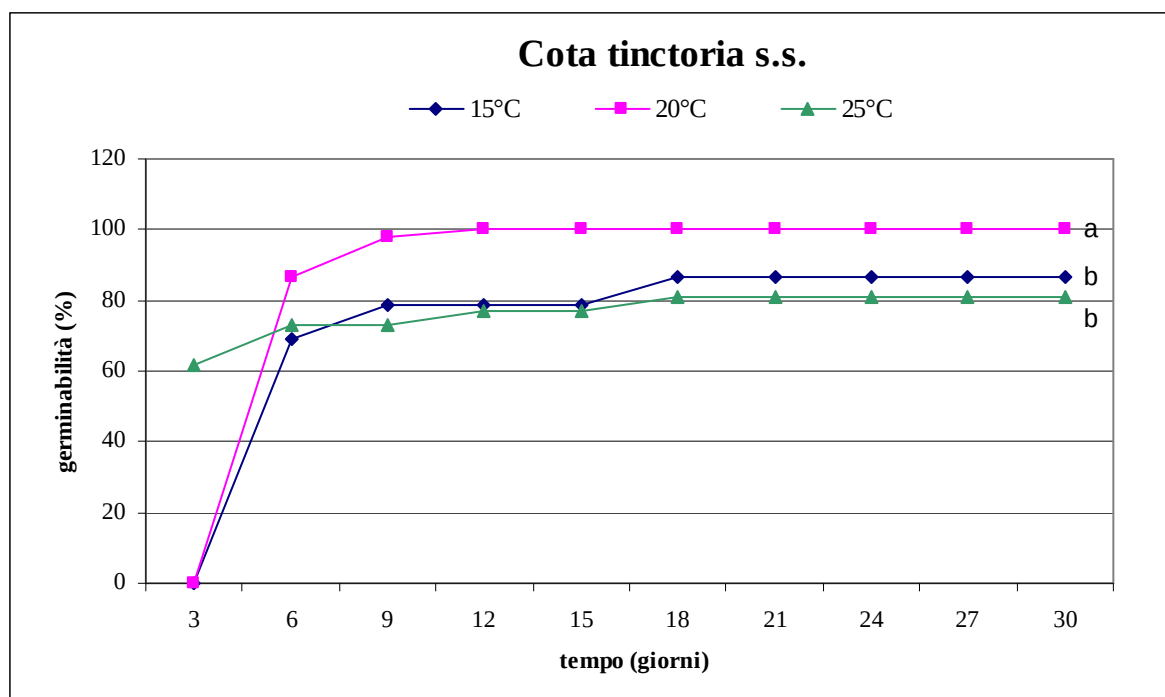


Fig. 8.44 – Test di germinazione eseguiti con fotoperiodo di 12 ore di luce dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (i valori dell'ultimo rilievo contrassegnati da lettere uguali non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

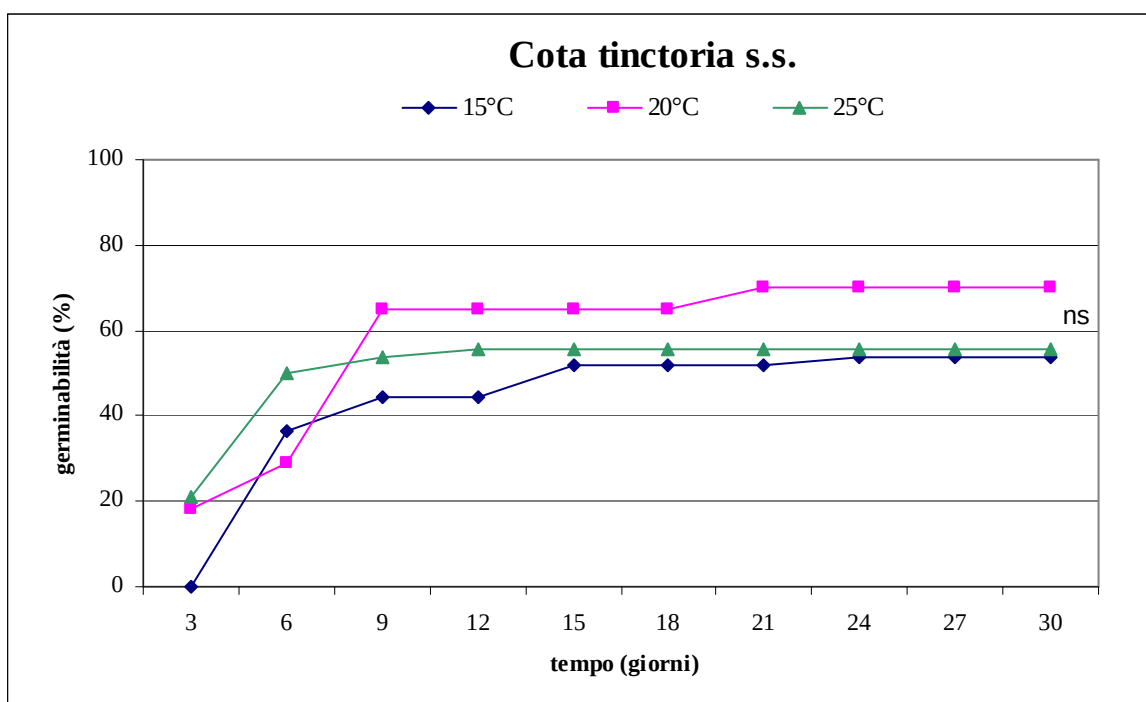


Fig. 8.45 – Test di germinazione eseguiti al buio dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (ns indica la non significatività del Test F eseguito nell’ultimo rilievo).

l) *Crepis bursifolia*

Nessuno dei pretrattamenti adottati a 15°C ha prodotto un incremento significativamente differente della germinabilità dei semi rispetto al testimone (fotop. 12/12), al contrario di quanto rivelato nei confronti del testimone (buio), ad l’eccezione della vernalizzazione (Fig. 8.46). A 20°C nessuno dei pretrattamenti ha incrementato significativamente la germinabilità dei semi rispetto al testimone (fotop. 12/12), mentre l’impiego di GA_3 o di KNO_3 (fotop. 12/12) è risultato vantaggioso rispetto al testimone (buio)(Fig. 8.47). A 25°C solo l’impiego di GA_3 (fotop. 12/12) è risultato significativamente differente e vantaggioso rispetto al testimone (fotop. 12/12), mentre nei confronti del testimone (buio) anche l’impiego di KNO_3 (buio) ha prodotto un incremento della germinabilità significativamente differente (Fig. 8.48). Dopo un anno, i valori di germinabilità più elevati osservati nelle prove con fotoperiodo di 12 ore di luce sono stati quelli a 15°C e 20°C, seppur non significativamente differenti tra loro; i valori di germinabilità al buio non sono stati significativamente differenti alle tre temperature di riferimento (Figg. 8.49-8.50).

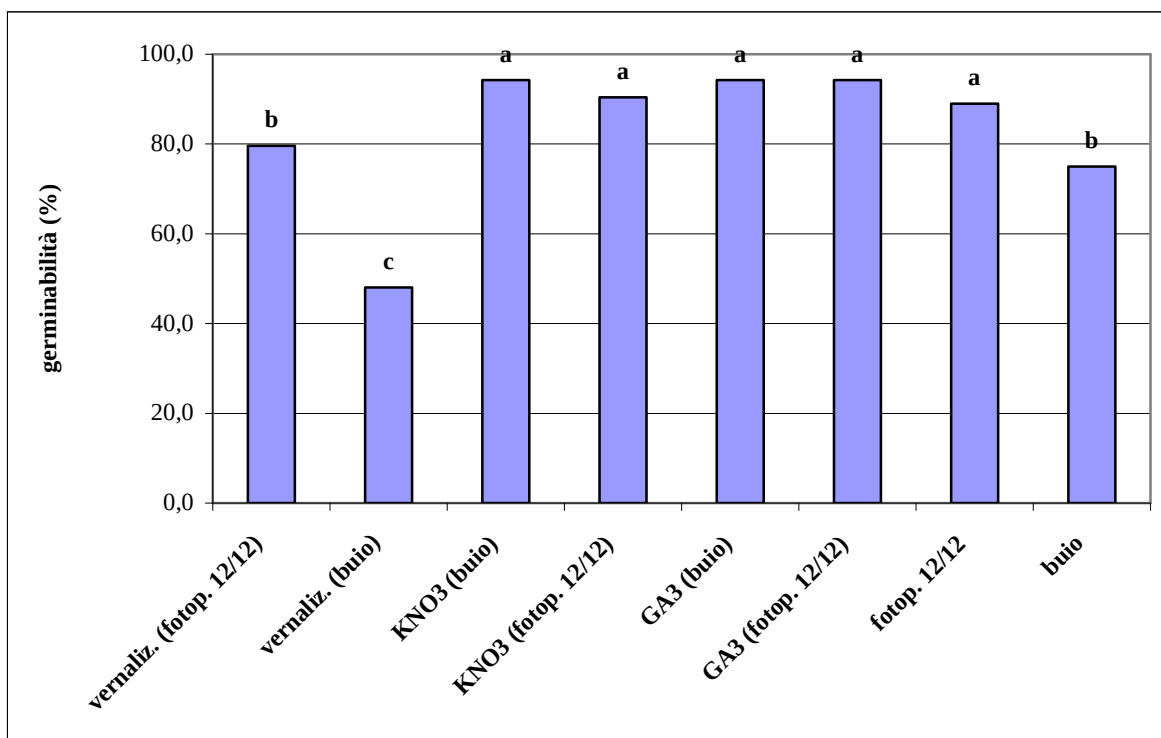


Fig. 8.46 – Germinabilità a 15°C dei semi di *Crepis bursifolia* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

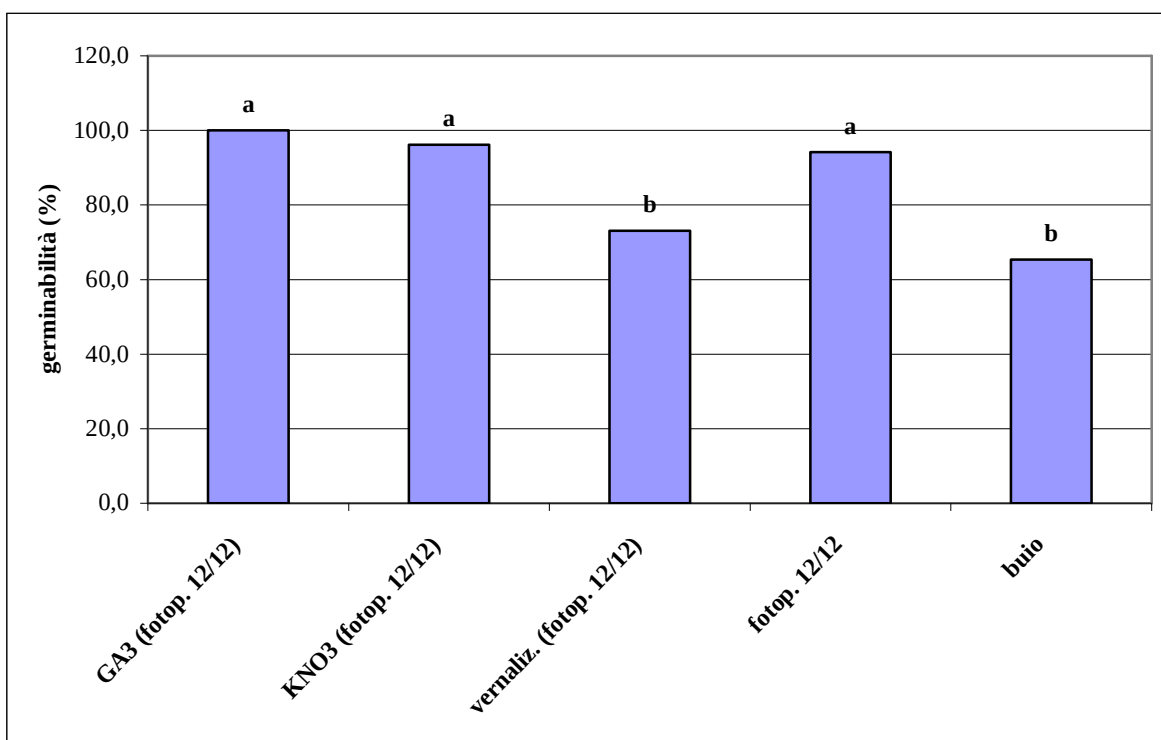


Fig. 8.47 – Germinabilità a 20°C dei semi di *Crepis bursifolia* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

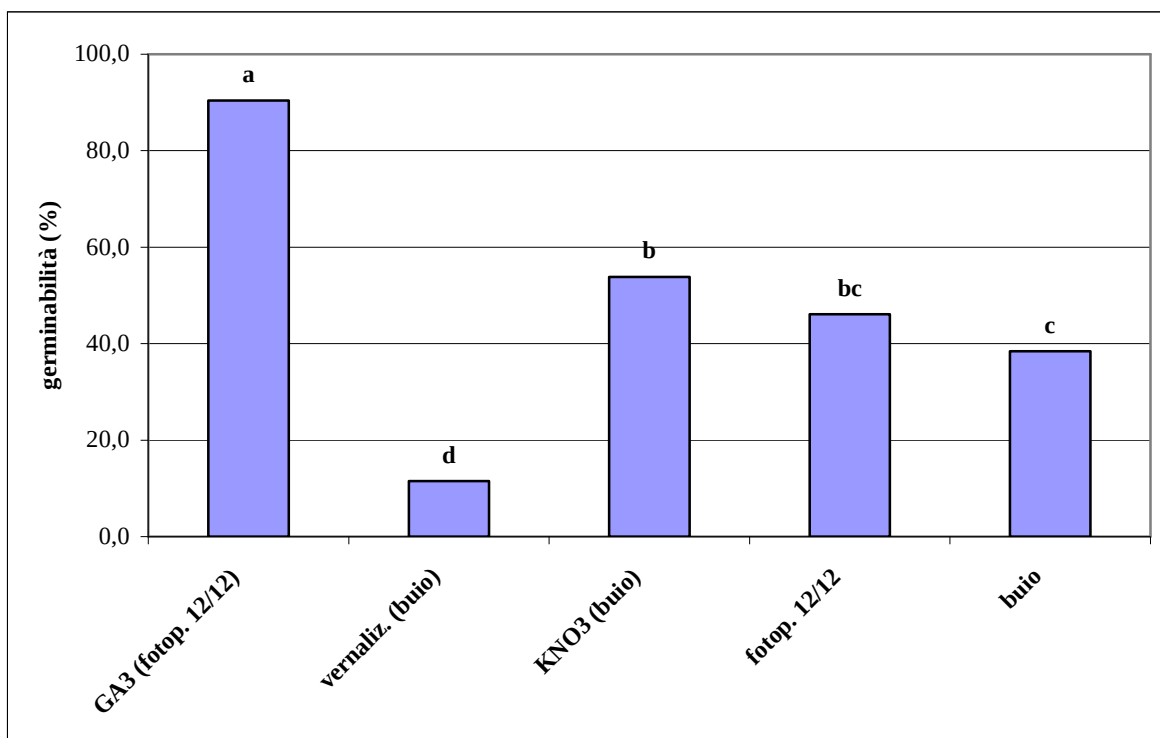


Fig. 8.48 – Germinabilità a 25°C dei semi di *Crepis bursifolia* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

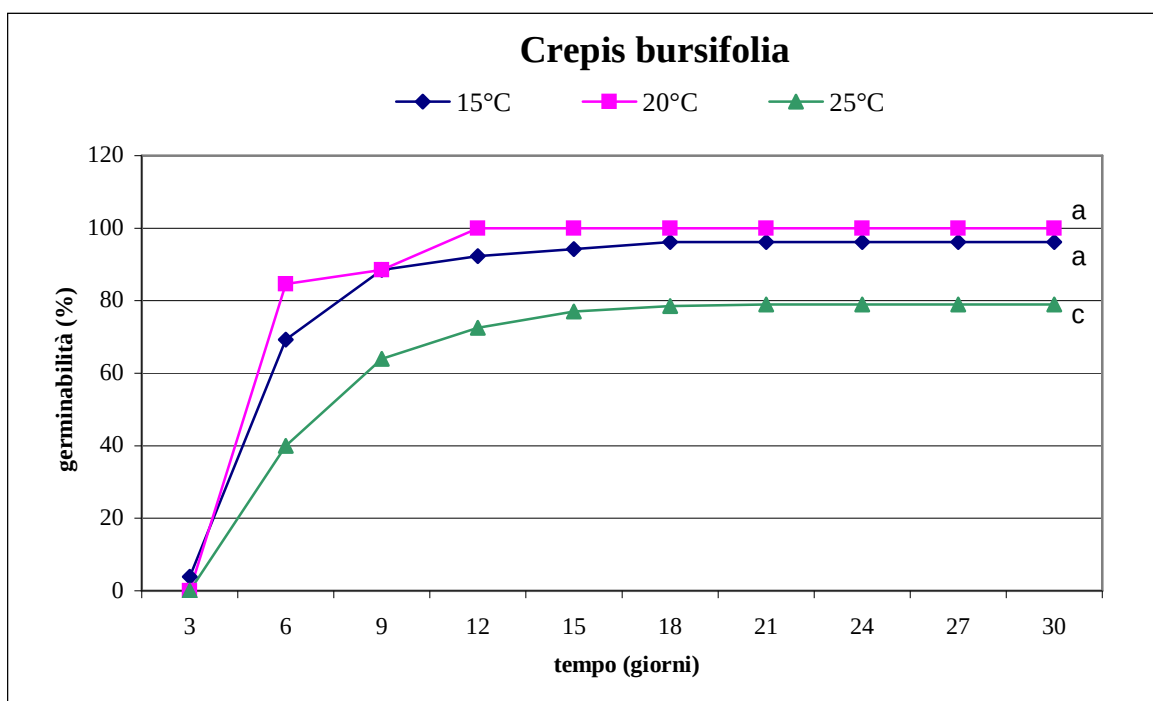


Fig. 8.49 – Test di germinazione eseguiti con fotoperiodo di 12 ore di luce, dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

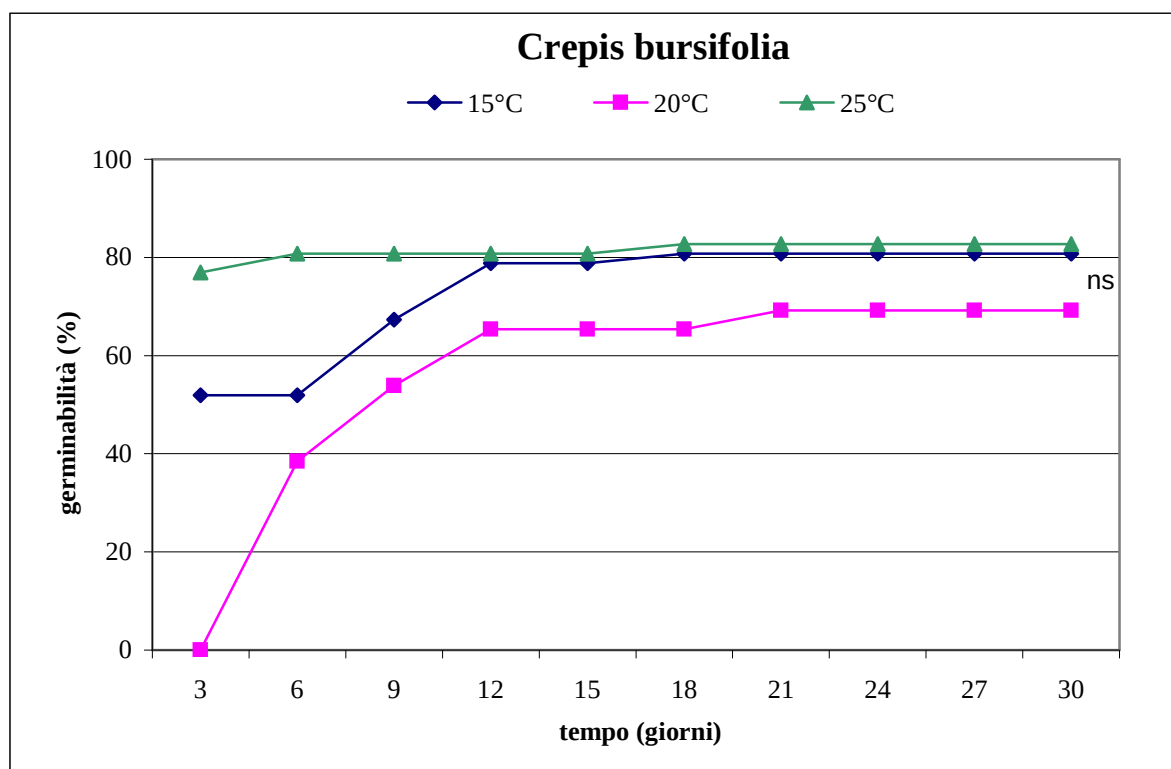


Fig. 8.50 – Test di germinazione eseguiti al buio dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (ns indica la non significatività del Test F eseguito nell’ultimo rilievo).

m) *Hypochoeris radicata*

A 15°C nessuno dei pretrattamenti ha prodotto un incremento significativo della germinabilità dei semi rispetto ai testimoni (Fig. 8.51). A 20°C la sola vernalizzazione (buio) ha prodotto un incremento della germinabilità significativamente differente rispetto al testimone (fotop. 12/12), mentre nei riguardi del testimone (buio), anche la scarificazione meccanica è risultata statisticamente favorevole (Fig. 8.52).

A 25°C la sola vernalizzazione (buio) ha significativamente incrementato la germinabilità rispetto al testimone (buio)(Fig. 8.53). Dopo un anno dalla raccolta del seme, i valori di germinabilità rilevati alle tre temperature, sia con fotoperiodo di 12 ore di luce che al buio, non sono risultati significativamente differenti tra loro (Figg. 8.54-8.55).

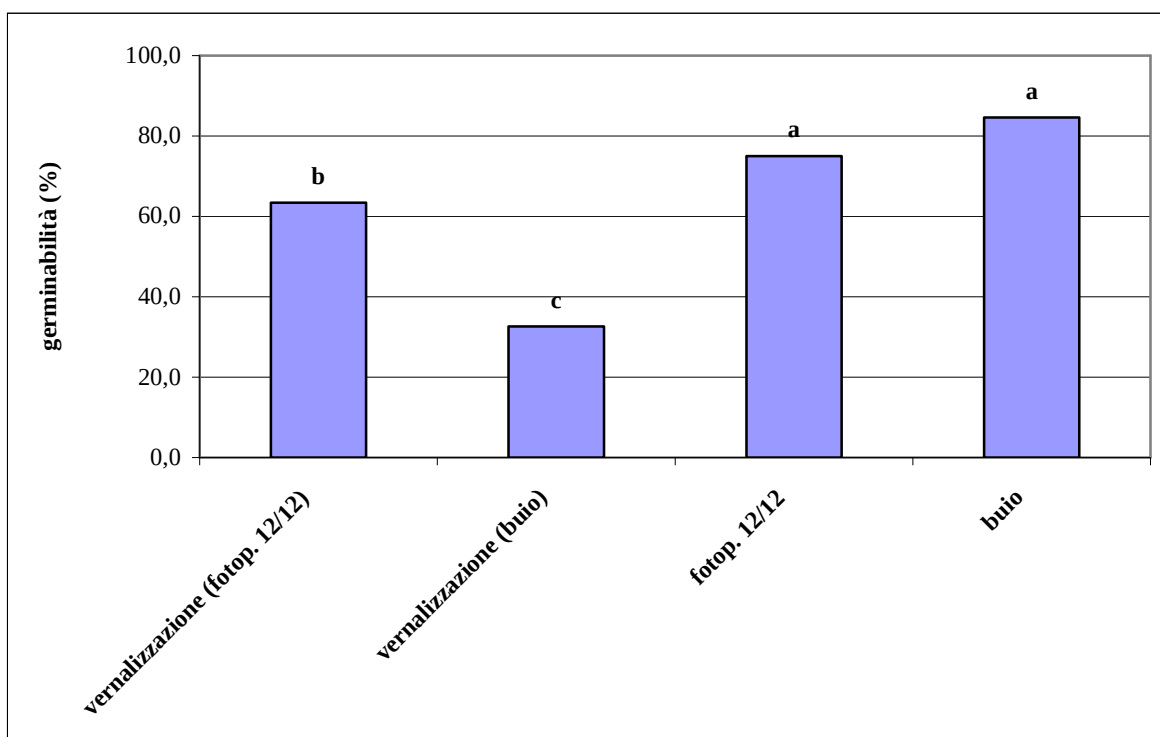


Fig. 8.51 – Germinabilità a 15°C dei semi di *Hypochoeris radicata* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

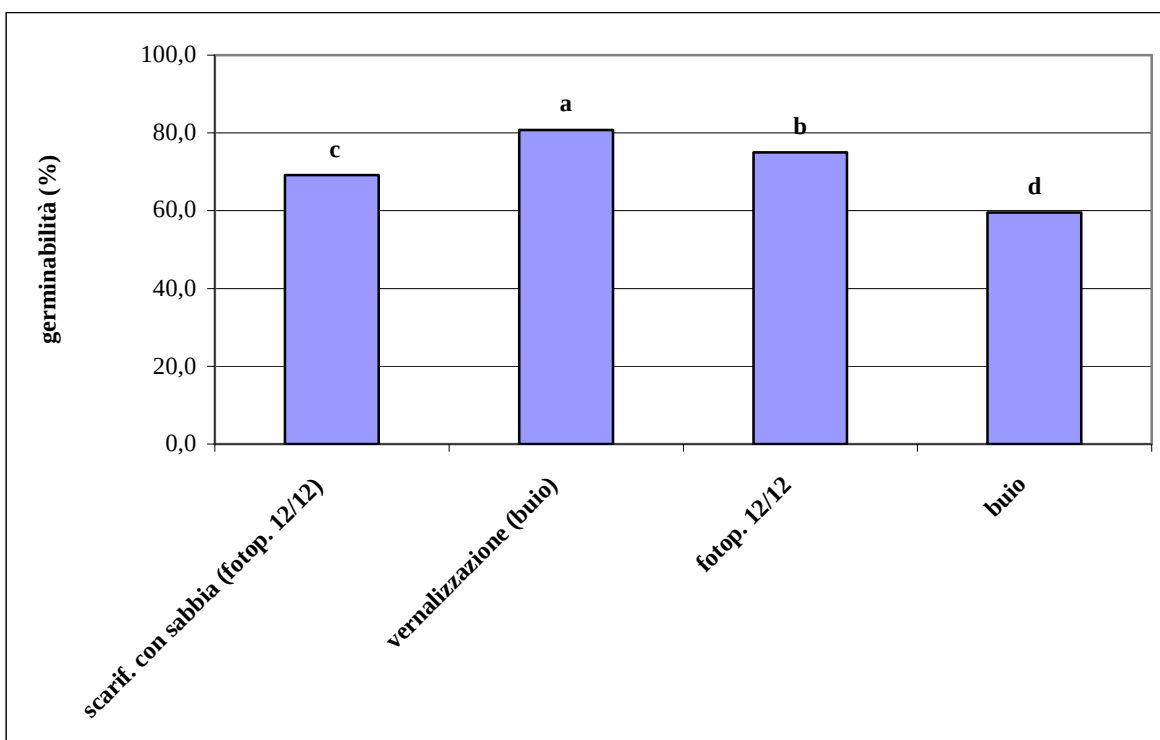


Fig. 8.52 – Germinabilità a 20°C dei semi di *Hypochoeris radicata* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

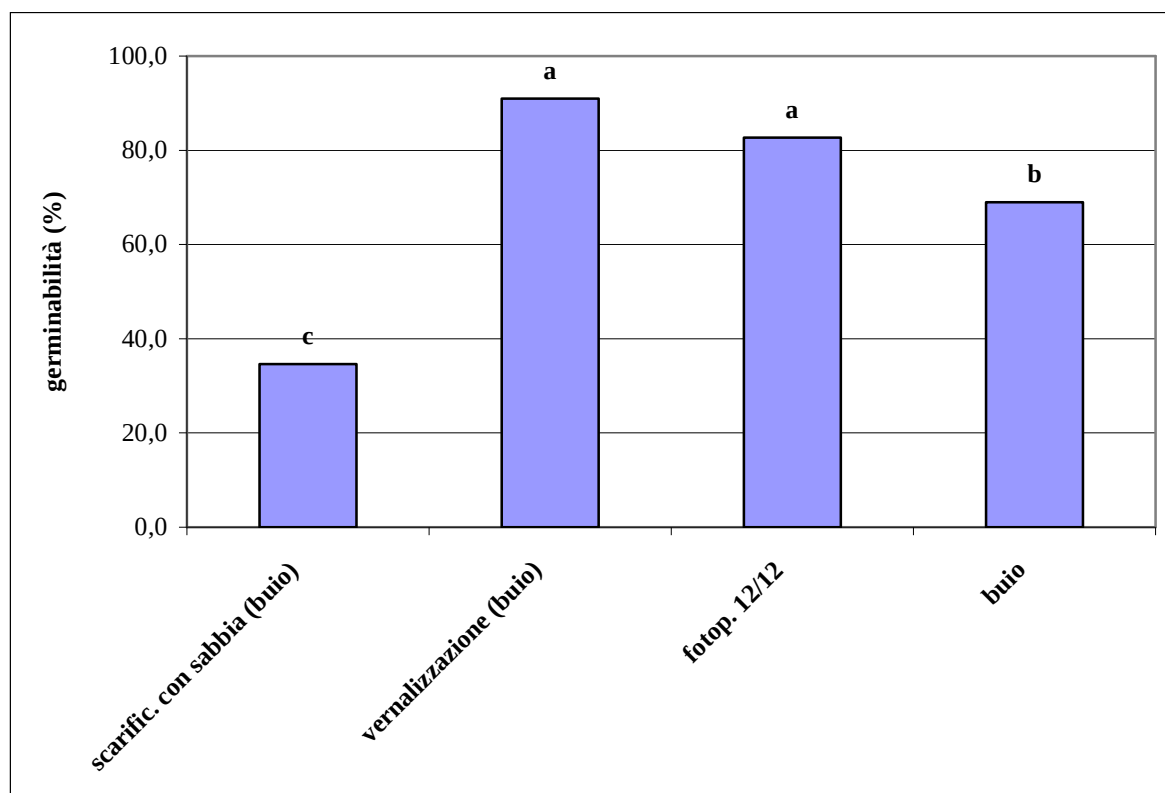


Fig. 8.53 – Germinabilità a 25°C dei semi di *Hypochoeris radicata* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

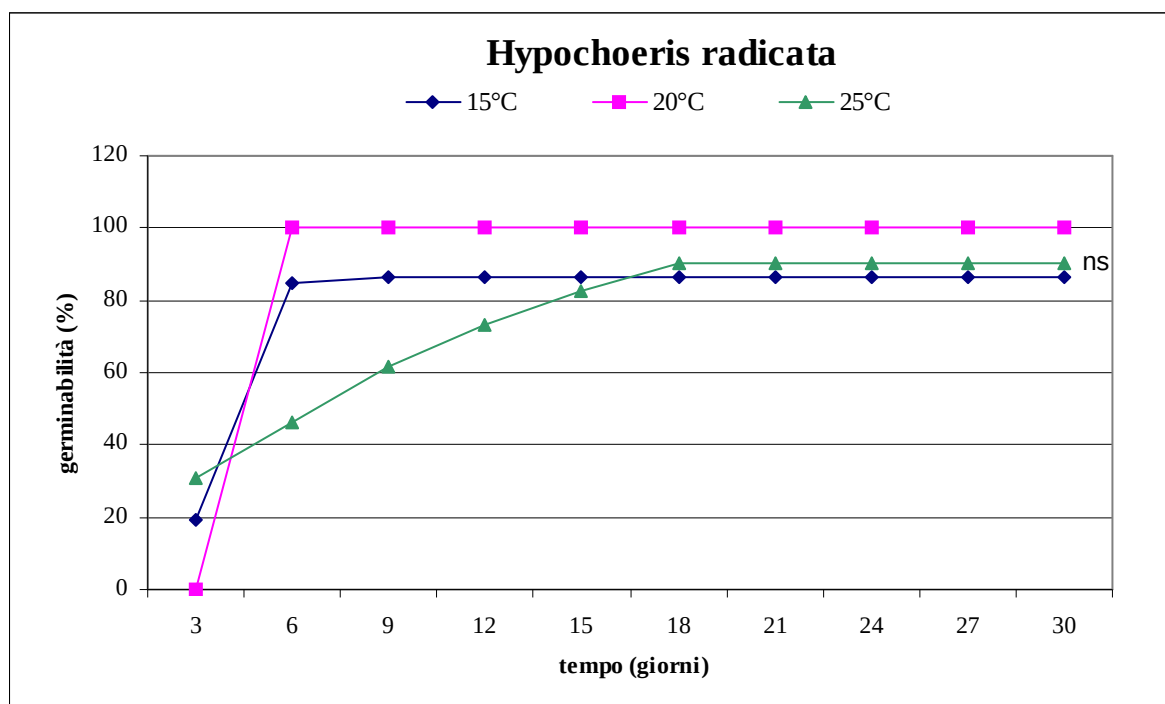


Fig. 8.54 – Test di germinazione eseguiti con fotoperiodo di 12 ore di luce, dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (ns indica la non significatività del Test F eseguito nell'ultimo rilievo).

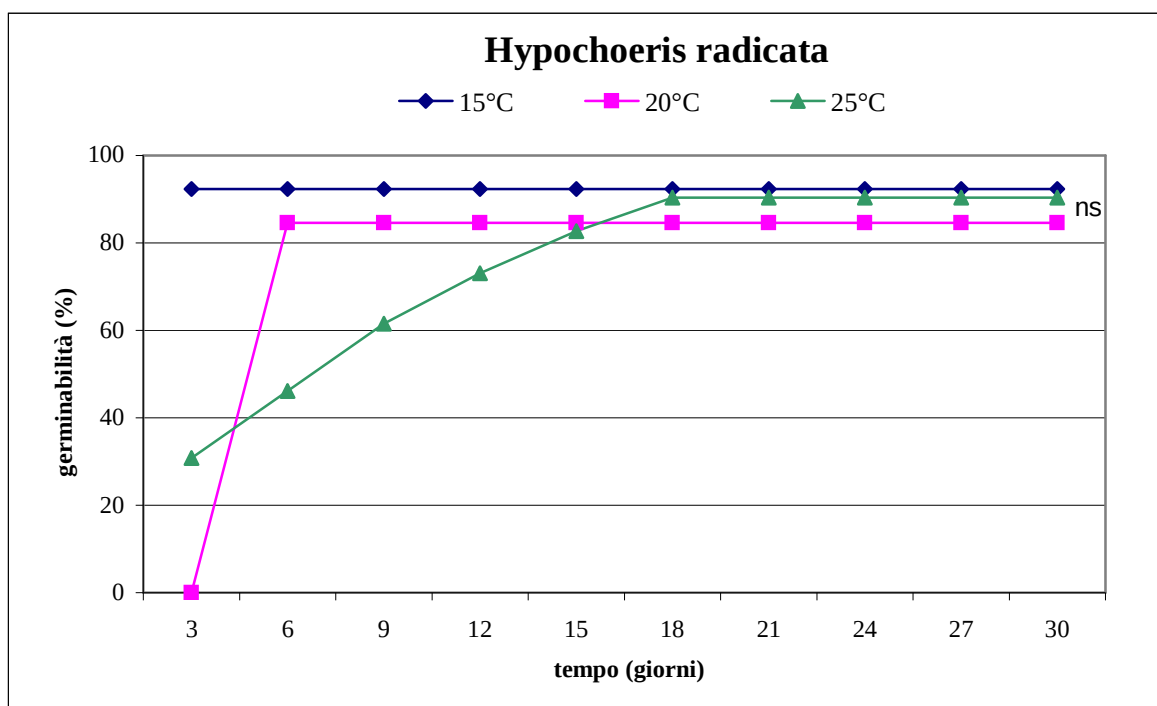


Fig. 8.55 – Test di germinazione eseguiti al buio dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (ns indica la non significatività del Test F eseguito nell’ultimo rilievo).

n) *Picris hieracioides* subsp. *hieracioides*

I pretrattamenti sperimentati a 15°C non hanno prodotto un incremento della germinabilità significativamente differente rispetto ai valori rilevati a carico dei testimoni. Nelle figure 8.56 e 8.57 è riportato l’andamento della germinazione dei semi non pretrattati rilevato a 3-4 mesi dalla raccolta, alle diverse condizioni termiche e luminose di prova. A 20°C i pretrattamenti sono risultati significativamente differenti e vantaggiosi rispetto al solo testimone (buio)(Fig. 8.58), mentre a 25°C, entrambi i pretrattamenti eseguiti sono stati significativi dal punto di vista statistico ed utili, nei confronti dei testimoni (Fig. 8.59).

A un anno dalla raccolta dei semi, il valore di germinabilità più elevato rilevato nelle prove condotte con fotoperiodo di 12 ore di luce è stato quello a 15°C , seppur non significativamente differente da quelli ottenuti alle altre due temperature; al buio i valori di germinabilità ottenuti sono stati significativamente differenti tra loro(Figg. 8.60-8.61).

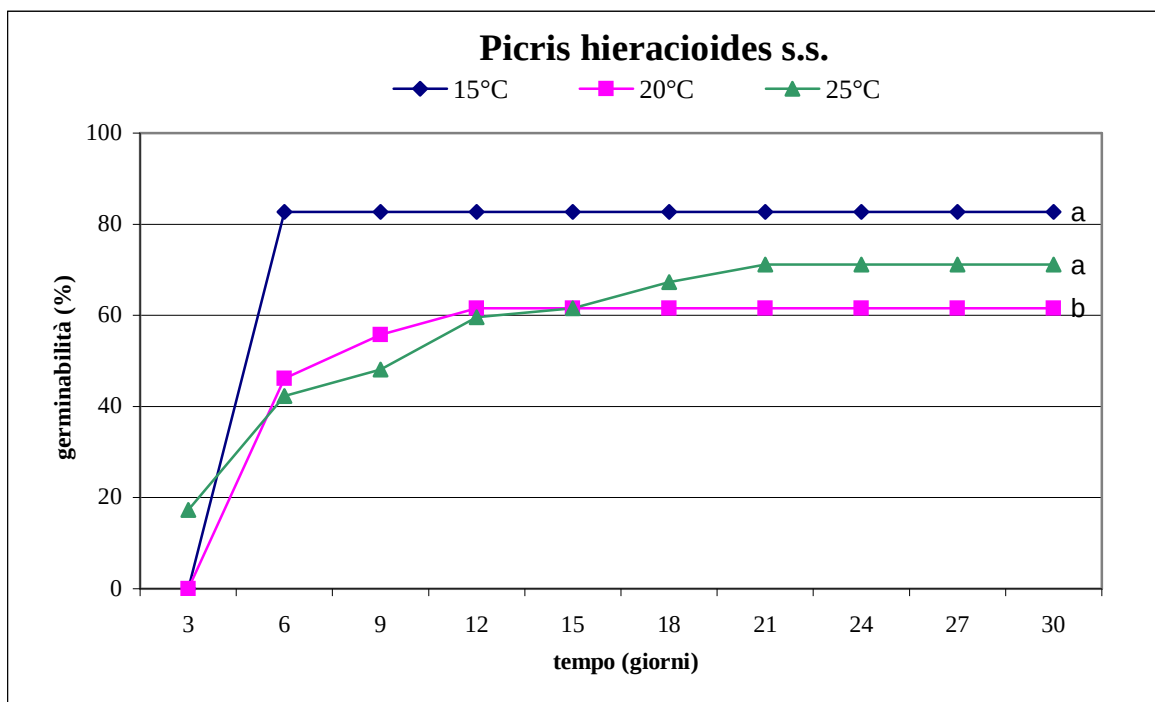


Fig. 8.56 – Test di germinazione eseguiti con fotoperiodo di 12 ore di luce, entro 3-4 mesi dalla raccolta, con seme non pretrattato (i valori dell'ultimo rilievo contrassegnati da lettere uguali non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

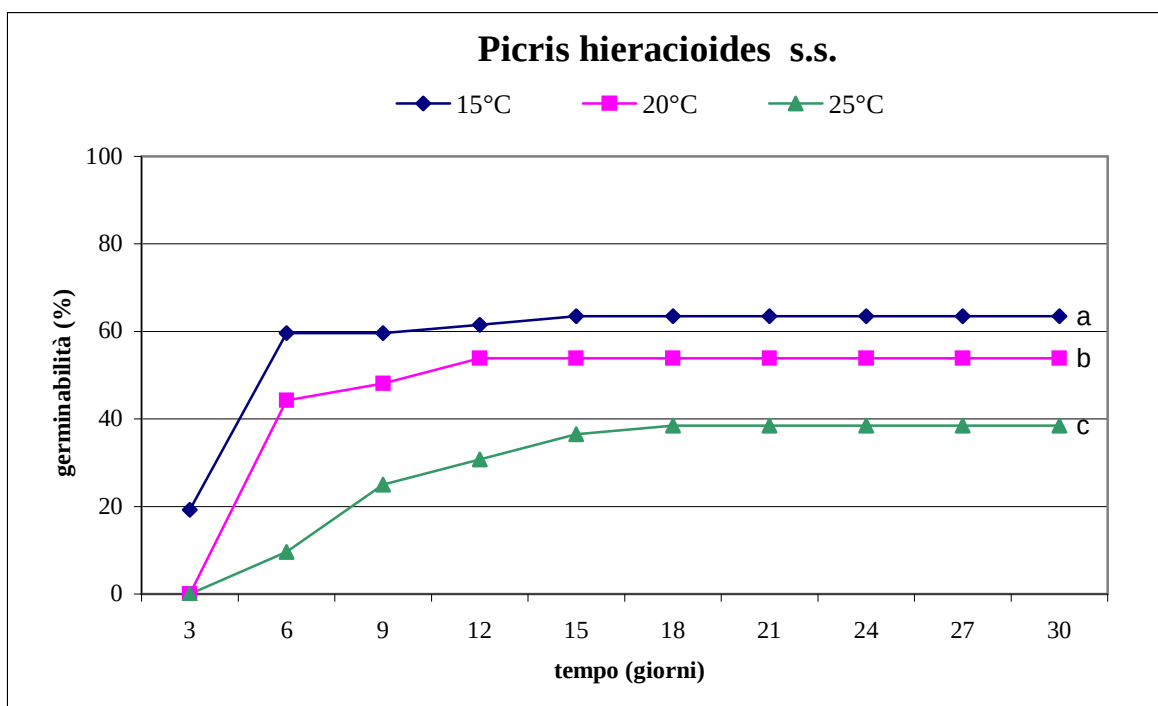


Fig. 8.57 – Test di germinazione eseguiti al buio, entro 3-4 mesi dalla raccolta, con seme non pretrattato (i valori dell'ultimo rilievo contrassegnati da lettere uguali non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

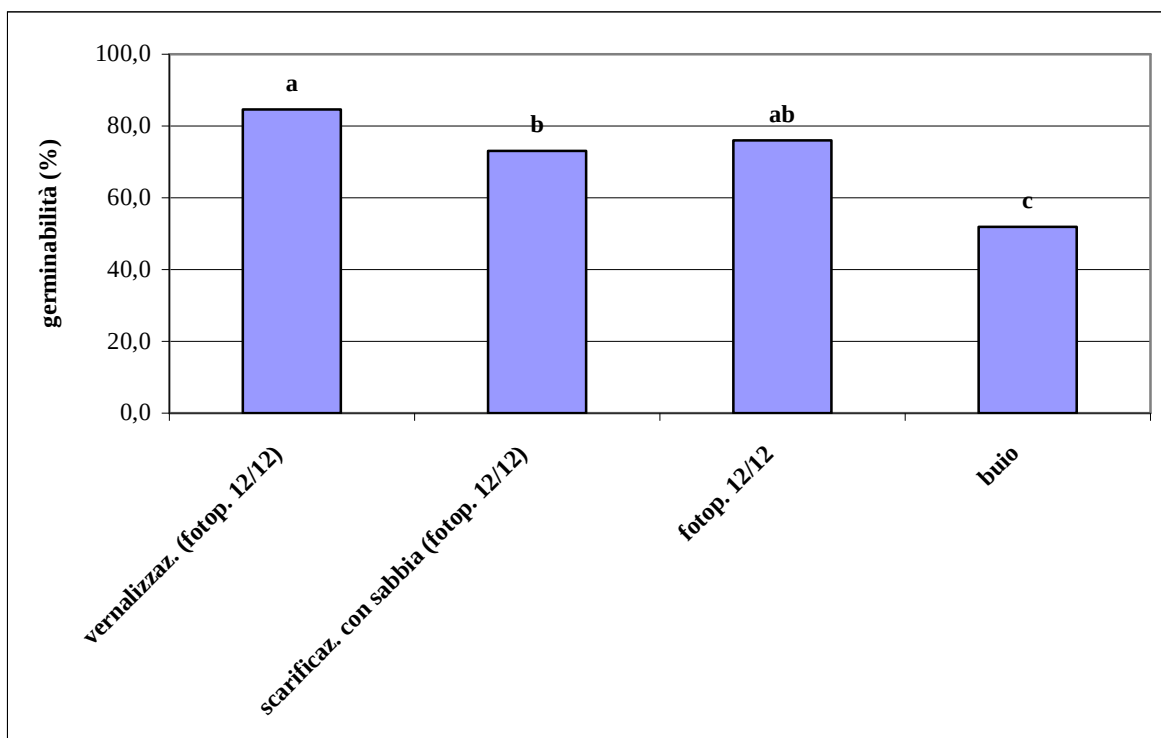


Fig. 8.58 – Germinabilità a 20°C dei semi di *Picris hieracioides* s.s. sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

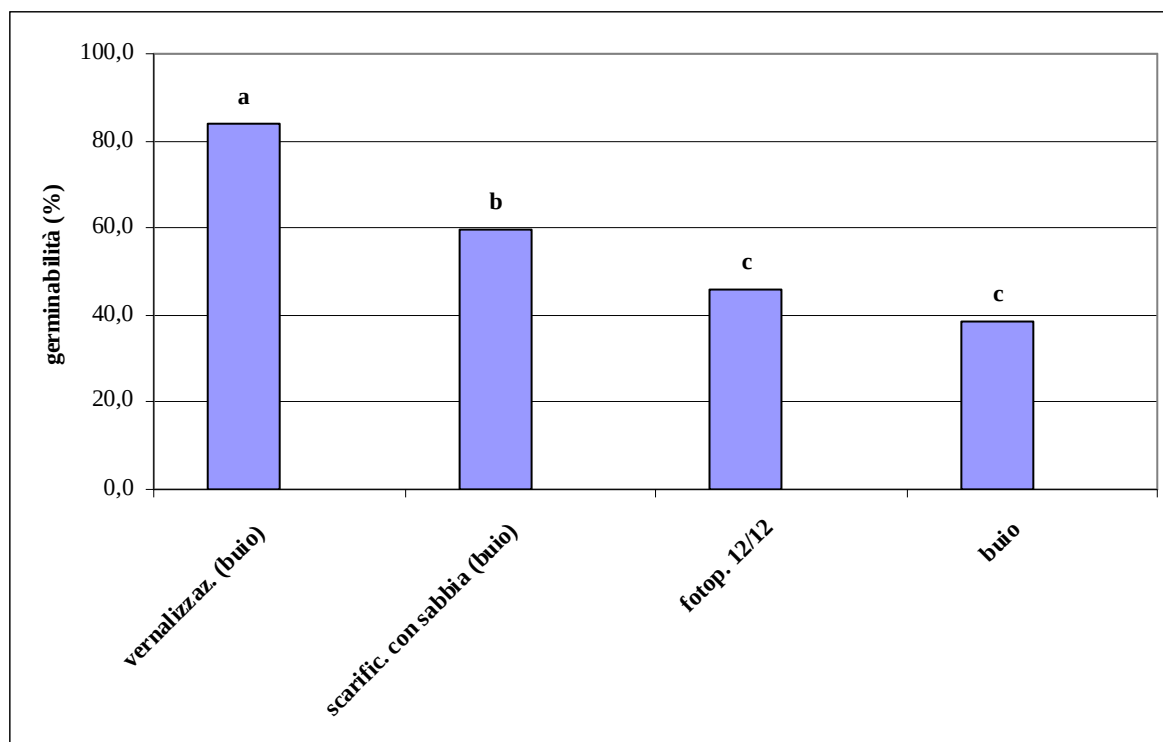


Fig. 8.59 – Germinabilità a 25°C dei semi di *Picris hieracioides* s.s. sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

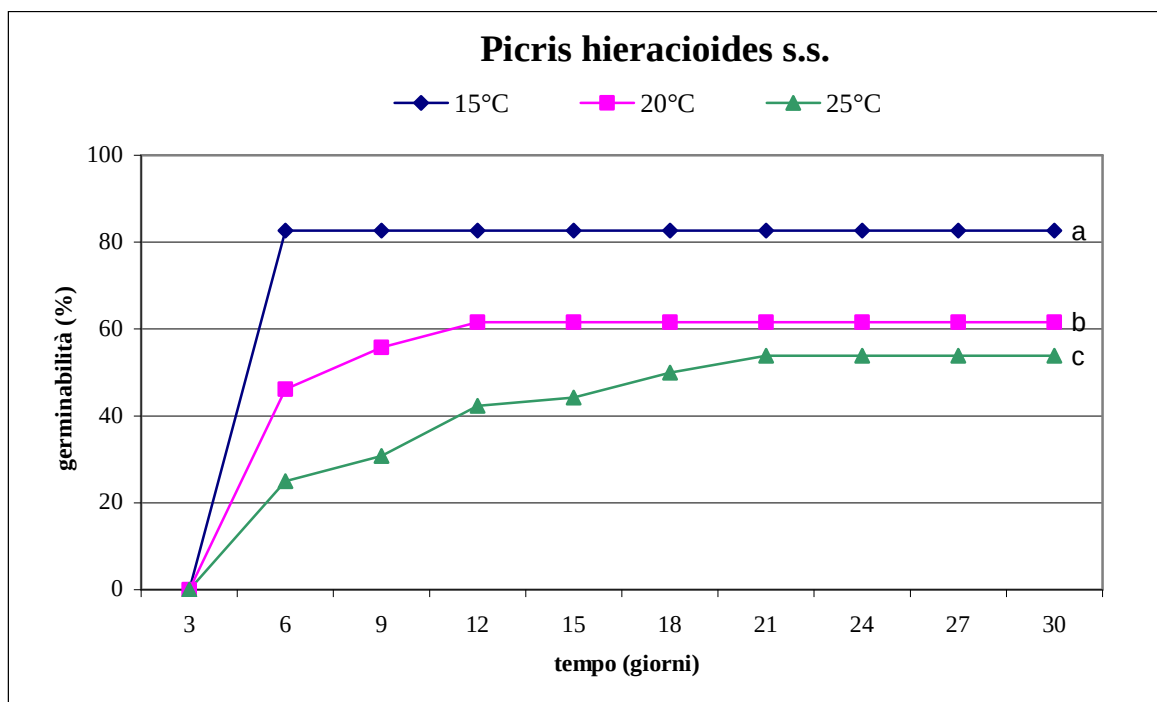


Fig. 8.60 – Test di germinazione eseguiti con fotoperiodo di 12 ore di luce, dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

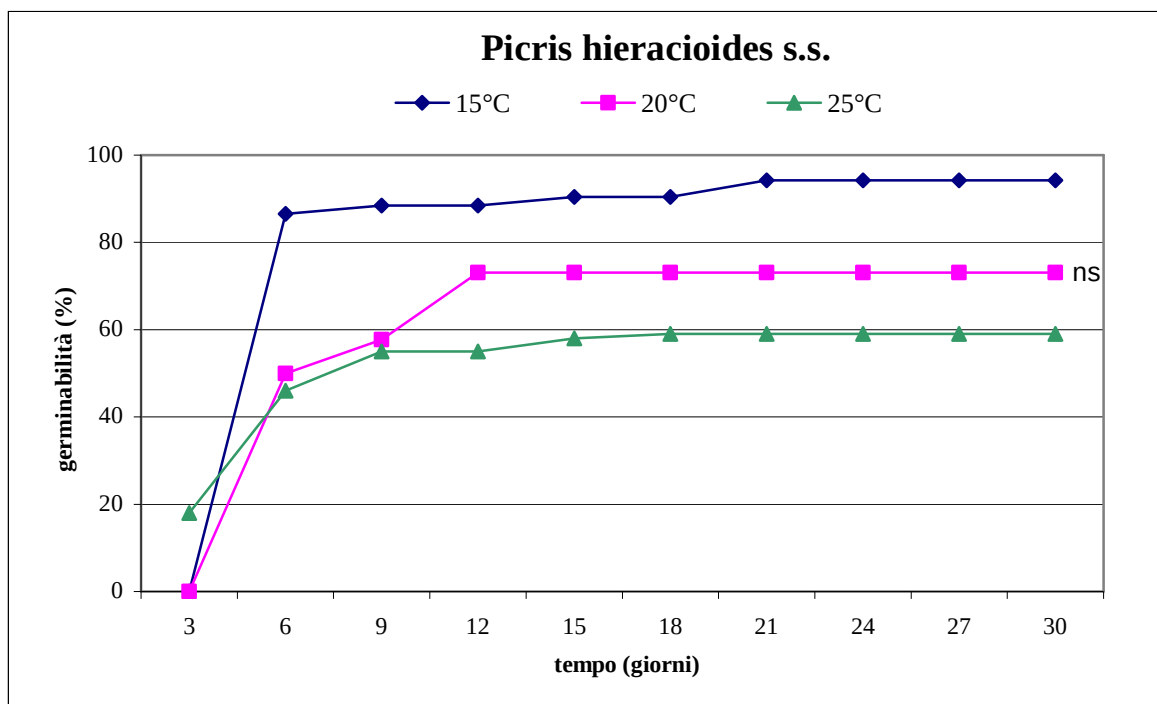


Fig. 8.61 – Test di germinazione eseguiti al buio dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (ns indica la non significatività del Test F eseguito nell'ultimo rilievo).

o) *Reichardia picroides*

A 15°C il solo impiego di GA₃ (fotop. 12/12) è risultato significativamente differente e vantaggioso rispetto al testimone (fotop. 12/12), mentre per quanto riguarda il testimone (buio) tutti i pretrattamenti adottati hanno significativamente incrementato la germinabilità dei semi, ad eccezione della vernalizzazione (fotop. 12/12)(Fig. 8.62).

A 20°C tutti i pretrattamenti adottati sono risultati significativamente differenti e vantaggiosi rispetto a entrambi i testimoni (Fig. 8.63), mentre a 25°C, la sola scarificazione meccanica è stata significativamente differente e vantaggiosa rispetto ai testimoni (Fig. 8.64). Dopo un anno, i valori di germinabilità rilevati con fotoperiodo di 12 ore di luce non sono stati significativamente differenti alle tre temperature di riferimento; al buio i valori di germinabilità rilevati a 15°C e 25°C non sono stati significativamente differenti tra loro, ma maggiori e significativamente differenti rispetto a quello ottenuto a 20°C.(Figg. 8.65-8.66).

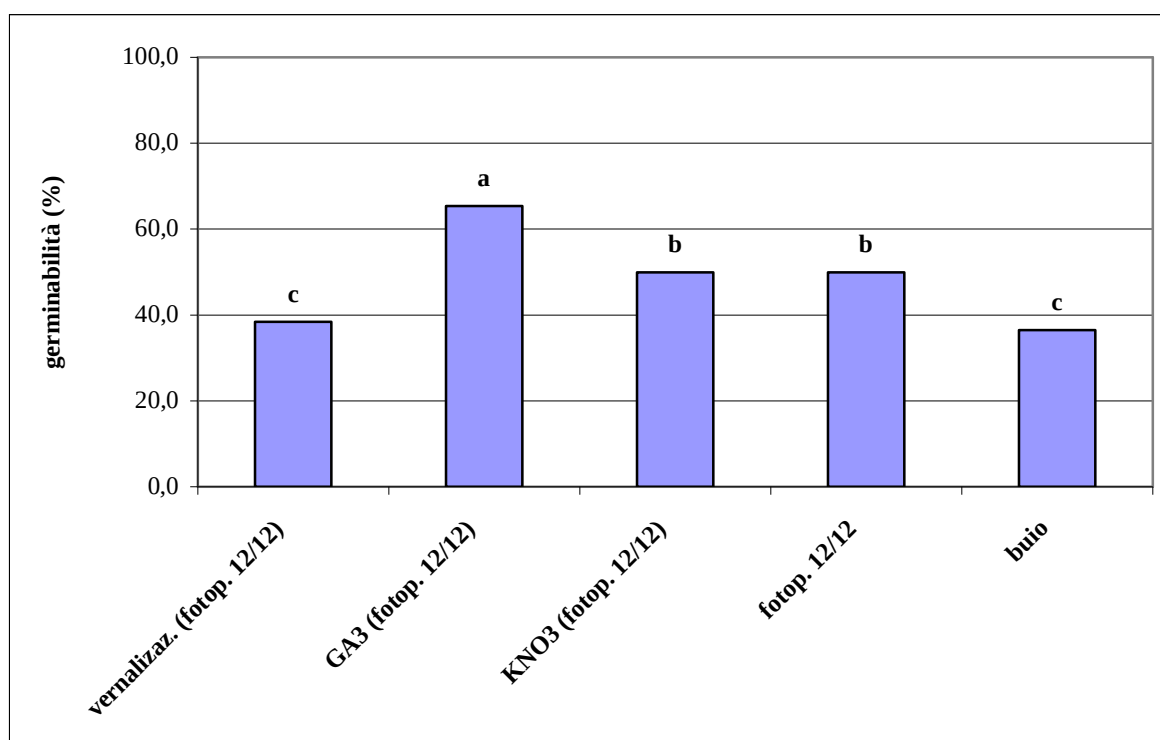


Fig. 8.62 – Germinabilità a 15°C dei semi di *Reichardia picroides* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

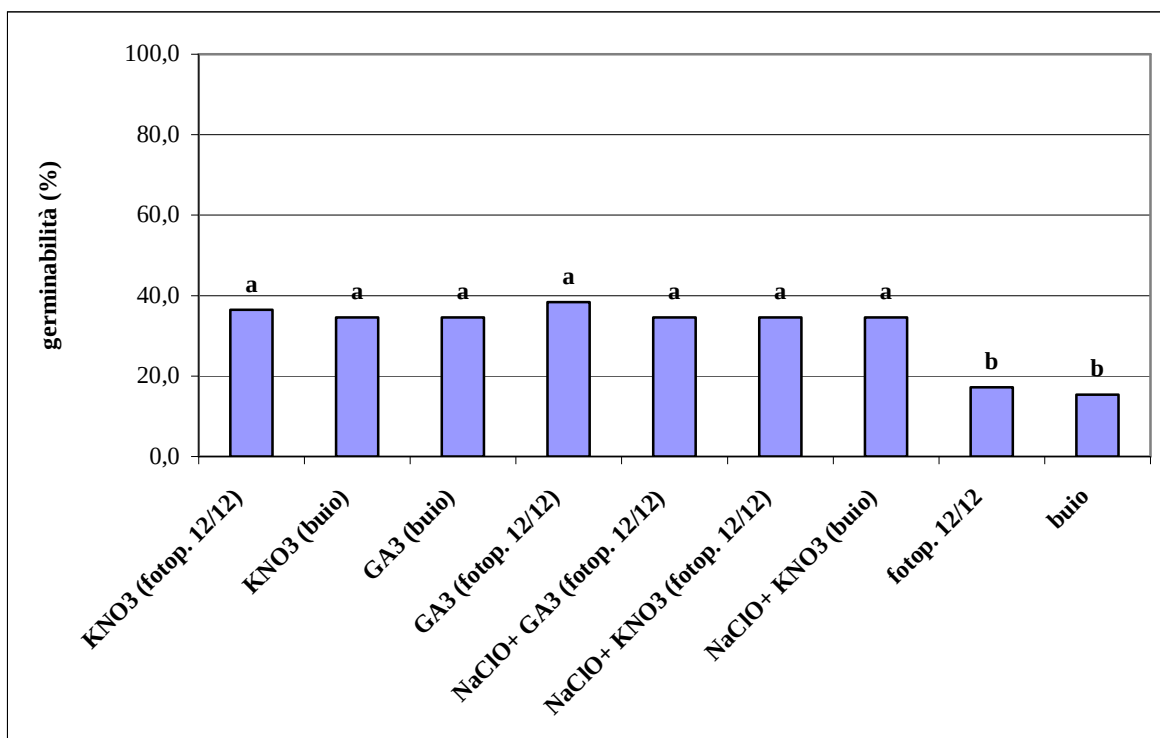


Fig. 8.63 – Germinabilità a 20°C dei semi di *Reichardia picroides* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

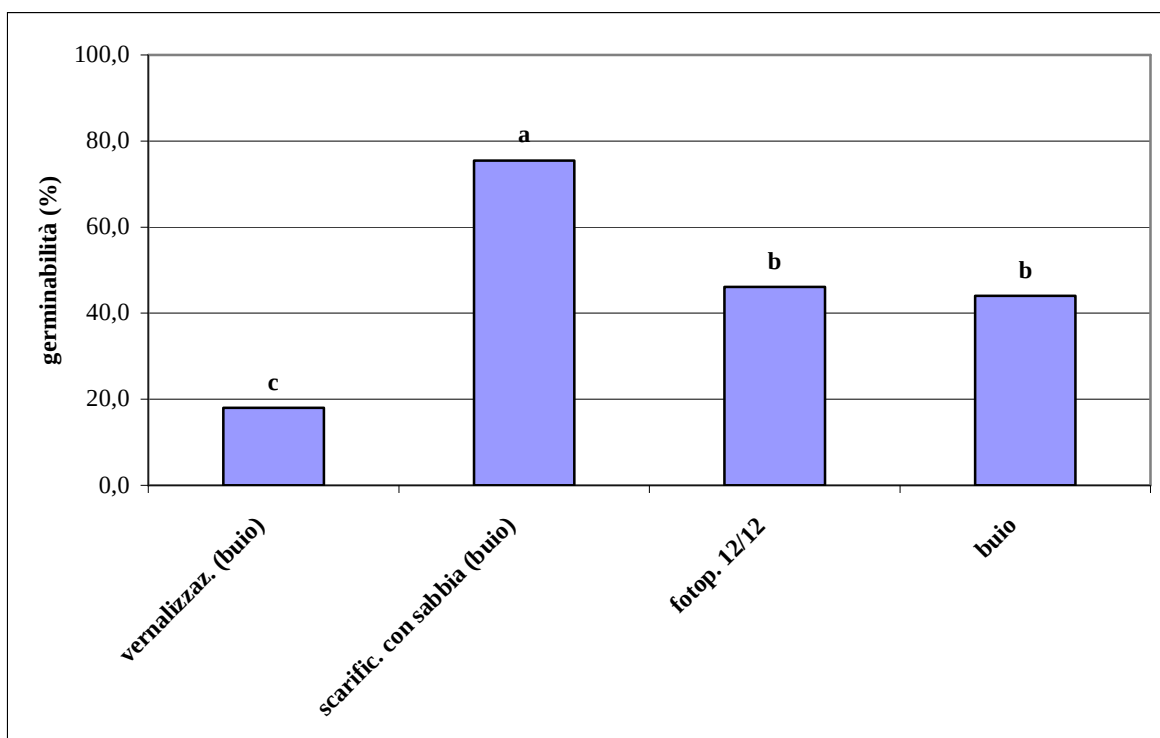


Fig. 8.64 – Germinabilità a 25°C dei semi di *Reichardia picroides* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

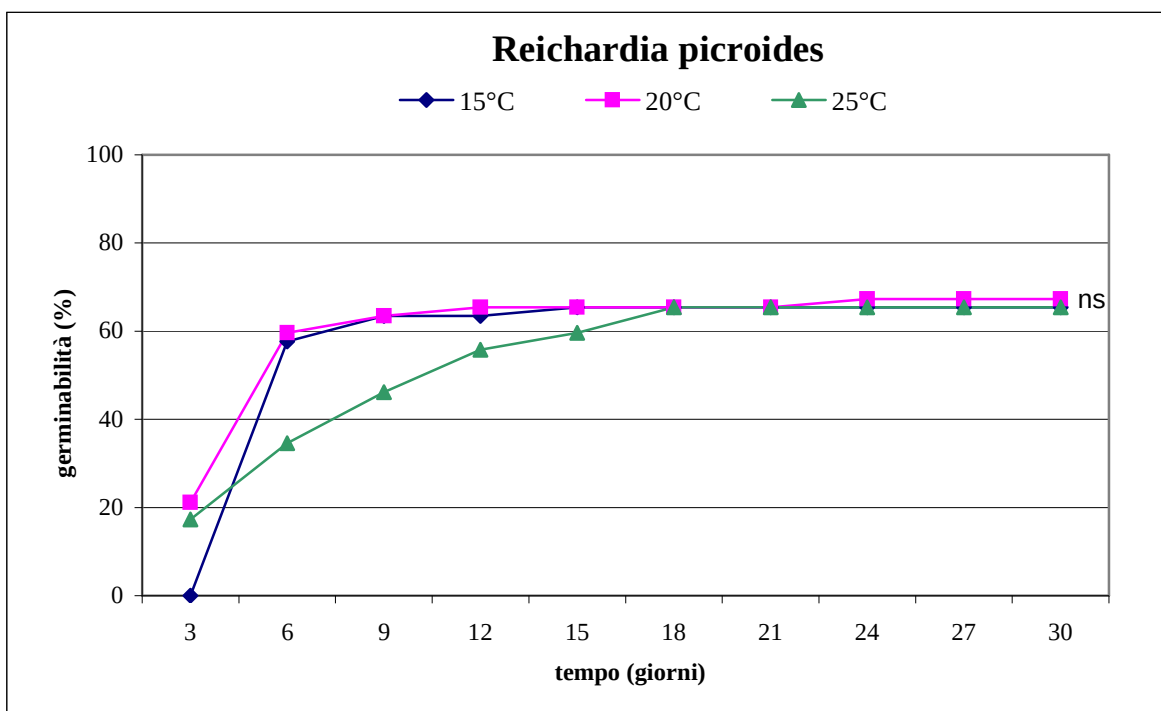


Fig. 8.65 – Test di germinazione eseguiti con fotoperiodo di 12 ore di luce dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (ns indica la non significatività del Test F eseguito nell'ultimo rilievo).

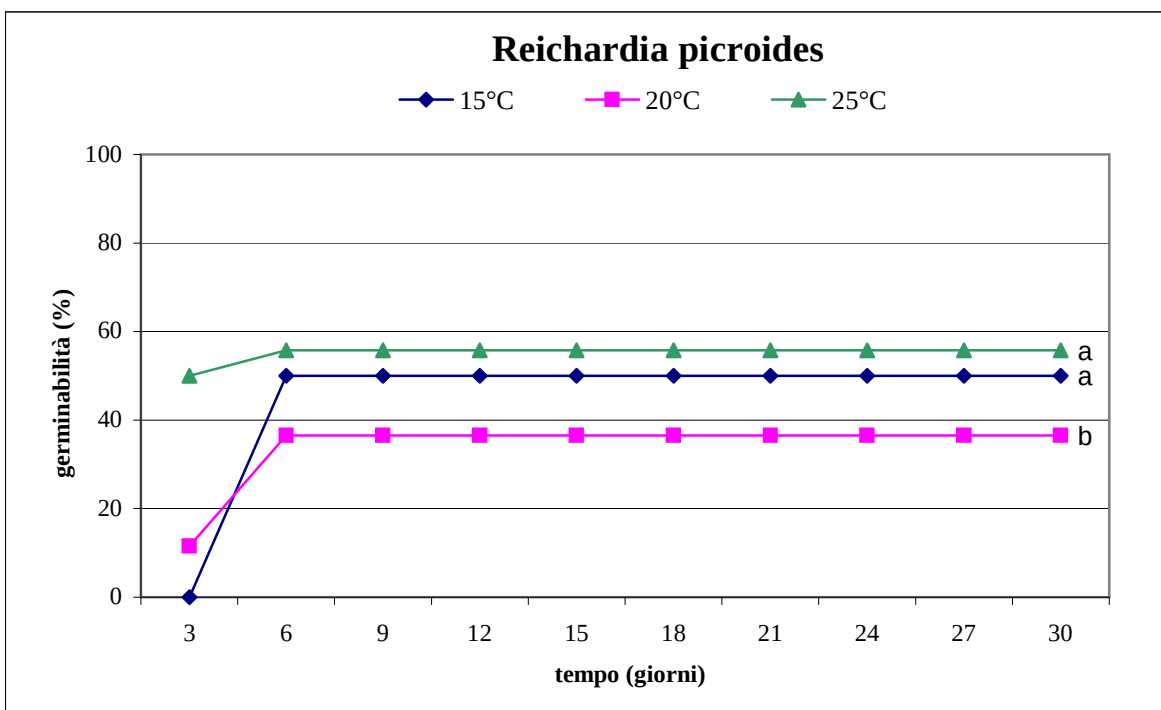


Fig. 8.66 – Test di germinazione eseguiti al buio, dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (i valori dell'ultimo rilievo contrassegnati da lettere uguali non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

p) *Tragopogon pratensis*

I pretrattamenti adottati a 15°C e 20°C (impiego di GA₃ e KNO₃, vernalizzazione) non hanno prodotto incrementi significativamente differenti della germinabilità rispetto ai testimoni; al contrario sono risultati significativamente differenti e vantaggiosi nei confronti di entrambi i testimoni, quelli eseguiti a 25°C (Fig. 8.67).

I test eseguiti sui semi di *Tragopogon pratensis* non pretrattati, a un anno dalla raccolta, non hanno fornito valori significativamente differenti tra loro sia nelle prove condotte con fotoperiodo di 12 ore di luce sia al buio (Figg. 8.68-8.69).

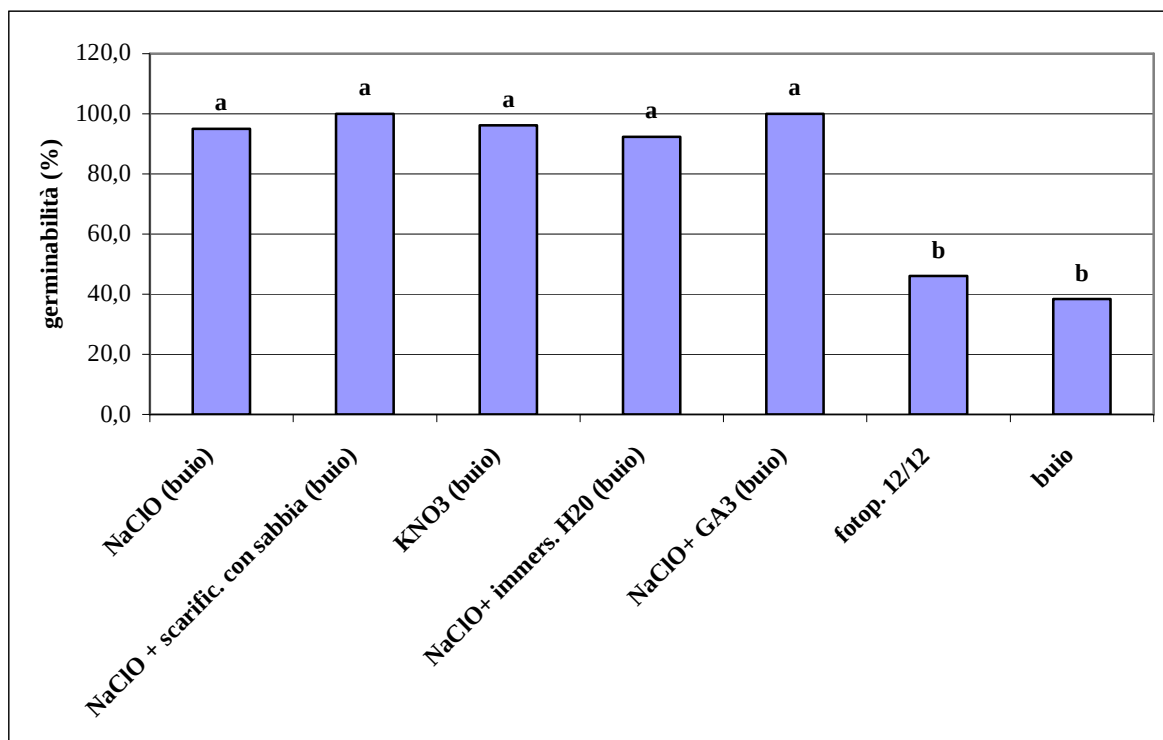


Fig. 8.67 – Germinabilità a 25°C dei semi di *Tragopogon pratensis* sottoposti a diversi pretrattamenti (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

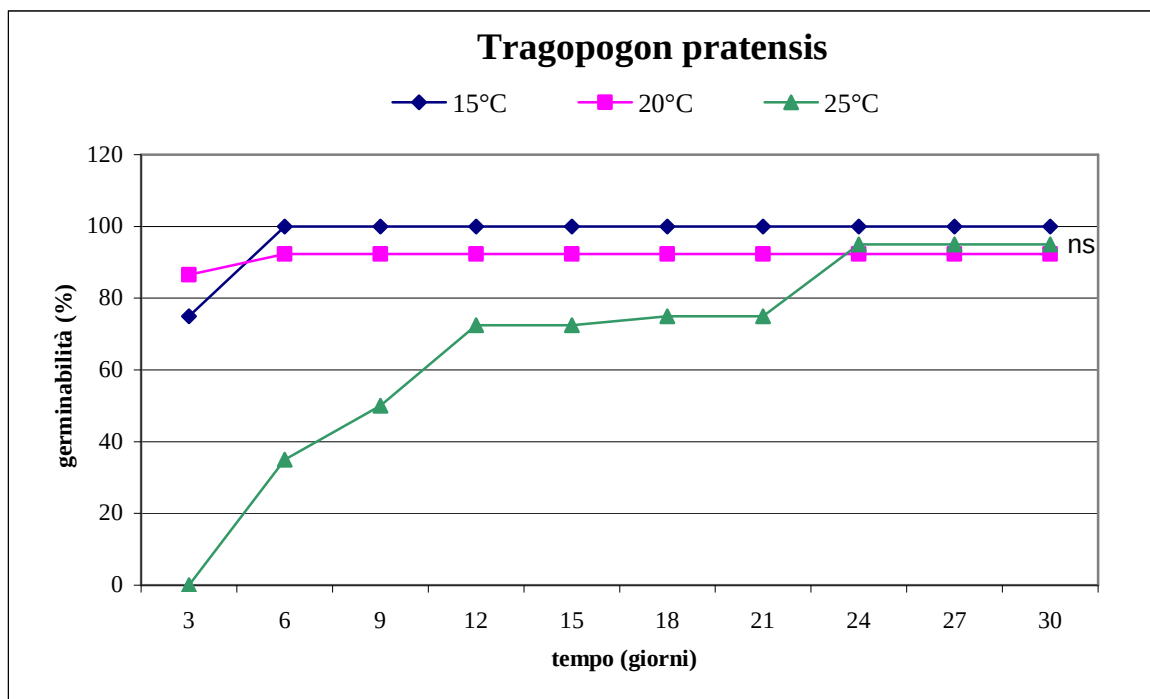


Fig. 8.68 – Test di germinazione eseguiti con fotoperiodo di 12 ore di luce dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (ns indica la non significatività del Test F eseguito nell'ultimo rilievo).

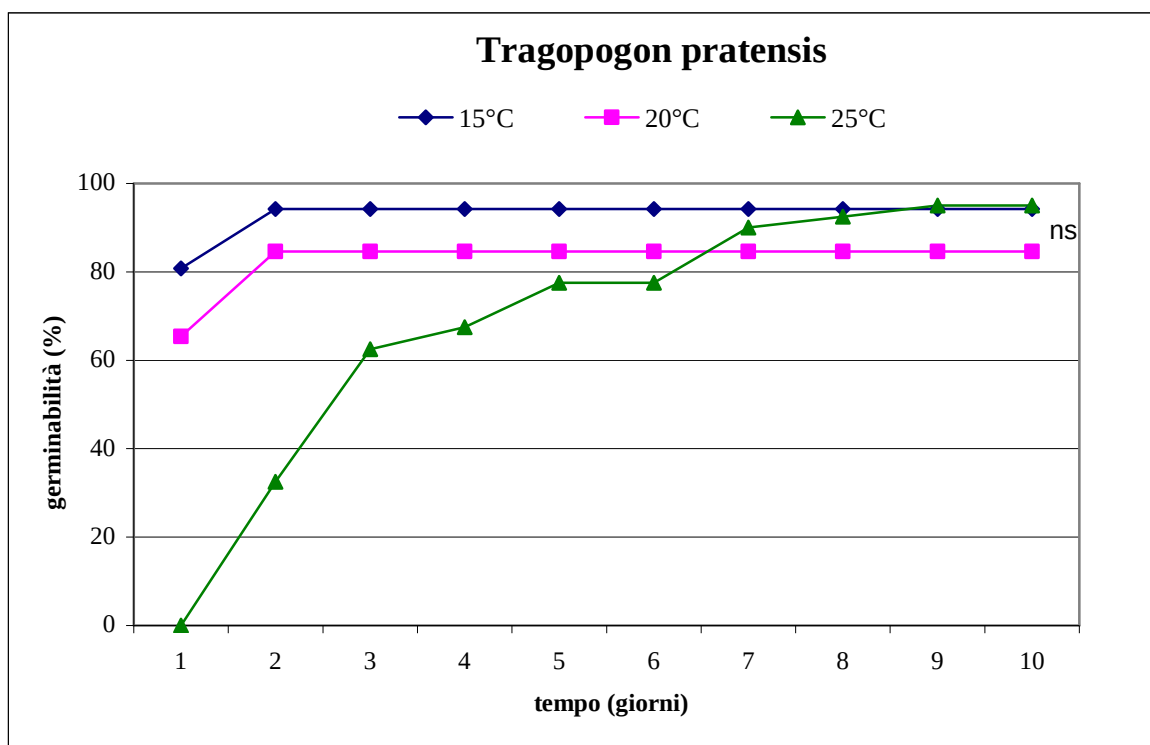


Fig. 8.69 – Test di germinazione eseguiti al buio dopo un anno dalla raccolta, con seme non pretrattato (ns indica la non significatività del Test F eseguito nell'ultimo rilievo).

A conclusione della trattazione della capacità germinativa rilevata in ciascuna delle singole specie, si riportano considerazioni generali. Le specie sono risultate piuttosto eterogenee per quanto riguarda la capacità germinativa. La maggiore germinabilità del seme non pretrattato, a 3-4 mesi dalla sua raccolta, è stata osservata in *Prunella laciniata*, per la quale ha sicuramente influito positivamente la semina tra fogli di carta da filtro imbibiti di acqua deionizzata, mentre quella minore in *Marrubium vulgare*; non è risultata significativamente differente la capacità germinativa tra *Hypochoeris radicata* e *Picris hieracioides* s.s., tra *Nigella damascena* e *Tragopogon pratensis*, tra *Nigella damascena* e *Crepis bursifolia*; tra *Anacyclus radiatus* e *Lomelosia argentea* e, infine, tra *Lomelosia argentea* e *Reichardia picroides* (Fig. 8.70).

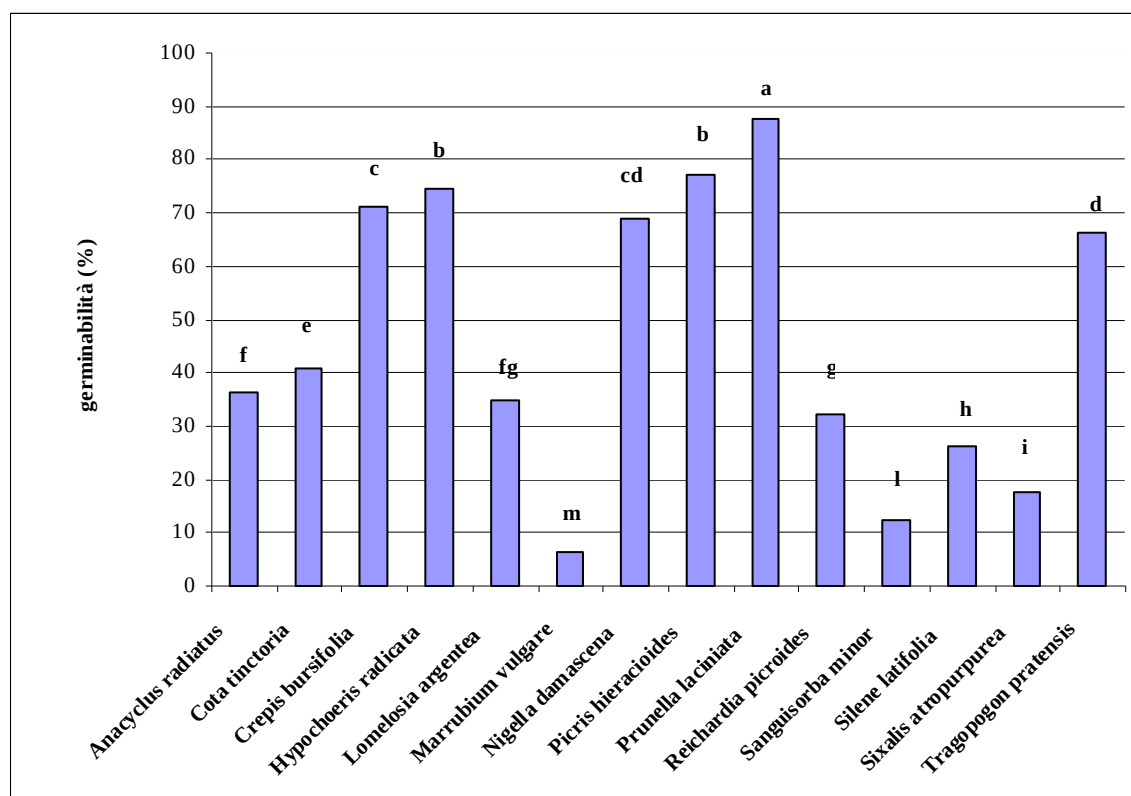


Fig. 8.70 – Germinabilità delle specie (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

La germinabilità media più elevata in rapporto alla temperatura è risultata a 15°C (Fig. 8.71), mentre la maggior parte delle specie studiate hanno manifestato una maggiore germinabilità con fotoperiodo di 12 ore di luce rispetto al buio (Fig. 8.72). Dal confronto della germinabilità media dei semi rilevata alle tre temperature di prova e alle due diverse condizioni di fotoperiodo, si evince che il valore più elevato si è avuto a 15°C con fotoperiodo di 12 ore di luce; staticamente non sono rilevanti la germinabilità media riscontrata a 15°C al buio rispetto a quella a 20°C e fotoperiodo di 12 ore di luce. I valori minori di germinabilità sono stati rilevati a 25°C, dove le differenze tra valori riscontrati con fotoperiodo di 12 ore di luce e al buio non sono risultati significativamente differenti (Fig. 8.73).

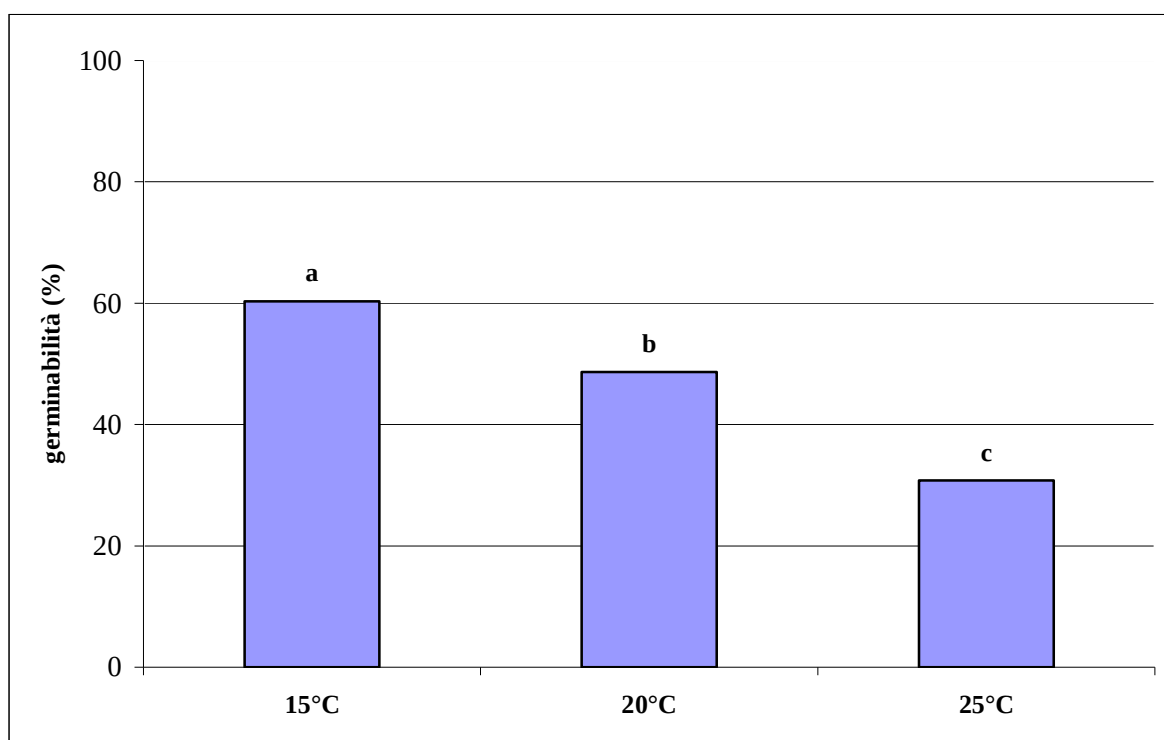


Fig. 8.71 – Germinabilità media dei semi delle specie in studio alle tre temperature di prova (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

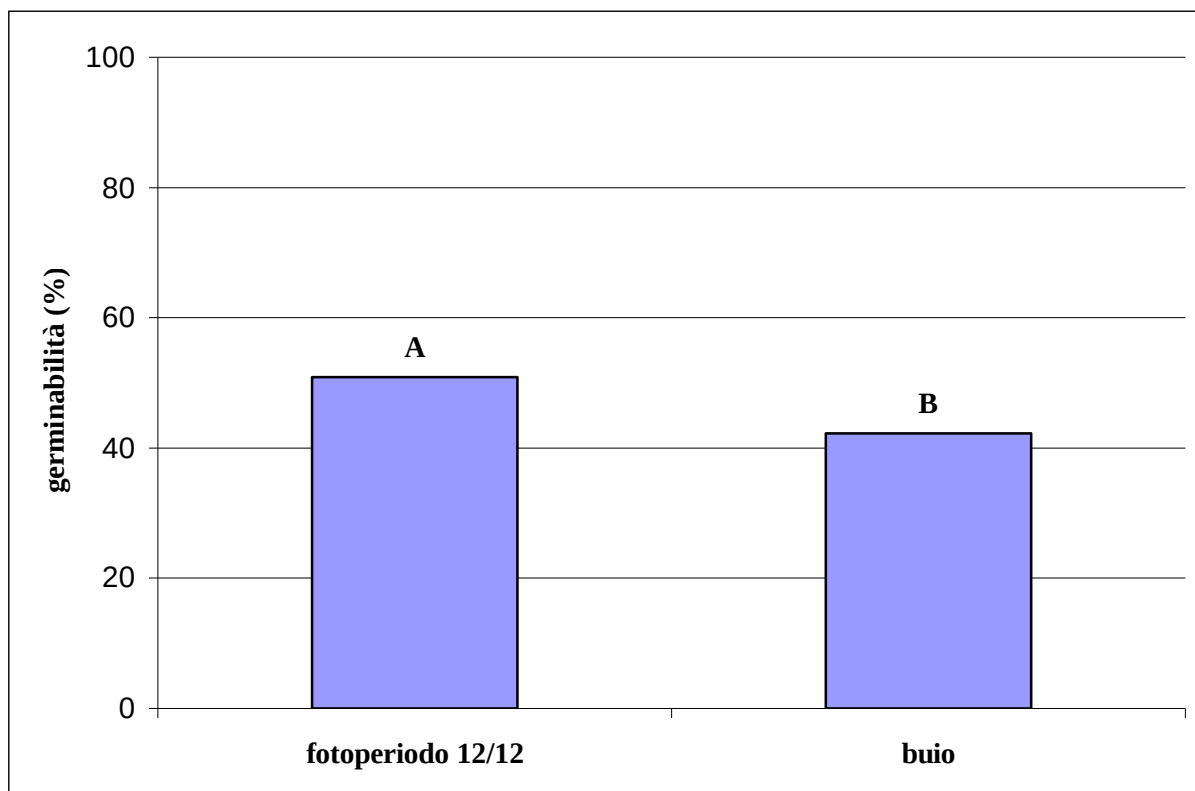


Fig. 8.72 – Germinabilità media dei semi delle specie in studio rilevata con fotoperiodo di 12 ore di luce e al buio (i valori contrassegnati da lettera diversa sono significativamente differenti per $P \leq 0,01$).

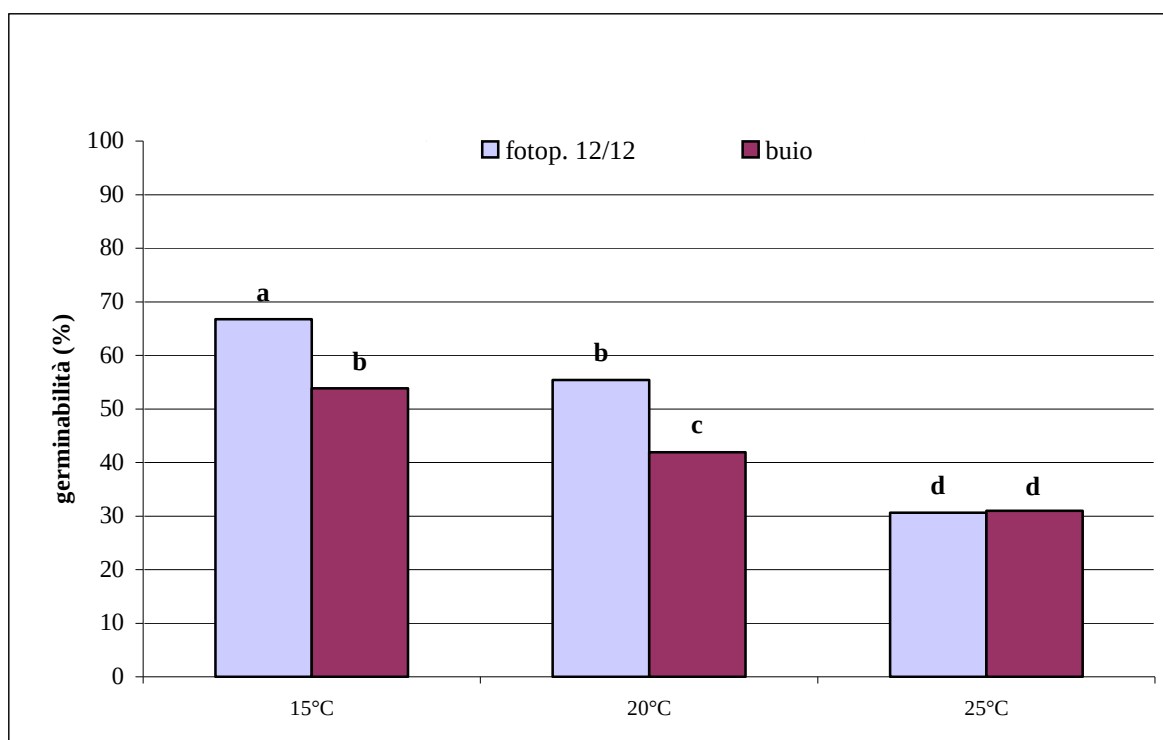


Fig. 8.73 – Germinabilità media dei semi in diverse condizioni termiche e luminose (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

Infine si riporta la germinabilità media dei semi rilevata nelle singole specie alle due differenti condizioni di illuminazione. La maggior parte delle specie ha manifestato una maggiore capacità germinativa con fotoperiodo di 12 ore di luce rispetto al buio (Fig. 8.74).

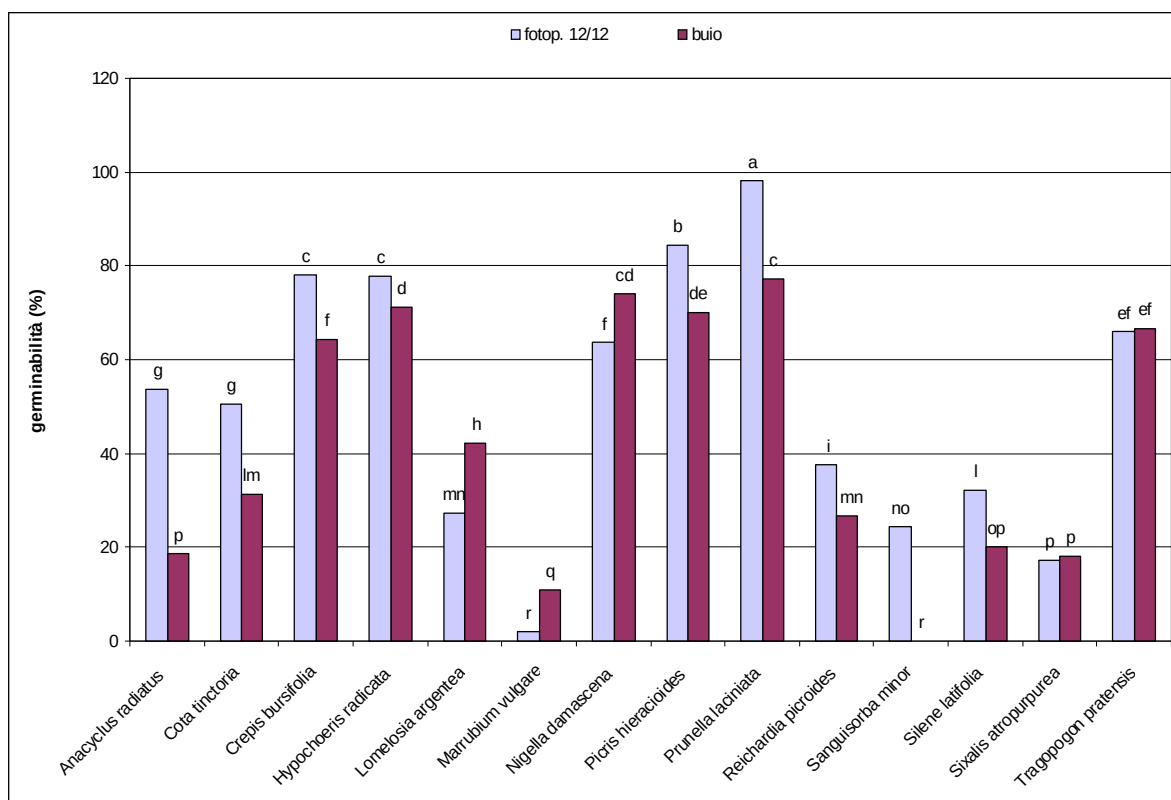


Fig. 8.74 – Germinabilità dei semi delle specie in studio secondo le due condizioni luminose di prova (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

8.2 Risultati da prove in campo

Nella lettura ed analisi dei dati relativi alla sperimentazione in campo, occorre tenere presenti le particolari condizioni climatiche verificatesi nel biennio 2007-2008 in cui si è svolta la seguente attività di ricerca. I dati termopluviometrici di riferimento sono quelli registrati dalla capannina meteorologica sita presso l'azienda didattico-sperimentale dell'Università degli Studi della Tuscia. L'anno 2007 si è caratterizzato per la particolare siccità a livello nazionale. A Viterbo si sono misurati 475 mm di pioggia a fronte dei circa 750 mm generalmente registrati negli anni precedenti, mentre la temperatura massima assoluta è stata ripetutamente $> 35^{\circ}\text{C}$ tra la seconda decade di luglio e la terza di agosto, con valore massimo assoluto di $36,4^{\circ}\text{C}$; la temperatura minima assoluta è scesa ripetutamente al di sotto dello zero centigrado tra l'ultima decade di

gennaio e la seconda di febbraio, raggiungendo il valore minimo assoluto di $-2,4^{\circ}\text{C}$ nella prima decade di febbraio (Fig. 8.75). Il 2008 è stato anch'esso un anno atipico dal punto di vista climatico, ma al contrario del precedente si è caratterizzato per le abbondanti precipitazioni, soprattutto concentrate nei mesi di novembre e dicembre. A Viterbo le precipitazioni hanno raggiunto 1206 mm di pioggia; tuttavia nella prima parte dell'anno le precipitazioni nello stesso territorio di Viterbo, sono state relativamente limitate, se si escludono la seconda decade di marzo in cui si sono registrati 100 mm e il mese di maggio con 163,2 mm. La temperatura massima assoluta, sempre a Viterbo, è risultata $> 30^{\circ}\text{C}$ ripetute volte a partire dalla seconda decade di giugno alla seconda di settembre e proprio in settembre che ha raggiunto il suo valore assoluto più elevato ($34,8^{\circ}\text{C}$); quella minima assoluta è stata di $-5,7^{\circ}\text{C}$ misurata nella seconda decade di febbraio e per lo stesso periodo la temperatura minima media è stata di $-1,6^{\circ}\text{C}$; anche nel mese di marzo si sono avuti valori inferiori allo zero centigrado, con valore minimo assoluto di $-1,6^{\circ}\text{C}$ (Fig. 8.76).

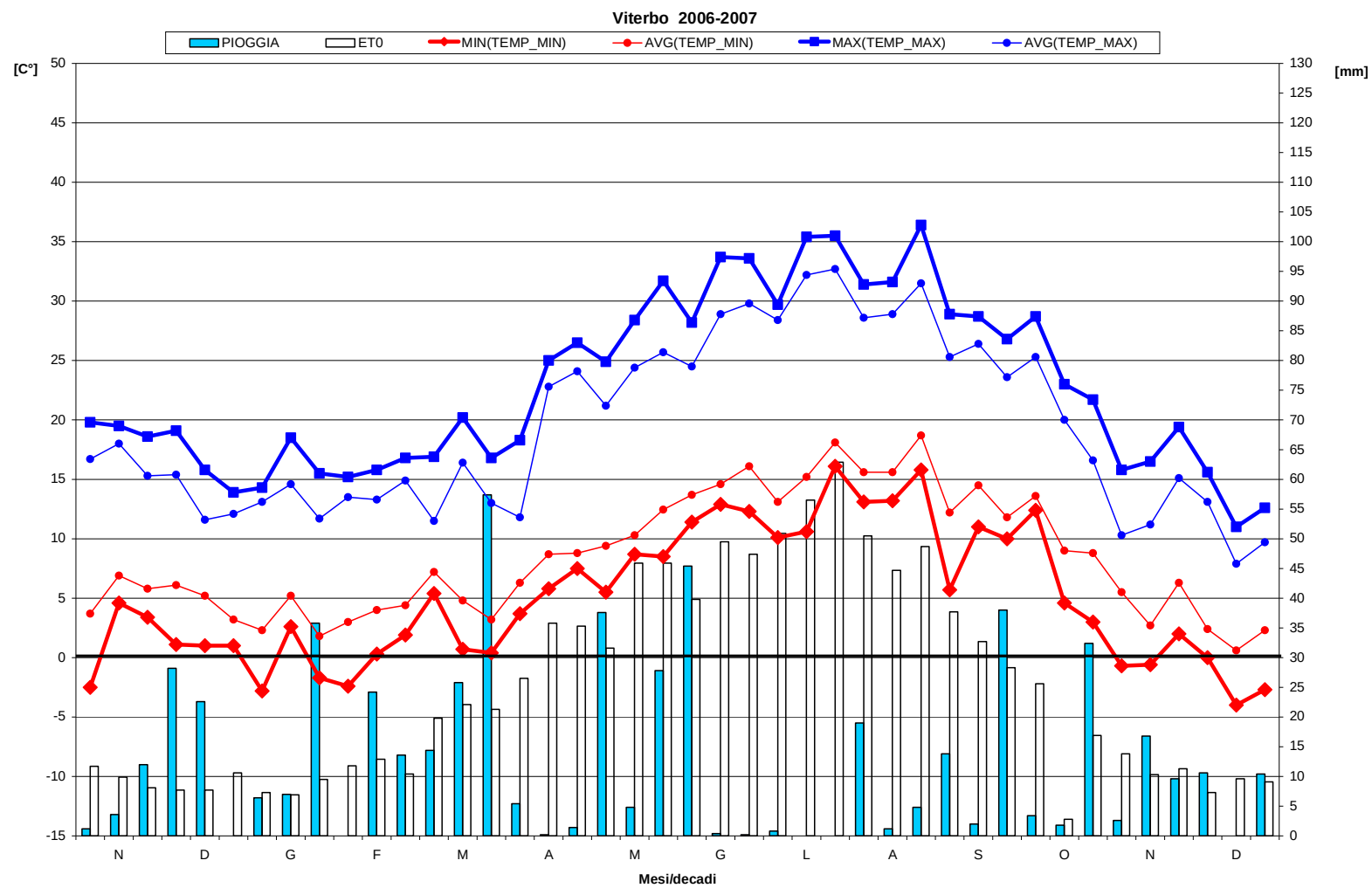


Fig. 8.75 – Andamento climatico nel I anno di sperimentazione.

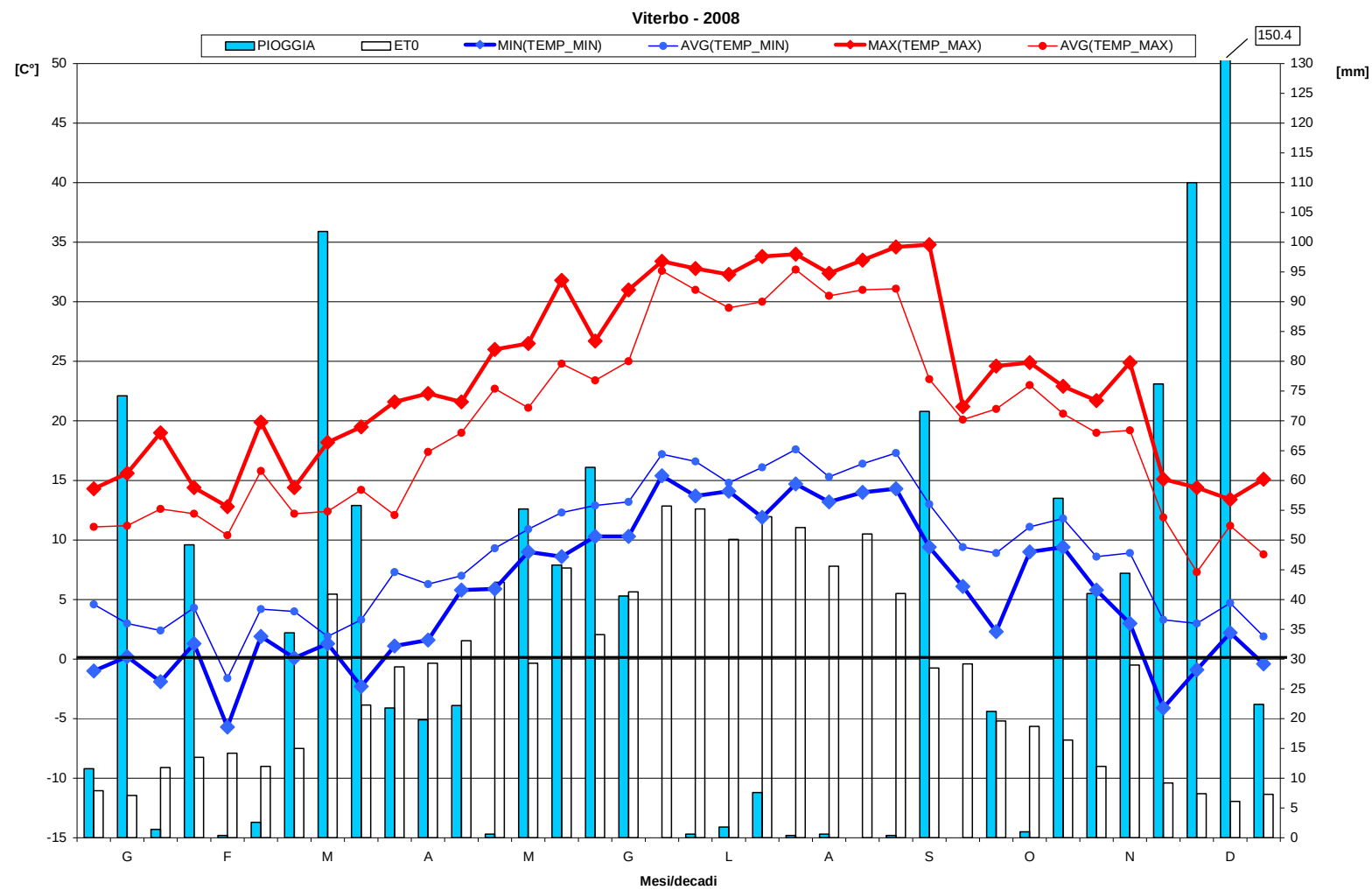


Fig. 8.76 – Andamento climatico nel II anno di sperimentazione.

8.2.1 Rilievo delle fasi fenologiche

Per quanto riguarda le principali fasi fenologiche, le osservazioni in campo hanno evidenziato una grande eterogeneità tra le specie. In particolare l'emergenza delle prime plantule è stata osservata a soli circa 15 giorni dalla semina in *Cota tinctoria* s.s., *Crepis bursifolia* e *Picris hieracioides* s.s.; poco più tardi (circa 20 giorni) sono comparse le plantule di *Tragopogon pratensis*, mentre a poco più di un mese dalla semina è stata la volta di *Lomelosia argentea* e *Sixalis atropurpurea* ssp. *grandiflora*. Sono occorsi circa 50 giorni per l'emergenza di *Silene latifolia* ssp. *alba*, mentre per le altre specie oltre 90 giorni (Fig. 8.77-8.87).

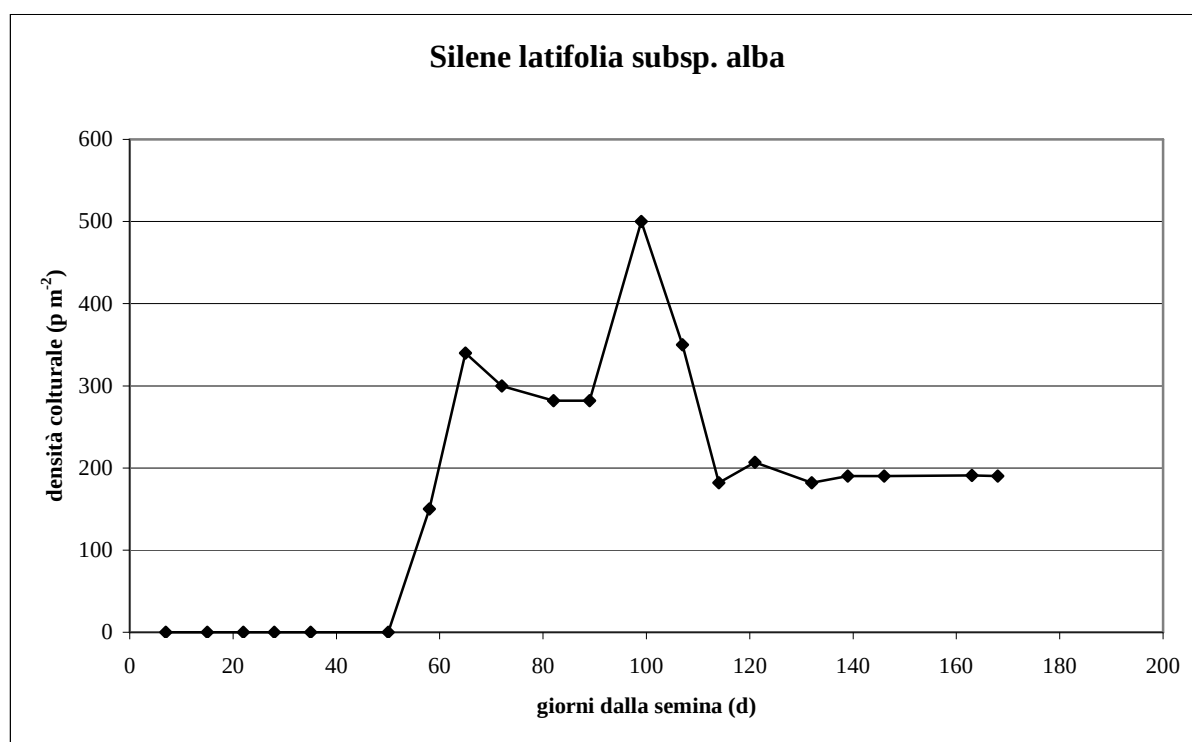


Fig. 8.77 – Andamento dell'emergenza in *Silene latifolia* ssp. *alba*.

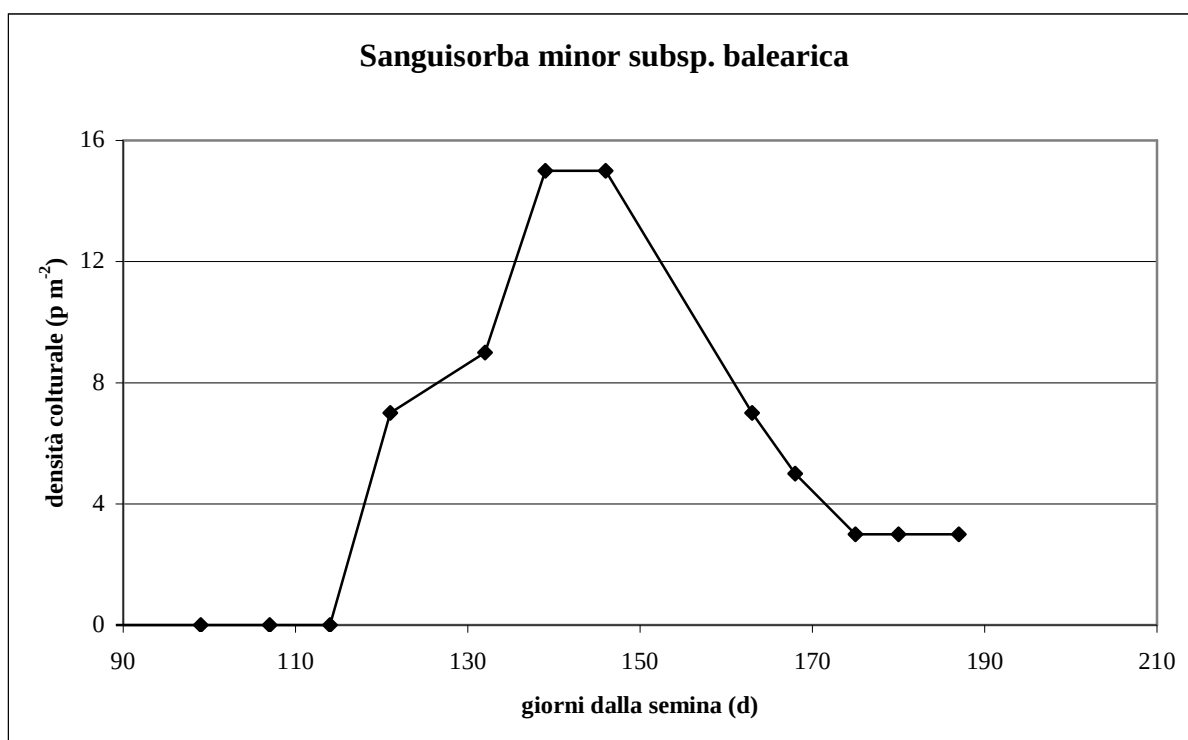


Fig. 8.78 – Andamento dell'emergenza in *Sanguisorba minor* ssp. *balearica*.

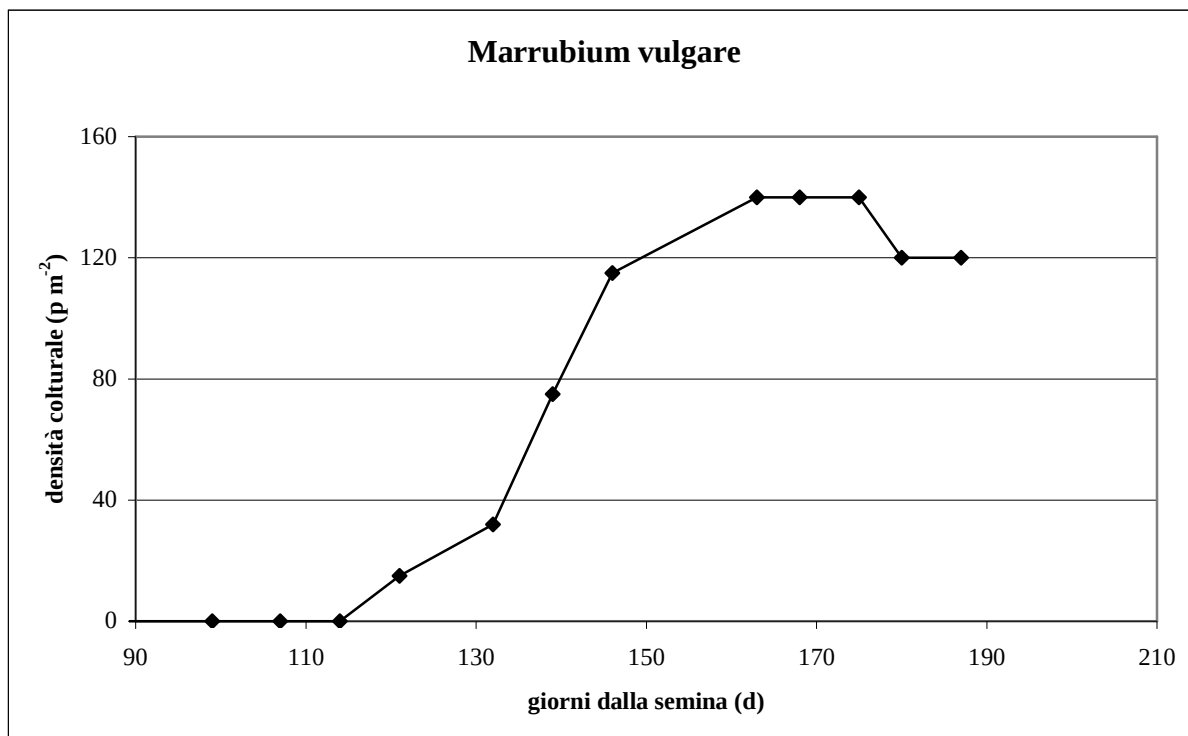


Fig. 8. 79 – Andamento dell'emergenza in *Marrubium vulgare*.

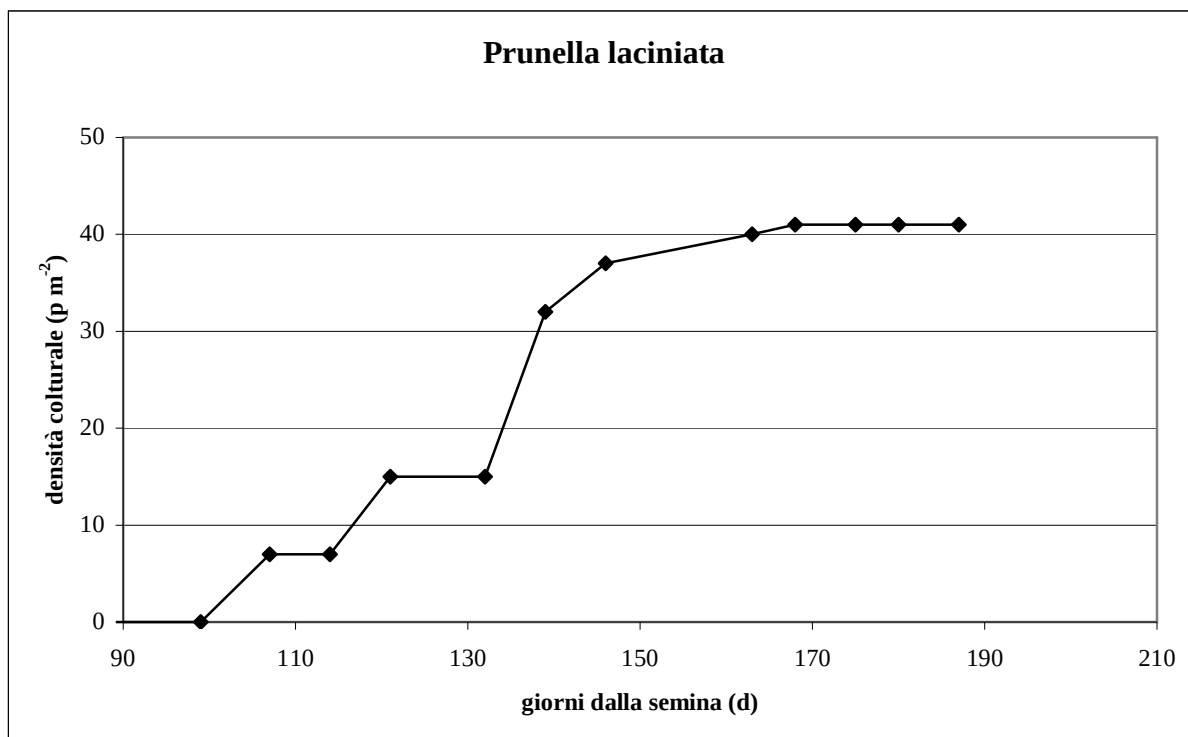


Fig. 8. 80 – Andamento dell'emergenza in *Prunella laciniata*.

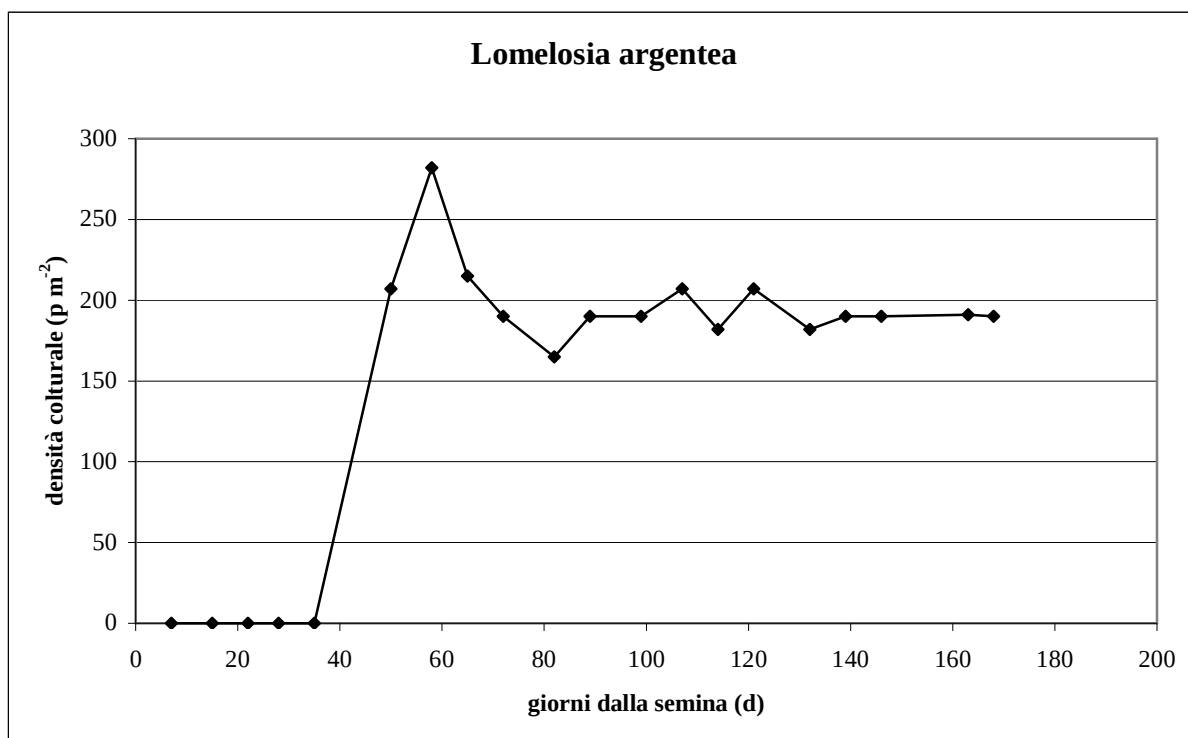


Fig. 8. 81 – Andamento dell'emergenza in *Lomelosia argentea*.

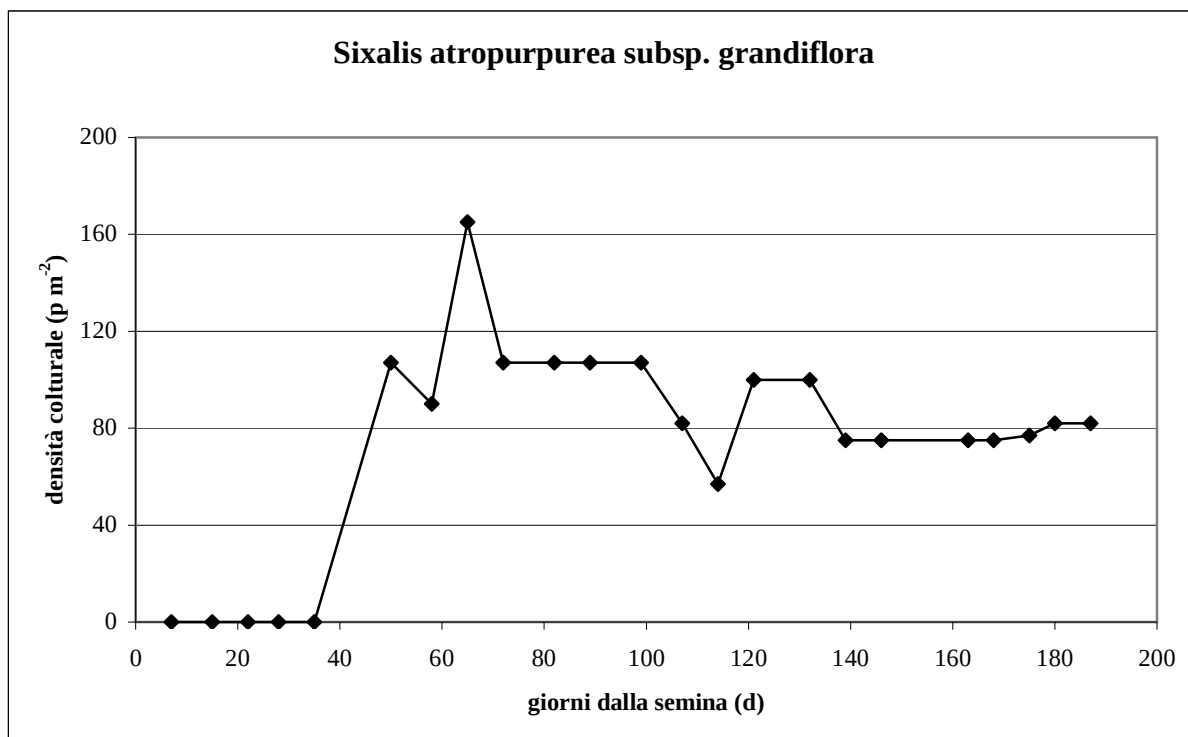


Fig. 8.82 – Andamento dell'emergenza in *Sixalis atropurpurea* ssp. *grandiflora*.

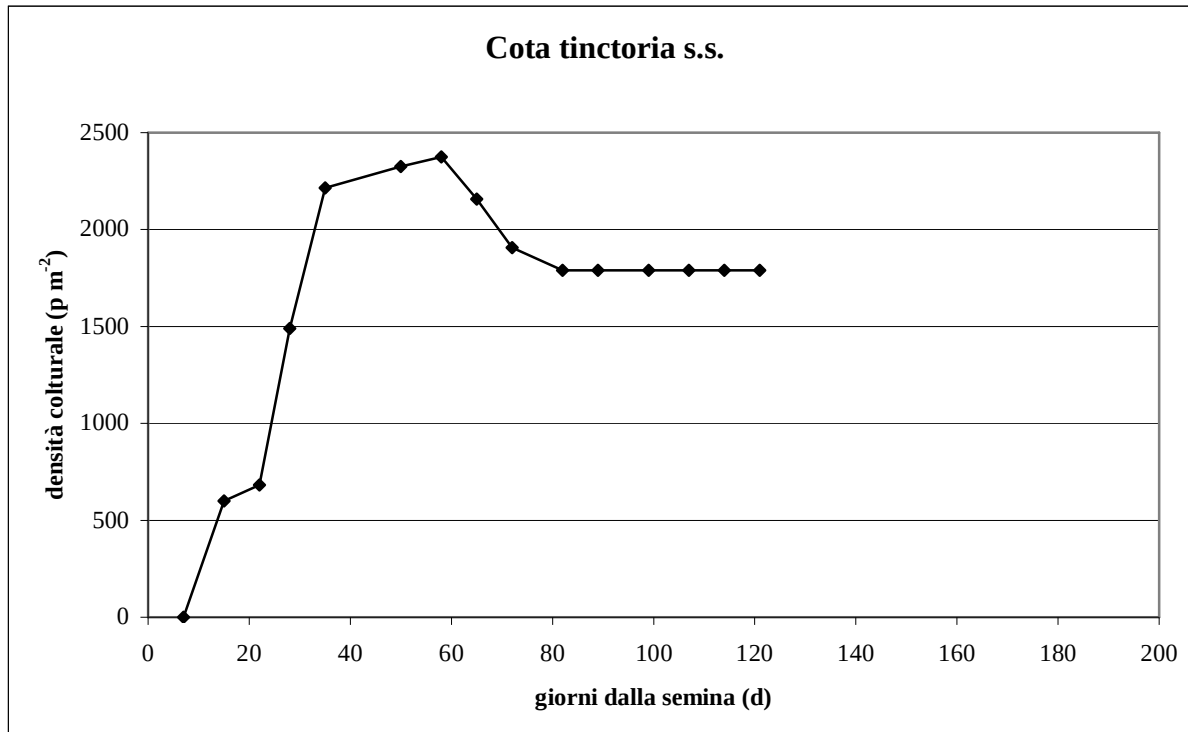


Fig. 8. 83 – Andamento dell'emergenza in *Cota tinctoria* s.s.

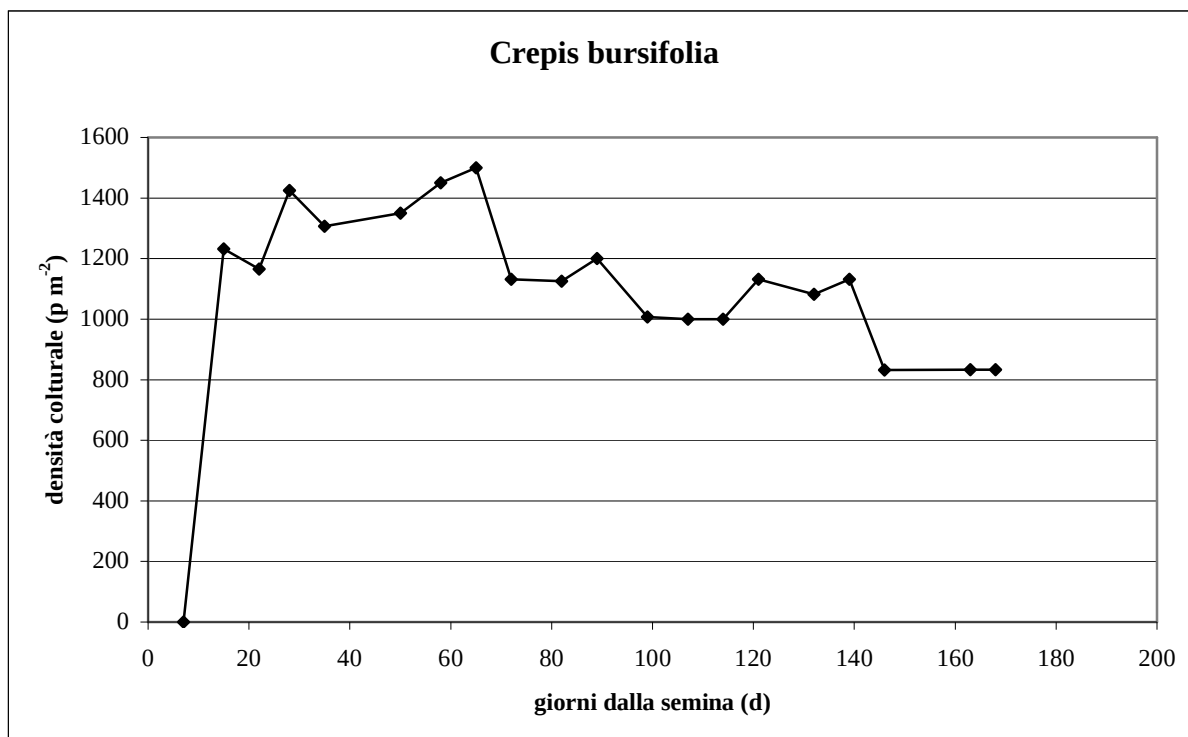


Fig. 8. 84 – Andamento dell'emergenza in *Crepis bursifolia*.

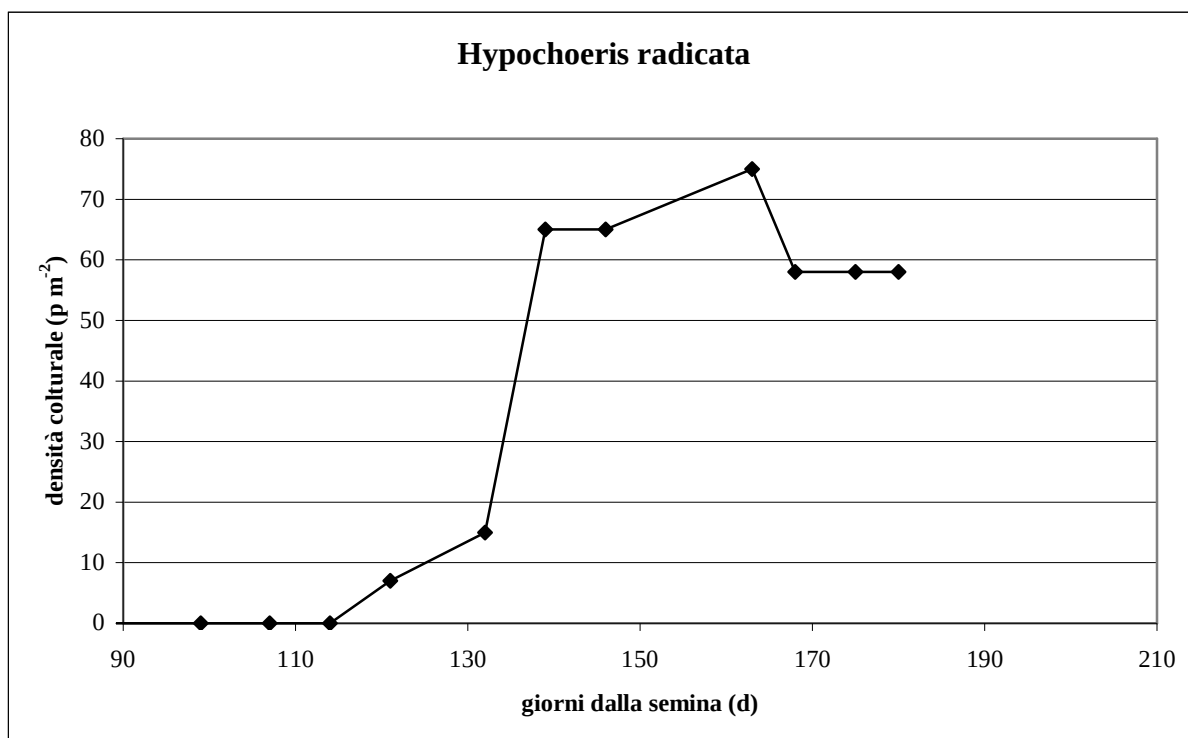


Fig. 8. 85 – Andamento dell'emergenza in *Hypochoeris radicata*.

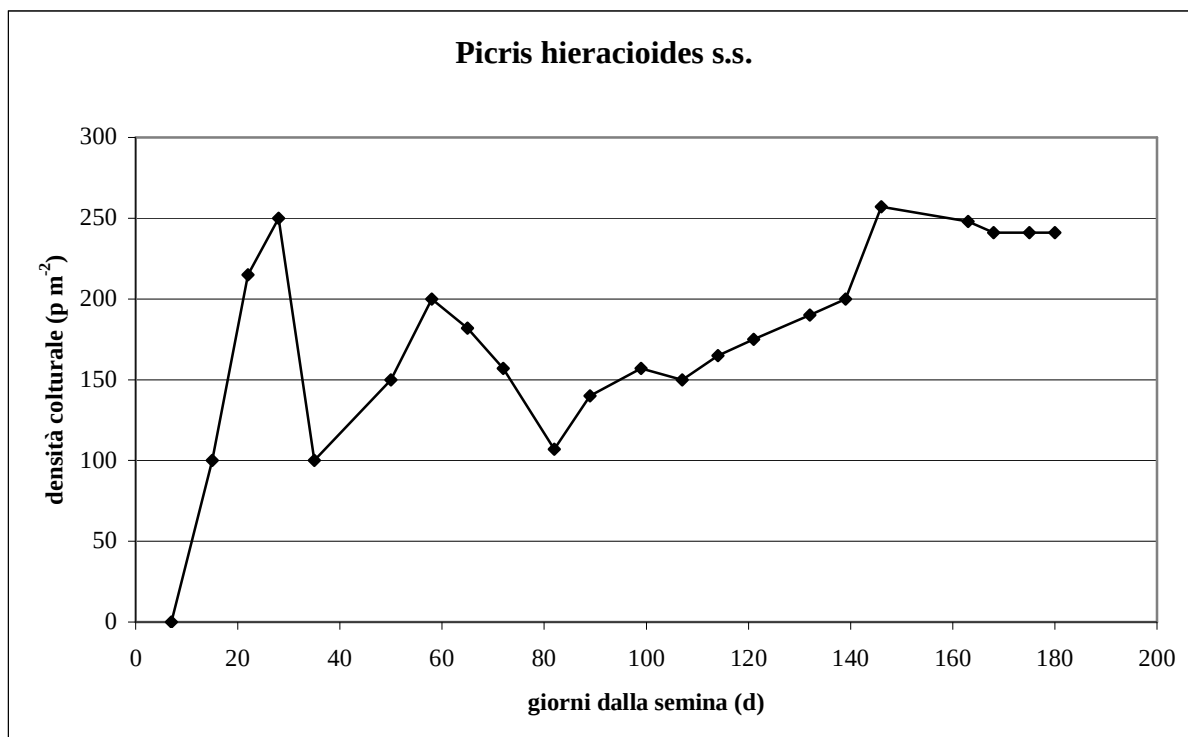


Fig. 8.86 – Andamento dell'emergenza in *Picris hieracioides* s.s.

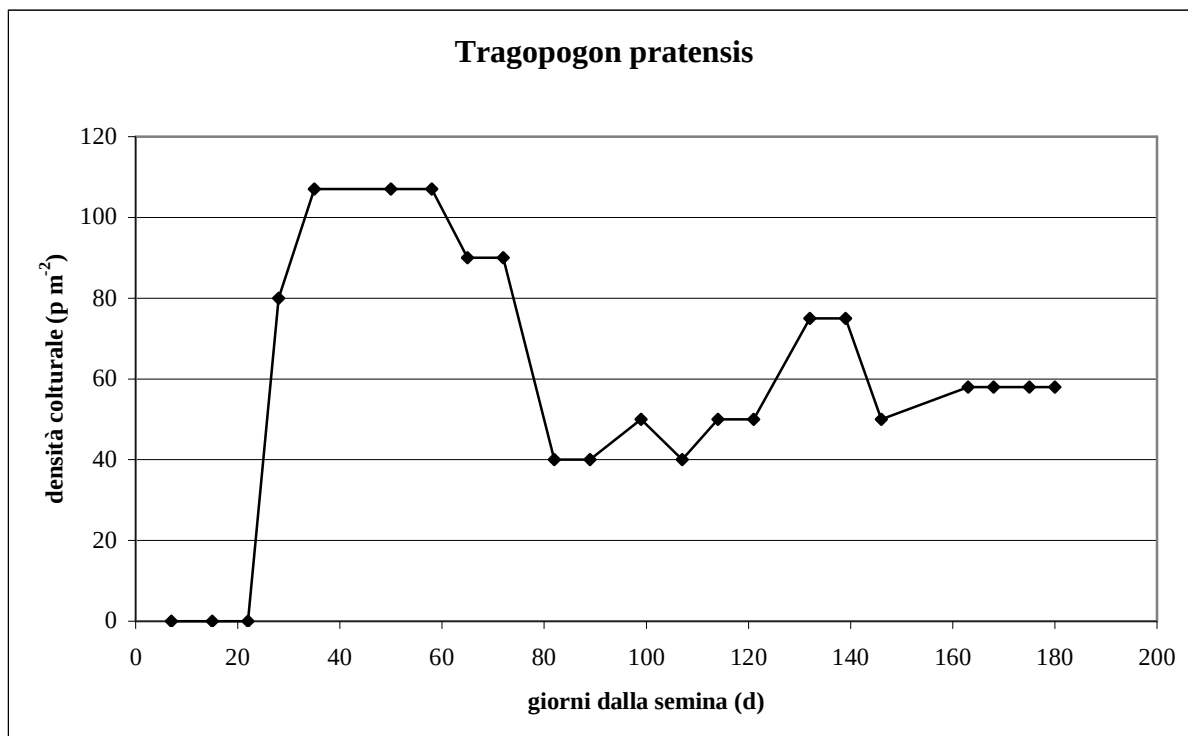


Fig. 8.87 – Andamento dell'emergenza in *Tragopogon pratensis*.

Le prime fioriture sono state osservate a partire dalla seconda decade di aprile a carico di *Tragopogon pratensis*; hanno fatto seguito quelle di *Cota tinctoria* s.s. (terza decade di aprile), *Crepis bursifolia*, *Silene latifolia* ssp. *alba* e *Hypochoeris radicata* (entro la prima decade di maggio), a seguire quelle delle altre specie. In particolare la fioritura più tardiva è stata quella di *Lomelosia argentea* (terza decade di giugno)(Fig. 8.88). La scalarità delle fioriture, anche con periodi di sovrapposizione, è molto vantaggiosa dal punto di vista estetico, nella prospettiva di un eventuale impiego delle specie in miscuglio.

Per quanto riguarda la durata della fioritura, le specie che hanno prodotto fiori più a lungo sono state *Crepis bursifolia*, *Lomelosia argentea*, *Silene latifolia* ssp. *alba*, *Hypochoeris radicata* e *Sanguisorba minor* ssp. *balearica*, con oltre 80 giorni; le fioriture più brevi si sono osservate in *Prunella laciniata* e *Marrubium vulgare*, con circa 50 giorni (Fig. 8.89). La maggior parte delle specie ha presentato un periodo di stasi vegetativa tra la prima e la seconda decade di agosto, ad eccezione di *Cota tinctoria* s.s., *Tragopogon pratensis* e *Prunella laciniata* per le quali a partire dalla prima decade di luglio era iniziato il disseccamento delle parti vegetative ormai fruttificate, e di *Lomelosia argentea* che, al contrario, ha proseguito la sua produzione di fiori dimostrando grande tolleranza all'aridità e alle alte temperature estive. Il mese di agosto ha rappresentato, per la maggior parte delle specie, il periodo di completamento anche della fruttificazione. A partire dalla fine di agosto, tuttavia, in coincidenza con l'abbassamento delle temperature e dei primi apporti di acque meteoriche, si sono osservate significative fioriture secondarie a carico di *Hypochoeris radicata*, *Silene latifolia* ssp. *alba*, *Picris hieracioides* s.s. e *Sixalis atropurpurea* ssp. *grandiflora*. Nella figura 8.90 sono riassunte le principali fasi fenologiche rilevate.

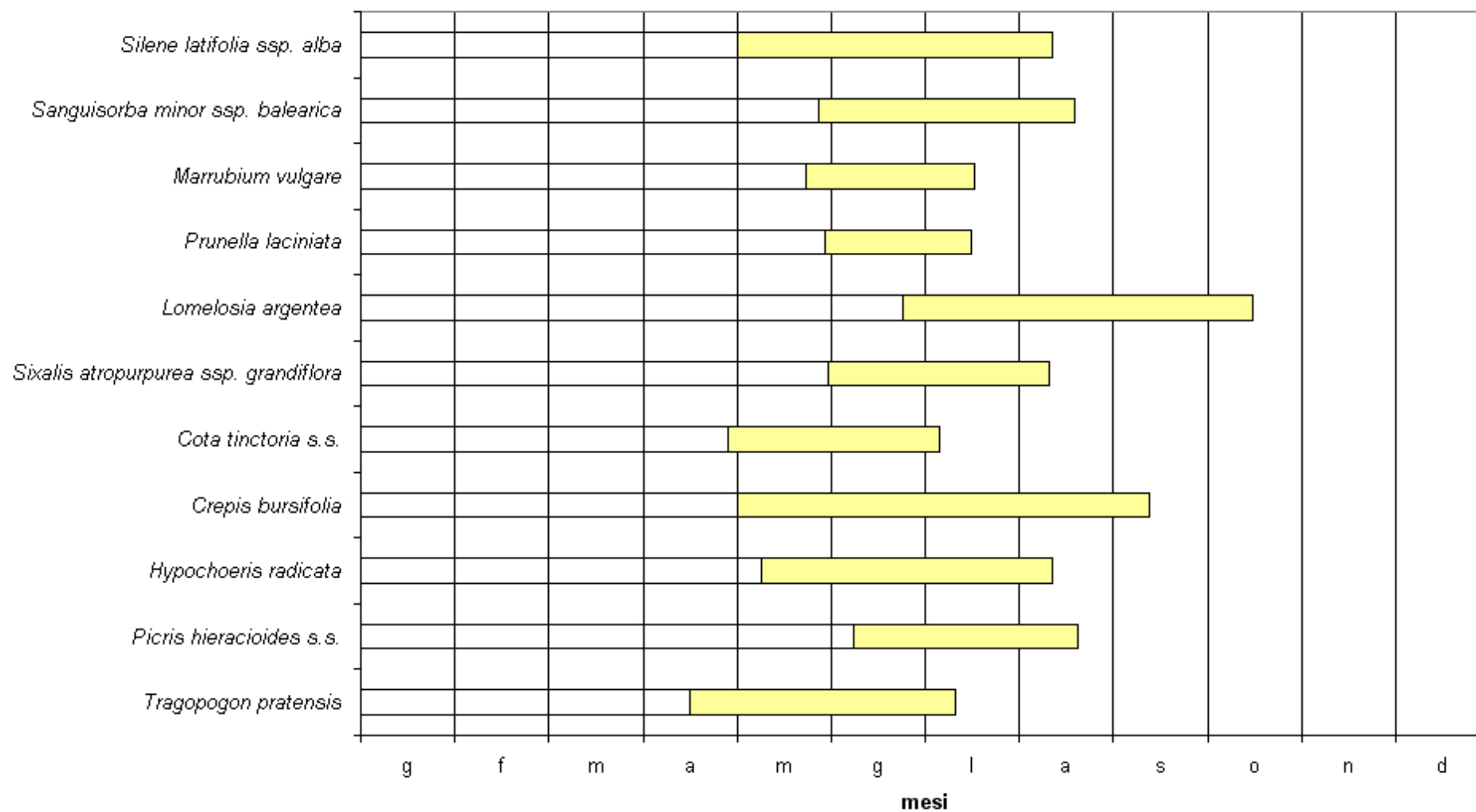


Fig. 8.88 – Scalarità della fioritura delle entità in studio.

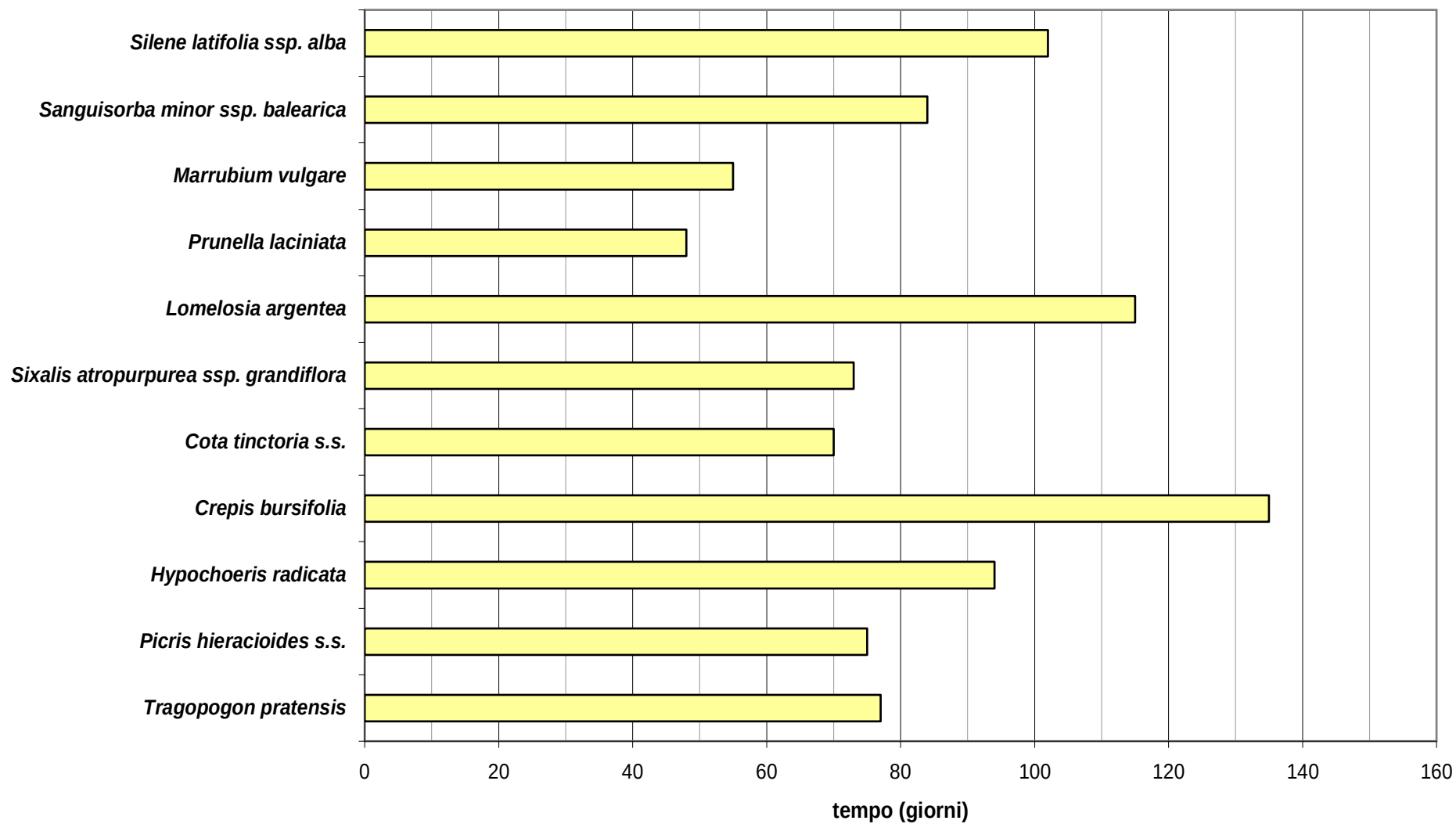


Fig. 8.89 – Confronto della durata della fioritura tra le entità in studio.

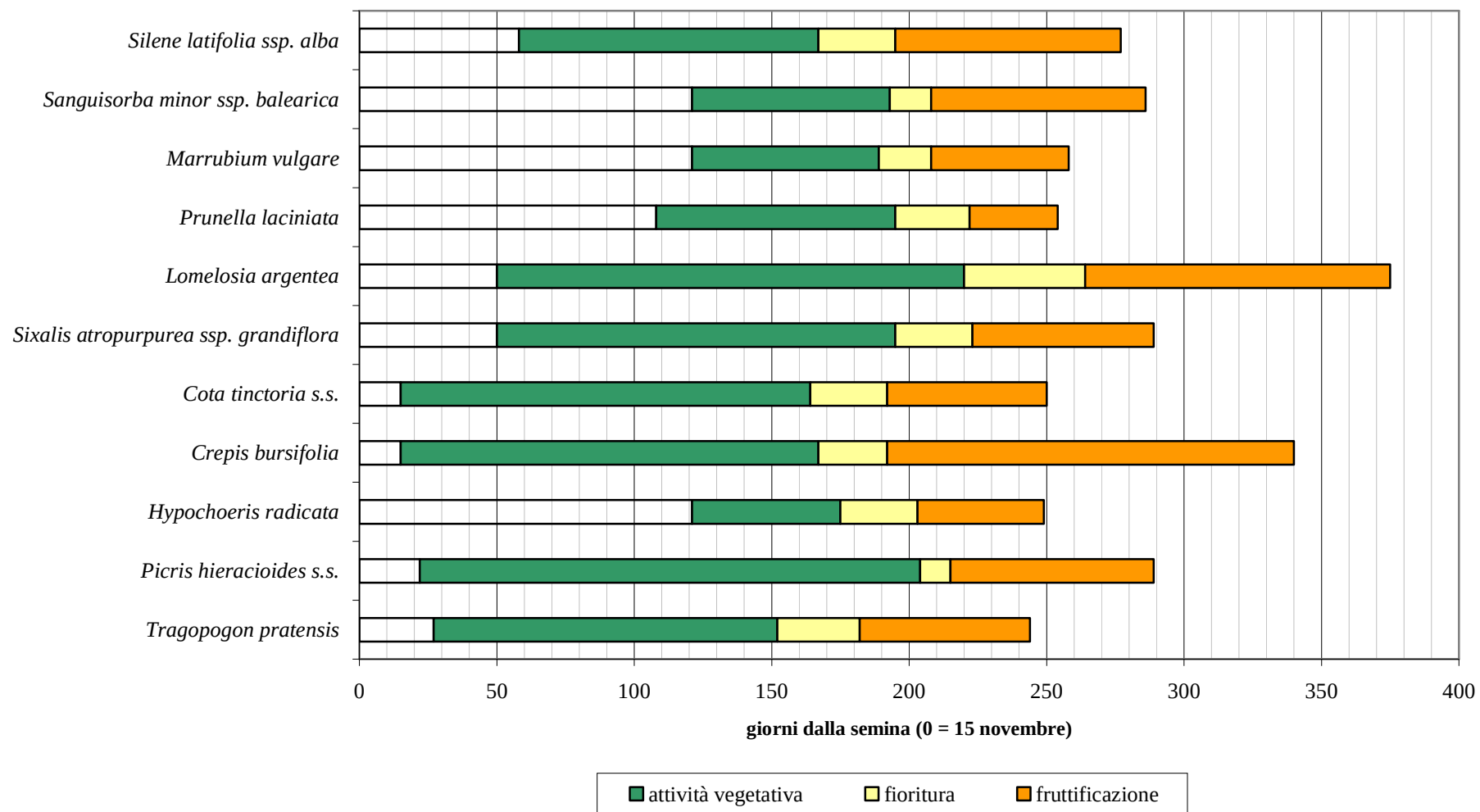


Fig. 8.90 – Diagramma fenologico delle entità in studio.

8.2.2 Rilievo dei caratteri morfometrici

La conoscenza delle dimensioni globali della pianta sono importanti, in quanto esprimono l'abilità della stessa nella competizione per le risorse, soprattutto per quanto riguarda la luce, la sua capacità di ricoprimento del suolo, ecc.; in particolare l'altezza può risultare un fattore limitante al suo impiego: piante di altezza limitata possono trovare impiego in inerbimenti sottoposti a fruizione più o meno marcata, al contrario piante di elevate dimensioni possono rendere impraticabile gli stessi inerbimenti. Ne consegue che anche gli interventi colturali quali il taglio possono essere influenzati dalle dimensioni della pianta, oltre alla sua capacità di ripresa dopo l'intervento.

a) altezza

L'altezza media raggiunta dalle piante delle specie nei due anni di coltivazione ha prodotto valori significativamente differenti, evidenziando una marcata eterogeneità. I valori delle altezze medie estreme rilevate sono state 12,94 cm (*Crepis bursifolia*) e 95,13 cm (*Picris hieracioides* s.s.).

Nel complesso sono tre le specie con altezza media < 50 cm ed un ugual numero con altezza media compresa tra 51 e 70 cm, mentre le rimanenti 5 specie hanno raggiunto un'altezza media compresa tra 71 e 100 cm. Dal confronto tra le variazioni rilevate nei due anni di coltivazione, si evince che la quasi totalità delle specie ha incrementato significativamente il valore medio della propria altezza nell'anno 2008; fanno eccezione *Crepis bursifolia* e *Picris hieracioides* s.s., la cui variazione non è risultata significativa (Fig. 8.91).

Di un certo interesse è stato anche il confronto tra il *range* di altezza riportato in letteratura (Pignatti, 1982) per le popolazioni naturali delle specie in studio, da cui si evince che per 5 specie esiste concordanza di valori, mentre per 6 specie, l'altezza da noi rilevata è risultata superiore (Tab. 8.1). Ciò va messo in relazione con le specifiche condizioni colturali (densità colturale, coltura monospecifica, utilizzo di suolo più fertile), condizioni ben diverse da quelle riscontrabili in natura. Se all'analisi statistica dell'altezza si affianca, poi, quella della densità colturale, si nota come a specie con altezza maggiore corrisponda generalmente una minore densità colturale, ciò può essere spiegato con la tendenza generale di una pianta ad occupare radialmente una superficie maggiore all'aumentare della sua altezza; trattandosi, poi, di piante a ciclo vitale tendenzialmente perenne, di norma tendono ad aumentare anche il numero dei fusti. Valori estremi di densità colturale sono stati rilevati in *Crepis bursifolia* (> 700 pp m⁻²) e *Sanguisorba minor* ssp. *balearica* (4,9 pp m⁻²)(Fig. 8.92).

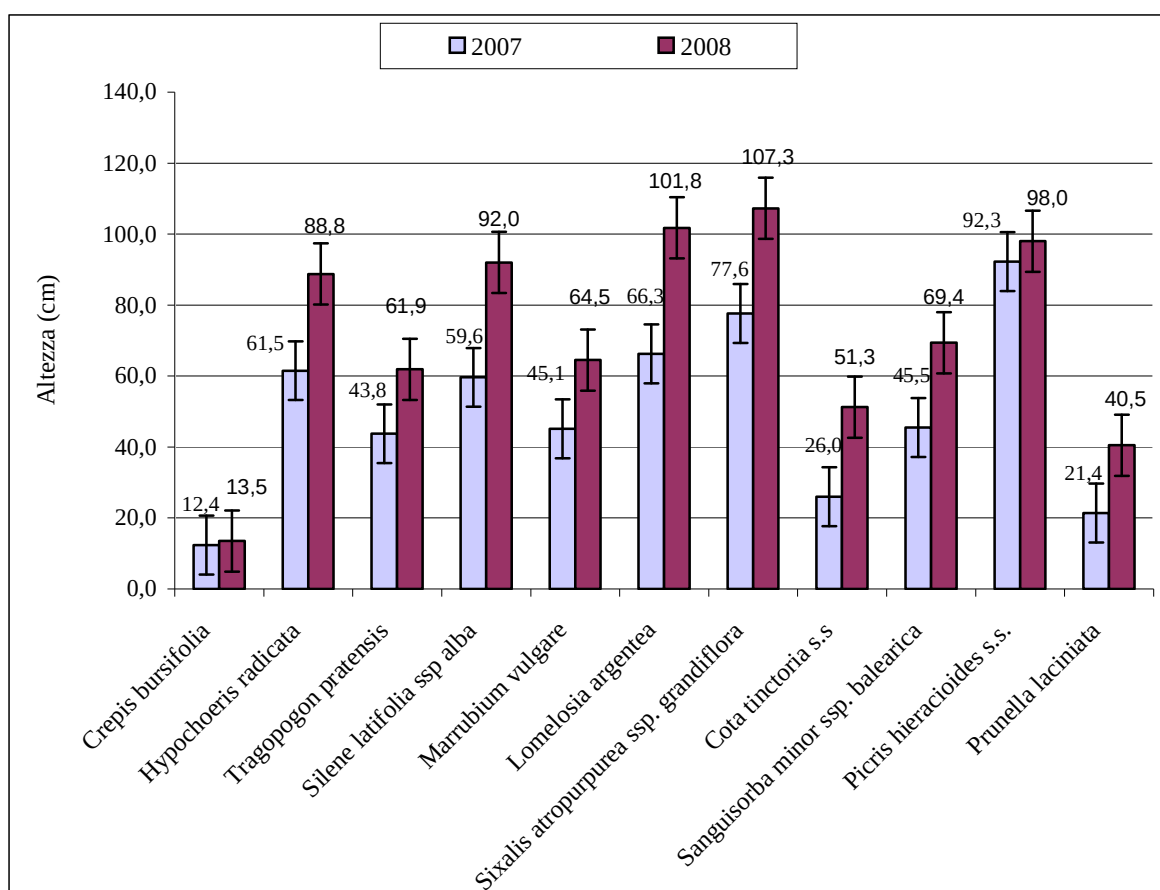


Fig. 8.91 – Altezza media raggiunta dalle singole specie nei due anni di coltivazione (le barre verticali rappresentano la D.M.S. per $P=0,05$).

Tabella 8.1– Confronto tra l'altezza media (cm) rilevata negli anni 2007 e 2008 con quella riportata in letteratura per le popolazioni naturali delle specie studiate (Pignatti, 1982).

ENTITA'	h (2007-2008)	h (sensu Pignatti, 1982)
<i>Silene latifolia ssp. alba</i>	75,81	30-70
<i>Sanguisorba minor ssp. balearica</i>	55,44	20-50
<i>Marrubium vulgare</i>	54,81	20-40
<i>Prunella laciniata</i>	30,94	15-25
<i>Lomelosia argentea</i>	84,00	20-50
<i>Sixalis atropurpurea ssp. grandiflora</i>	92,44	30-60 (120)
<i>Cota tinctoria s.s.</i>	38,63	30-50
<i>Crepis bursifolia</i>	12,94	10-30
<i>Hypochoeris radicata</i>	75,13	30-50 (90)
<i>Picris hieracioides s.s.</i>	95,13	30-70
<i>Tragopogon pratensis</i>	52,81	30-80

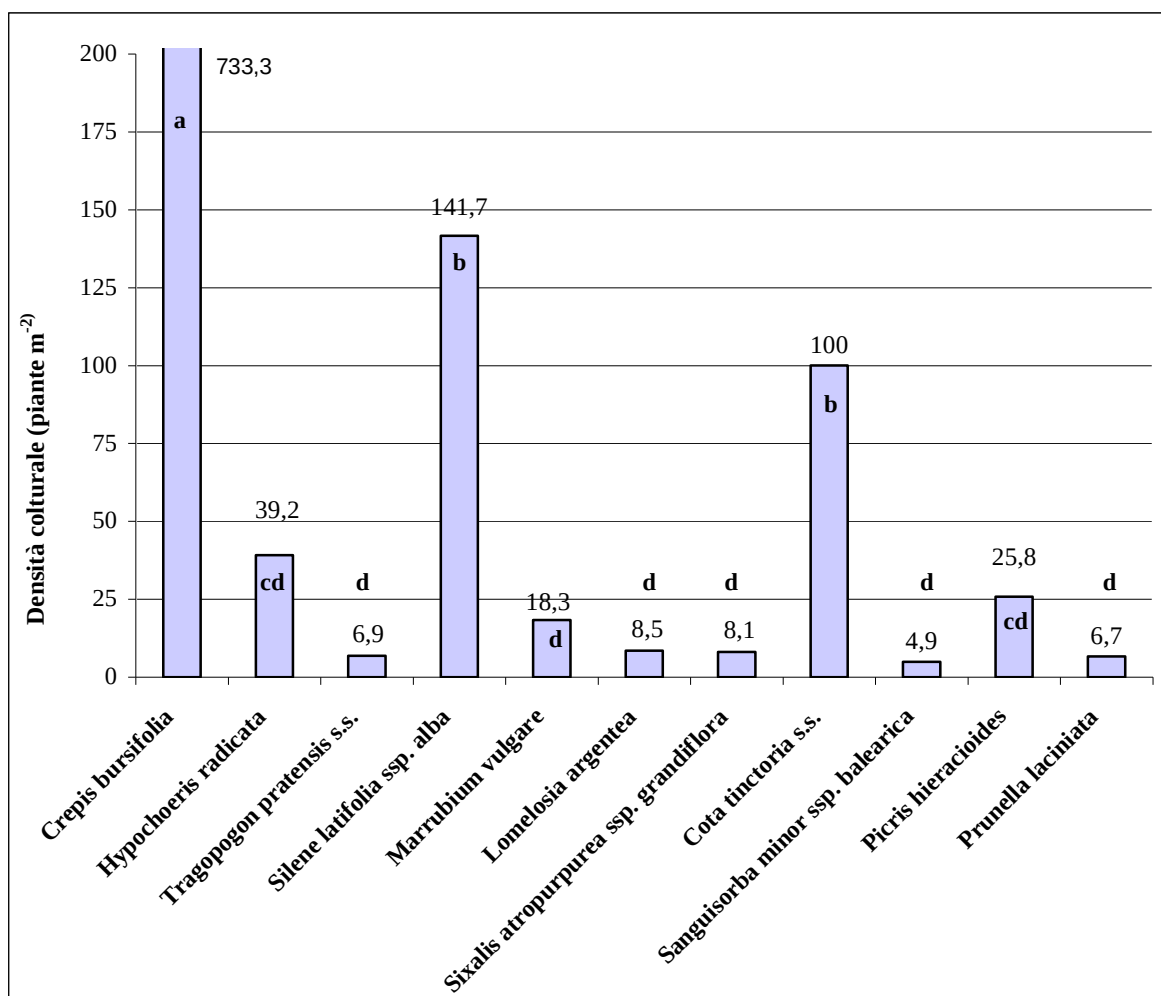


Fig. 8.92 – Densità media delle parcelle coltivate con le undici specie in studio nel biennio 2007-2008 (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

b) peso di 1000 semi

Le specie hanno presentato eterogeneità, infatti in 6 (*Crepis bursifolia*, *Hypochoeris radicata*, *Silene latifolia* ssp. *alba*, *Marrubium vulgare*, *Cota tinctoria* s.s. e *Picris hieracioides*) 1000 semi non raggiungono 1 g; in 3 (*Lomelosia argentea*, *Sixalis atropurpurea* e *Prunella laciniata*) peso di 1000 semi è compreso tra 1 e 5 g e soltanto in 2 (*Tragopogon pratensis* e *Sanguisorba minor* ssp. *balearica*) è superiore a 5 g. La variazione del peso medio nei due anni di osservazione ha prodotto risultati statisticamente significativi. In particolare in *Picris hieracioides* s.s. e *Lomelosia argentea* si è verificata una diminuzione nel 2008 rispetto all'anno precedente, mentre in *Hypochoeris radicata*, *Silene latifolia* ssp. *alba* e *Sixalis atropurpurea* ssp. *grandiflora*, al contrario, si è verificato un aumento nel 2008; per quanto riguarda le altre specie le variazioni non sono significative (Fig. 8.93).

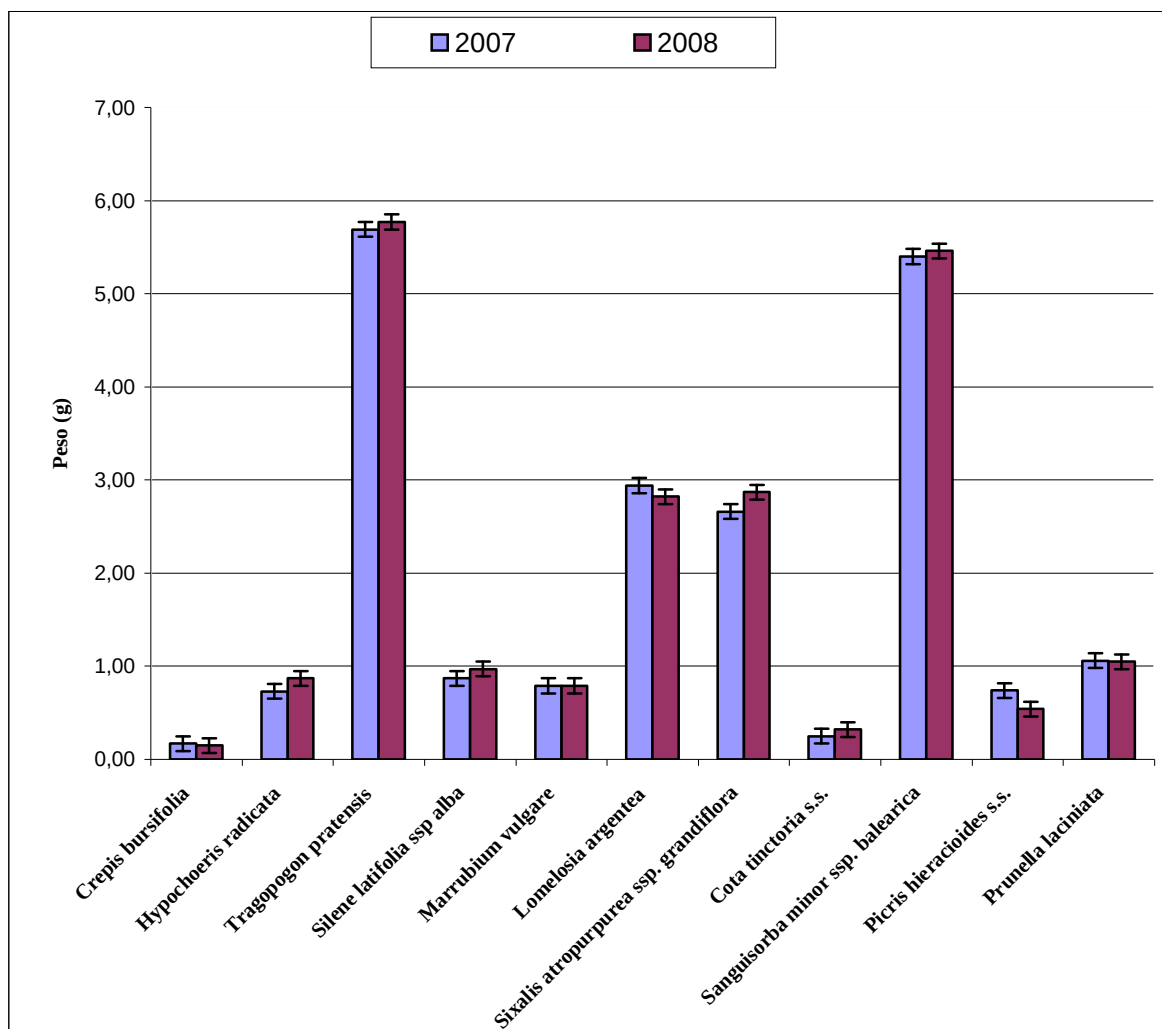


Fig. 8.93 – Peso medio di 1000 semi (P1000) delle singole specie nei due anni di coltivazione (le barre verticali rappresentano la D.M.S. per $P=0,05$).

Nella tabella 8.2 sono riportati per ogni entità il peso di 1000 semi e il numero di semi contenuti in un grammo di prodotto. I dati si riferiscono al primo anno della sperimentazione e comprendono anche le tre specie (*Nigella damascena*, *Anacyclus radiatus* e *Reichardia picroides*) che non sono state sottoposte a valutazione agronomica. I valori estremi di peso sono rappresentati da *Crepis bursifolia* (0,168 g) e *Tragopogon pratensis* (5,693 g) a cui corrispondono, di conseguenza, rispettivamente il maggiore e il minor numero di semi contenuti in un grammo di prodotto.

Tabella 8. 2 – Caratteristiche morfometriche dei semi delle entità studiate.

ENTITA'	PESO DI 1000 SEMI (g)	N. SEMI CONTENUTI IN 1g
<i>Nigella damascena</i>	2,298	435
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	0,867	1.153
<i>Sanguisorba minor</i> ssp. <i>balearica</i>	5,395	185
<i>Marrubium vulgare</i>	0,786	1.272
<i>Prunella laciniata</i>	1,056	947
<i>Lomelosia argentea</i>	2,943	340
<i>Sixalis atropurpurea</i> ssp. <i>grandiflora</i>	2,656	376
<i>Anacyclus radiatus</i>	0,610	1.623
<i>Cota tintoria</i> s.s.	0,250	4.000
<i>Crepis bursifolia</i>	0,168	5.962
<i>Hypochoeris radicata</i>	0,726	1.377
<i>Picris hieracioides</i> s.s.	0,737	1.356
<i>Reichardia picroides</i>	0,342	2923
<i>Tragopogon pratensis</i>	5,693	175

Un altro carattere morfometrico preso in considerazione è stato il numero di infiorescenze per pianta. Nei due anni di sperimentazione si è osservato un incremento del numero di infiorescenze (dicasi, capolini, spicasteri) a carico di tutte le specie in studio, la ragione di ciò va ricercata, probabilmente, nelle condizioni termopluviometriche più favorevole verificatesi nel 2008 rispetto all'anno precedente (Tab. 8.3). L'analisi della produzione di seme nel biennio 2007-2008 non ha evidenziato significatività nell'ambito delle singole specie ad eccezione di *Marrubium vulgare*, *Sanguisorba minor* ssp. *balearica* e *Picris hieracioides* s.s. in cui la quantità di seme prodotta per unità di superficie è incrementata nel 2008. La densità colturale è diminuita nel 2008 rispetto all'anno precedente a causa delle particolari condizioni climatiche dell'anno 2007, per cui un certo numero di piante non hanno superato lo stress creato da un lato dal prolungarsi del periodo siccitoso e dall'altro dalla competizione intraspecifica; ciò ha spesso limitato anche il numero di fiori (o infiorescenze) per pianta. In particolare in *Cota tintoria* s.s. sono stati osservati numerosi individui che hanno prodotto un solo capolino. Nell'anno 2008, un maggiore apporto di precipitazioni ha consentito alle piante sopravvissute, un maggiore accrescimento e sviluppo, con una maggiore produzione di fiori e semi (Fig. 8.94).

Tabella 8.3 – Rilievo del numero medio di infiorescenze per pianta rilevato negli anni 2007 e 2008.

ENTITA'	N. INFIOR. /PIANTA (2007)	N. INFIOR./PIANTA (2008)
<i>Silene latifolia</i> ssp. <i>alba</i>	8,7	16,5
<i>Sanguisorba minor</i> ssp. <i>balearica</i>	68,4	146,5
<i>Marrubium vulgare</i>	6,6	15,3
<i>Prunella laciniata</i>	26,5	30,8
<i>Lomelosia argentea</i>	51,2	101,6
<i>Sixalis atropurpurea</i> ssp. <i>grandiflora</i>	107,6	199,2
<i>Cota tinctoria</i>	4,3	33,5
<i>Crepis bursifolia</i>	21,4	45,3
<i>Hypochoeris radicata</i>	35,3	98,8
<i>Picris hieracioides</i> s.s.	90,9	234,5
<i>Tragopogon pratensis</i>	7,2	16,6

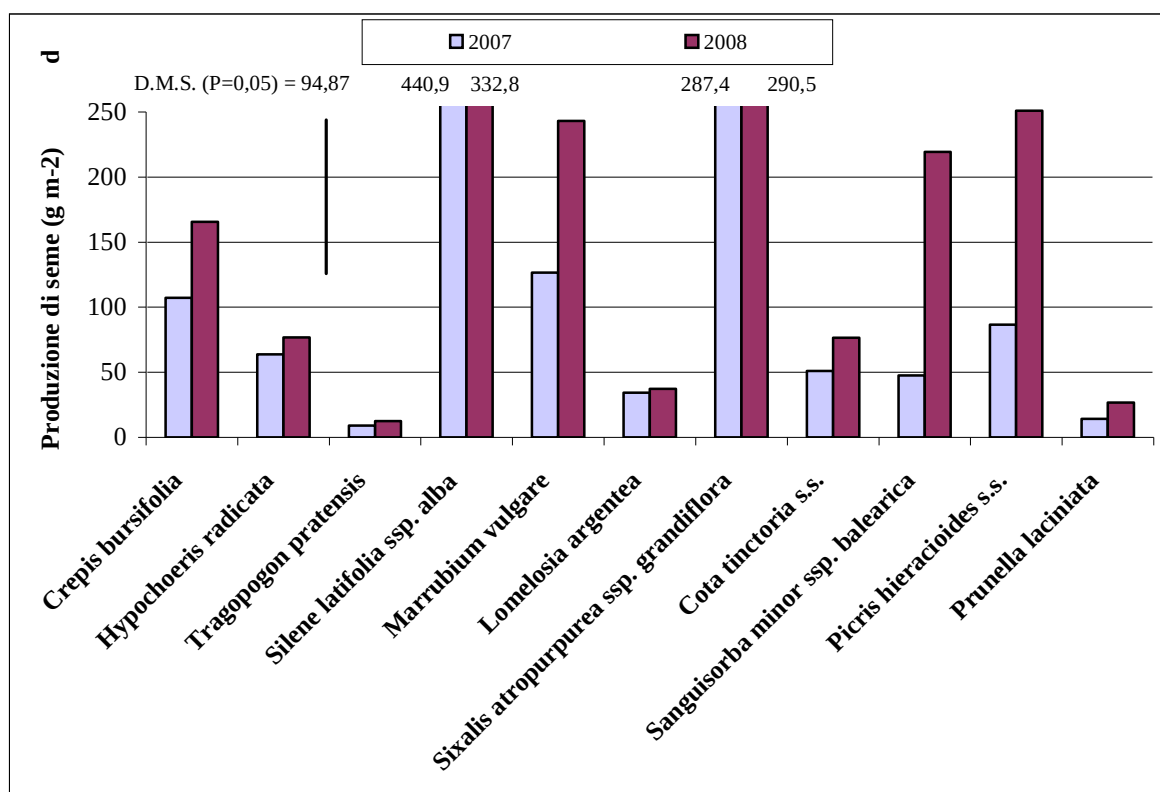


Fig. 8.94 – Produzione di seme delle singole specie nei due anni di coltivazione (la barra di errore indica il valore della D.M.S. per P=0,05).

Infine dall'analisi della produzione media di seme di ciascuna specie, si evince significatività tra *Silene latifolia* ssp. *alba*, *Marrubium vulgare* e *Sixalis atropurpurea* ssp. *grandiflora*, nei confronti delle altre specie. Le produzioni medie non sono risultate significativamente differenti tra *Hypochoeris radicata*, *Tragopogon pratensis*, *Lomelosia argentea*, *Cota tintoria* s.s. e *Prunella laciniata* così come quelle tra *Hypochoeris radicata*, *Crepis bursifolia* e *Sanguisorba minor* ssp. *balearica* e tra *Marrubium vulgare* e *Picris hieracioides* s.s. (Fig. 8.95).

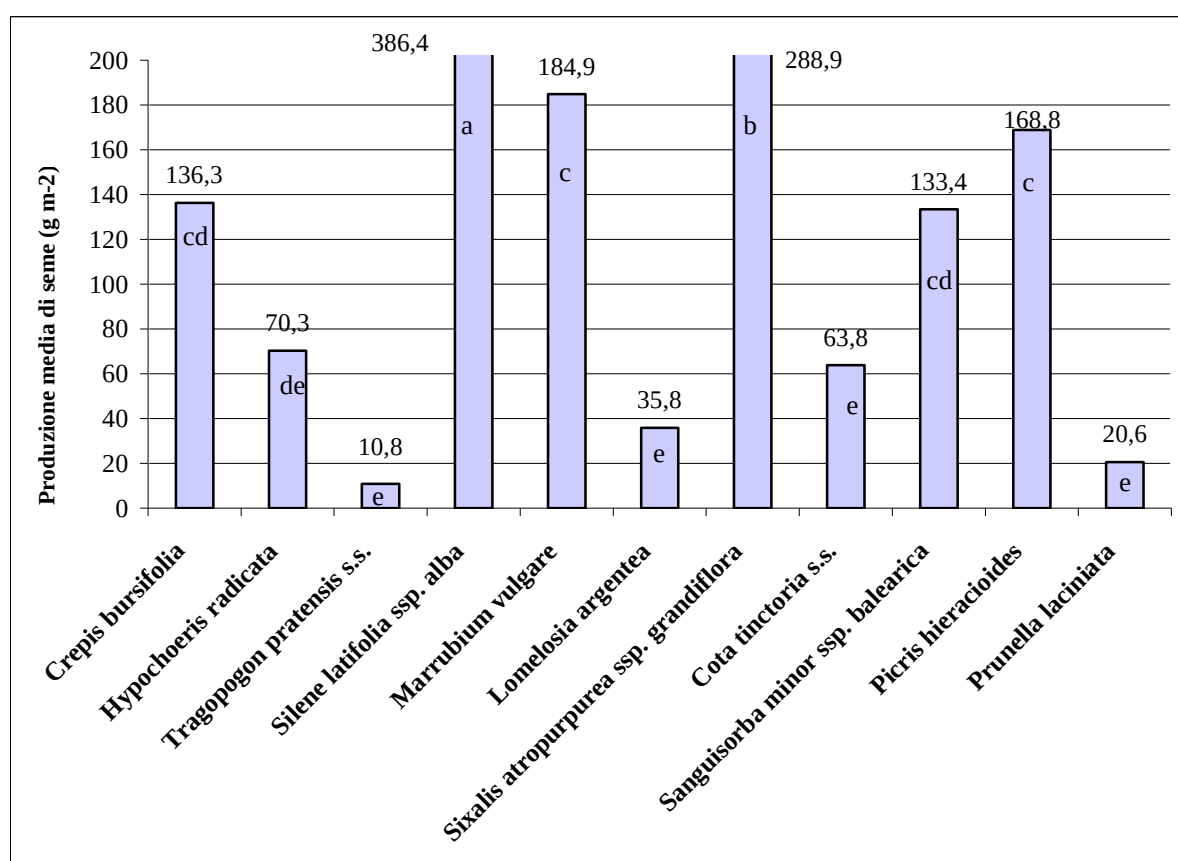


Fig. 8.95 – Produzione media di seme delle singole specie (i valori contrassegnati da almeno una lettera uguale non sono significativamente differenti per $P \leq 0,05$).

9 CONCLUSIONI

La necessità di migliorare la qualità della vita nelle aree urbane e periurbane, attraverso la creazione di spazi verdi per attività ricreativo-sportive, per la socializzazione o per finalità estetico-paesaggistica, può costituire un modo di operare nel rispetto della salvaguardia delle caratteristiche intrinseche del territorio sia in termini di biodiversità che di paesaggio, quando si ricorre all'impiego di specie spontanee, ancor meglio se autoctone. L'impiego di specie, siano esse erbacee che legnose, proprie di un territorio, rappresenta un intervento nel rispetto della sostenibilità ambientale. Questa tecnica, ancor prima questa scelta, assume valore ecologico considerevole in quanto può contribuire alla conservazione di specie divenute sempre più rare a causa dell'alterazione degli ecosistemi naturali, a limitare gli effetti negativi, primo fra tutti la perdita di biodiversità, prodotti anche dalla diffusione di specie aliene "invasive", a conservare l'identità paesaggistica di un territorio. Attualmente in Italia, l'impiego di piante "non coltivate" per il verde ornamentale appare ancora piuttosto limitato, a differenza di quanto avviene in altri Paesi europei o negli Stati Uniti, dove è consolidato ormai da diversi decenni. Le ragioni possono essere diverse:

- mancanza di un mercato nazionale e di ditte specializzate che tengano conto dell'identità genetica e della provenienza geografica del materiale propagato;
- la mancanza di domanda di piante autoctone, che conseguentemente giustifica, almeno in parte, l'assenza in Italia di mercato;
- la cultura e la sensibilità ambientale che incontrano ancora non poche difficoltà a diffondersi nei diversi ceti sociali;
- e, non da ultima, la conoscenza spesso limitata per quanto riguarda l'ecologia germinativa, la fenologia, le modalità di coltivazione e di propagazione delle piante autoctone.

Con questo studio, si fornisce un contributo alla conoscenza delle potenzialità agronomiche di 14 entità autoctone, per lo più ampiamente diffuse nel Lazio e in particolare nel Viterbese, da dove proviene il materiale propagativo (semi) impiegato.

I principali risultati emersi sono:

- il valore ornamentale delle specie studiate è risultato molto interessante sia per le forme, che per le dimensioni e i colori dei fiori; ma anche, in alcuni casi, per i loro frutti (achenii con pappo vistoso riuniti in strutture sferiche come in *Tragopogon pratensis*, achenii provvisti di appendici calicine, riuniti in strutture sferiche o allungate, che permangono a lungo sulla pianta come in *Lomelosia argentea* e *Sixalis atropurpurea* ssp.

grandiflora o le capsule lucide di *Silene latifolia* ssp. *alba*); di contro si segnala la ridotta valenza ornamentale di *Cota tintoria* s.s. al termine della fruttificazione, quando gran parte della vegetazione aerea disseccata ed imbrunita permane a lungo;

- la scalarità della fioritura, con inizio nella II decade di aprile nella specie più precoce (*Tragopogon pratensis*) e la III di giugno in quella più tardiva (*Lomelosia argentea*), e la sua diversa durata a seconda della specie, anche con periodi di sovrapposizione, consente di prolungare l'effetto ornamentale della fioritura, nel caso alcune delle specie studiate vengano impiegate in miscuglio;
- scalarità della fioritura e conseguentemente di fruttificazione e di maturazione dei semi anche nell'ambito della stessa pianta, può rappresentare però un limite alla loro coltivazione su larga scala;
- tutte le specie messa a coltura hanno dimostrato di tollerare le condizioni di stress idrico estivo, portando a termine il loro ciclo vitale; ciò risulta vantaggioso in prospettiva di un loro impiego in interventi di recupero o di riqualificazione ambientale di aree periurbane e marginali, aree nelle quali molto spesso le amministrazioni pubbliche, per ragioni economiche non prevedono la realizzazione di impianti di irrigazione, e nelle quali il terreno, in genere povero di sostanza organica e mal strutturato, si dimostra poco adatto ad immobilizzare a lungo l'acqua meteorica;
- tutte le specie hanno completato il loro ciclo vitale senza l'apporto di fertilizzanti e di fitofarmaci, dimostrando particolare rusticità, come del resto era prevedibile;
- la loro gestione è stata limitata ad un solo taglio alla fine della fruttificazione, per eliminare le parti vegetative più o meno disseccate. Il periodo migliore per l'intervento di taglio, è a nostro avviso quello compreso tra la II decade di luglio e la II di agosto, quando la maggior parte delle specie ha completato la fruttificazione. Il taglio si è dimostrato vantaggioso non soltanto da un punto di vista estetico, ma anche perché ciò ha stimolato l'emissione di nuovi scapi fiorali, con conseguenti fioriture secondarie, che sono comparse a partire dalla fine di agosto, in coincidenza con l'abbassamento delle temperature estive e i primi apporti di acqua meteorica. Le fioriture secondarie sono state osservate a carico di *Picris hieracioides* s.s., *Hypochoeris radicata*, *Silene latifolia* ssp. *alba* e in misura minore in *Sixalis atropurpurea* ssp. *grandiflora* e *Marrubium vulgare*. Nel caso di *Lomelosia argentea* il taglio deve essere ritardato di almeno 20-30 giorni, poiché specie a fioritura tardiva. In merito agli aspetti gestionali, riteniamo opportuno segnalare la spiccata tendenza di *Crepis bursifolia* ad emettere nuovi scapi fiorali, a seguito di tagli anche ripetuti, come osservato in studi precedenti da noi condotti, ciò

unitamente alla presenza di sole foglie basali e l'altezza limitata a qualche decina di centimetri, la rendono a nostro avviso una specie molto interessante per la realizzazione di tappeti erbosi ornamentali in aree condominiali o nei parchi pubblici, anche per la sua tolleranza al calpestamento;

- i semi, seppur dormienti al momento della raccolta, hanno mostrato una significativa capacità germinativa nei 3-4 mesi successivi, tuttavia l'adozione di pretrattamenti si è spesso rivelata vantaggiosa. In particolare i migliori pretrattamenti sono risultati la vernalizzazione e l'impiego di GA₃ (200 ppm) e KNO₃ (0,2% p/v); secondariamente l'impiego di NaClO (1%), anche in relazione alla sua capacità di limitare l'insorgenza di attacchi fungini, e la scarificazione meccanica;
- la germinabilità media è stata maggiore alla luce (fotoperiodo di 12 ore di luce) rispetto al buio;
- la temperatura più favorevole ai fini germinativi è stata quella di 15°C, mentre la minore germinabilità si è osservata a 25°C;
- le specie che hanno manifestato le maggiori difficoltà a germinare in assenza di pretrattamenti del seme sono state *Sanguisorba minor* ssp. *balearica* e *Marrubium vulgare*;
- la semina autunnale ci sembra a nostro avviso, da preferirsi nel caso di impiego in miscuglio di più specie, così da consentire sia la pronta emergenza di specie precoci quali si sono dimostrate *Crepis bursifolia* e *Cota tinctoria* s.s. sia di fornire il vantaggioso stimolo alla germinazione delle basse temperature invernali a quelle specie come *Sanguisorba minor* subsp. *balearica* che si giovano della vernalizzazione;
- nel complesso, le specie studiate potrebbero essere utilmente impiegate per la valorizzazione estetico-paesaggistica degli inerbimenti in aree urbane, periurbane, spartitraffico e marginali.

I risultati fin qui ottenuti, seppur significativi, sono da ritenersi parziali, data la complessità dell'argomento. E' auspicabile che simili studi abbiano maggiore diffusione e che le procedure siano per quanto possibile standardizzate, così da rendere i risultati confrontabili.

BIBLIOGRAFIA

- ABBATE A., ALESSANDRINI A., CONTI F., 2005. *Flora. Piante Vascolari*. In: BLASI C., BOITANI L., LA POSTA S., MANES F., MARCHETTI M. (a cura di), *stato della biodiversità in Italia. Contributo alla strategia nazionale per la biodiversità*. Palombi, Roma: 149-161.
- ANZALONE B., 1996. *Prodromo della Flora Romana (Elenco preliminare delle piante vascolari spontanee del Lazio). Aggiornamento. Parte 1^a – Pteridophyta, Gymnospermae, Angiospermae Dicotyledones*. Ann. Bot. (Roma), 52 (Suppl. 11, 1994): 1-81.
- AVINO M., 2003-2006. *Analisi filogenetica delle Dipsacaceae Juss. e del genere Lomelosia Rafin.* Tesi di Dottorato in Biologia Avanzata Sistematica molecolare. Ciclo XIX, pp. 92.
- BACCHETTA G., FENU G., MATTANA E., PIOTTO B., VIREVAIRE M.(eds.), 2006. *Manuale per la raccolta, studio, conservazione e gestione ex situ del germoplasma*. Manuali e Linee Guida 37/2006. APAT. Roma.
- BARBOUR J., PIOTTO B., 2004. *Tecniche per il migliorare la germinabilità del lotto di seme*. Alberi e Territorio, N. 4/5: 44-48.
- BASKIN C.C., BASKIN J.M., 2003. *When breaking dormancy is a problem. Try a move-along experiment*. Native Plant Journal, 4(1): 17-21.
- BASKIN J.M., BASKIN C.C., 2004. *A classification system for seed dormancy*. Seed Science Research, 14: 1-16.
- BATTISTI C., 2004. *Frammentazione ambientale, Connettività, Reti Ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica*. Provincia di Roma Assessorato alle Politiche agricole, ambientali e Protezione Civile. Roma.
- BEARD J.B., GREEN R.L., 1994. *The role of turfgrasses in environmental protection and their benefits to humans*. J. Environ. Qual., 23: 452-460.
- BÉGUINOT A., MAZZA O., 1916. *Le avventizie esotiche della Flora Italiana e le leggi che ne regolano l'introduzione e la naturalizzazione*. N. Giorn. Bot. It., 23: 403-465 e 495-540.

- BENVENUTI S., BASTERI G., 2008. *Rimozione della dormienza del seme in “Wildflowers” impiegabili per il ripristino della biodiversità in agroecosistemi degradati*. VIII Congresso Nazionale sulla biodiversità “Biodiversità – una risorsa per i sistemi multifunzionali”. Riassunti. Lecce, 21-23 aprile.
- BEWLEY J.D., 1997. *Seed Germination and Dormancy*. The Plant Cell, 9: 1055-1066.
- BEWLEY J.D., BLACK M., 1994. *Seeds. Physiology of Development and Germination*. Plenum Press, New York.
- BOESEWINKEL F.D., BOUMAN F., 1995. *The Seed: Structure and Function*. In: KIGEL J. et GALILI G. (eds.), *Seed development and germination*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- BONCIARELLI F., 1998. *Agronomia*. Edagricole, Bologna.
- BONNER F.T., 1992. *Seed technology: a challenge for tropical forestry*. Tree Planters Notes 43(4): 142-145.
- BORIN M., 2002. *Colture a fini ambientali e paesaggistici*. Riv. Agron., 36: 33-47.
- BRAVI A., 2004. *Impiego di specie spontanee per la valorizzazione estetico-paesaggistica di aree urbane, peri-urbane e marginali*. Tesi di laurea in Scienze e Tecnologie Agrarie. Università degli Studi di Pisa.
- BRETZEL F., PEZZAROSSA B., MALORGIO F., CARRAI C., 2006. *Specie erbacee spontanee (wildflowers) per la riqualificazione ambientale di suoli marginali*. Flortecnica, 4/2006: 2-8.
- CAMARDA I., BRUNDU G., CELESTI-GRAPOW L., VIEGI L., BLASI C., 2005. *Le specie esotiche e invasive*. In: SCOPPOLA A., BLASI C. (a cura di), *Stato delle Conoscenze sulla Flora Vascolare d'Italia*. Palombi, Roma: 23-28.

- CASARINI P., 2002. *Aspetti ambientali della diffusione di Ambrosia artemisiifolia L., una pianta erbacea allergenico*. Biologia ambientale, 16(1): 49-50.
- CASTIGLIONI A., COLOMBO A., RIBAS E., TOSCA A. (a cura di), 2006. *Riproduzione della flora autoctona per i ripristini ambientali*. Fondazione Minoprio, Regione Lombardia, Centro Flora Autoctona, pp. 3-31.
- CAVALLERO A., ACETO P., LONATI M., 2005. *Inerbimenti per il recupero delle aree manomesse*. In: PIANO E. (a cura di), 2005. Atti del Convegno “Inerbimenti e tappeti erbosi per l’agricoltura, l’ambiente e la società”. Volume 2. Presentazioni orali. Istituto per le Colture Foraggere, Lodi: 79-85.
- CELESTI-GRAPOW L., BLASI C., 2005. *The role of alien and native weeds in the deterioration of archeological remains in Italy*. Weed Technology, 19(1): 1508-1513.
- CERETI C.F., 2002. *Tappeti erbosi e inerbimenti*. In: BALDONI R., GIARDINI L. (a cura di), *Coltivazioni erbacee. Foraggere e tappeti erbosi*. Pàtron, Bologna: 335-397.
- CÔME D., 1970. *Les obstacles à la germination*. Masson & CIE, Paris.
- CÔME D., CORBINEAU F., 1992. *Les semences et le froid*. In: COME D., *Les végétaux et le froid*. Hermann Editeur des sciences et des arts, Paris.
- CONTI F., ABBATE G., ALESSANDRINI A., BLASI C., 2005. *An Annotated Checklist of the Italian Vascular Flora*. Palombi Editori. Roma.
- CONTI F., ALESSANDRINI A., BACCHETTA G., BANFI E., BARBERIS G., BARTOLUCCI F., BERNARDO L., BONACQUISTI S., BOUVET D., BOVIO M., BRUSA G., DEL GUACCHIO E., FOGGI B., FRATTINI S., GALASSO G., GALLO L., VANGALE C., GOTTSCHLICH G., GRÜNANGER P., GUBELLINI L., IIRITI G., LUCARINI D., MARCHETTI D., MORALDO B., PERUZZI L., POLDINI L., PROSSER F., RAFFAELLI M., SANTANGELO A., SCASSELLATI E., SCORTEGAGNA S., SELVI F., SOLDANO A., TINTI D., UBALDI D., UZUNOV D., VIDALI M., 2006. *Integrazioni alla checklist della flora vascolare italiana*. Natura Vicentina, 10: 5-74.

- CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F., 1997. *Liste Rosse Regionali delle Piante d'Italia*. World Wildlife Fund e Società Botanica Italiana.
- CONTI F., SCASSELLATI E., TINTI D., 2006. *Quanto è ricca la flora italiana?* Biodiversità Italiana, 1: 28-35.
- CORBETTA F., 1988. *Autoctone: perchè sì. Alloctone: perché no*. Atti del IV Convegno Siciliano di Ecologia. Portopalo di Capo Passero, 26-28 febbraio 1988: 111-115.
- CORBETTA F., 1998. *Cancri verdi*. In: CORBETTA F., ABBARE G., FRATTAROLI A.R., PIRONE G.F. (a cura di), *S.O.S verde*. Edagricole, Bologna: 477-493.
- CROCKER W., 1948. *Growth of plants*. Reinhold, New York.
- CROSTI R., FORCONI V., 2006. *Espansione delle colture da biomasse sul territorio italiano: incognite legate all'introduzione di specie aliene potenzialmente invasive*. Atti Convegno "Colture a scopo energetico e ambiente. Sostenibilità, diversità e conservazione del territorio". Apat, Roma, 5 ottobre 2006: 49-58.
- CROSTI R., LADD P.G., DIXON K.W., PIOTTO B., 2006. *Post-fire germination: the effect of smoke on seed of selected species from the central Mediterranean basin*. Forest Ecology and Management, 221 306-312.
- D'ANTONIO C.M., DUDLEY T.L., MACK M.C., 1999. *Disturbance and biological invasions: direct effects and feedbacks*. In: WALKER L. (ed.), *Ecosystems of disturbed ground*. Elsevier, Amsterdam, pp. 413-452.
- D'ANTONIO C.M., MEYERSON L.A., 2002. *Exotic Plant Species and Solutions in Ecological Restaurescion: A Synthesis*. Restoration Ecology. 10(4): 703-713.
- DASSOVILLE N., VANDERHOEVEN S., VANPARYS V., HAYEZ M., GRUBER W., MEERTS P., 2008. *Impacts of alien invasive plants on soil nutrients are correlated with inicial conditions in NW Europe*. Oecologia, 157: 131-140.

- DI NOI, 2005. *Progettare il ripristino di un ecosistema*. Rapporti 63/2005, APAT. Roma, pp. 18-24.
- DICKIE J.B., BALICK M.J., LININGTON I.M., 1992. *Experimental investigation into the feasibility of ex situ preservation of palm seeds: an alternative strategy for biological conservation of this economically important plant family*. Biodiversity and Conservation 1: 112-119.
- DICKIE J.B., PRITCHARD H.W., 2002. *Systematic and evolutionary aspects of dessication tolerance in seeds*. In: BLACK M., PRETCHARD H.W. (eds.), *Dessication and survival in plants, drying without dying*. CABI Publishing, Oxon, UK.
- DOMIZI L., ROSSINI F., SCARICI E., 2006. *Impiego di piante mediterranee per la valorizzazione estetico-paesaggistica di un'area a verde*. III Convegno Nazionale "Piante Mediterranee". Riassunti. Bari, 27 settembre – 1 ottobre: 171.
- ELIAS S., GARAY A., SCHWEITZER L., HANNING S., 2006. *Seed quality testing of native species*. Native Plants, spring 2006: 15-19.
- ELLIS R.H., ROBERTS E.H., 1981. *An investigation into the possible effects of ripeness and repeated threshing on barley seed longevity under six different storage environments*. Annals of Botany, 48: 93-96.
- FENNER M., THOMPSON K., 2005. *The ecology of seeds*. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- FINCH-SAUVAGE W.E., LEUBNER-METZGER G., 2006. *Seed dormancy and the control of germination*. Tranley review, New Phytologist, 171: 501-523.
- FORGIARINI M.N., RAGGI S., CASALI C., 1993. *Botanica oggi, ambiente, vegetazione e sviluppo*. Edagricole, Bologna: 385-417.
- GEROLA F.M., 1988. *Biologia Vegetale. Sistematica filogenetica*. 2^a edizione. UTET.

- GRITTI E.S., SMITH B., SYKES M.T., 2006. *Vulnerability of Mediterranean Basin ecosystems to climate change and invasion by exotic plant species*. J. Biogeogr., 33: 145-157.
- GROSS K.L., 1990. *A comparison of methods for estimating seed number in the soil*. J. Ecol., 78: 1079-1093.
- HANF M., 1990. *Le infestanti d'Europa*. BASF, Edizioni Agricole, Bologna.
- HONG T.D., ELLIS R.H., 1996. *A protocol to determine seed storage behaviour*. Technical Bulletin 1. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome
- HONG T.D., LININGTON S., ELLIS R.H., 1996. *Compendium of Information on Seed Storage Behaviour*. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome.
- HONG T.D., LININGTON S., ELLIS R.H., 1998. *Compendium of information on seed storage behaviour, I: A-H*. Royal Botanic Garden. Kew.
- HULL R.J., 1990. *The psychological value of turf and ornamental plants*. Agronomy Abstract, 175.
- IBPGR, 1985. *Handbook of seed technology for genebanks*. Vol. II. *Compendium of Specific Germination Information and Test Recommendations Handbooks for Genebanks: n. 3*. International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy.
- ISFENDIYAROGLU M., ÖZEKER E., 2001. *The relations between phenolic compounds and seed dormancy in Pistacia spp.* In: Ask B.E. (ed.), 11 GREMPA Seminar on pistachios and almonds. Zaragoza, 227-232.
- ISTA, 2004. *International rules for seed testing*. Editin 2004. The International Seed Testing Association (ISTA), Bassersdorf, CH-Switzerland.
- ISTA, 2006. *International rules for seed testing*. Editin 2006. The International Seed Testing Association (ISTA), Bassersdorf, CH-Switzerland.

- JOHRI B.M., 1984. *Embryology of angiosperms*. SpringerVerlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- JUDD W.S., CAMPBELL C.S., KELLOGG E.A., STEVENS P.F., 2002. *Botanica Sistemica. Un approccio filogenetico*. Edizione Italiana. Piccin Nuova Libreria S.p.A., Padova.
- KAY B.L., GRAVES W.L., YOUNG J.A., 1988. *Long-term storage of desert shrub seed*. Mojave Revegetation Notes 23. University of California, Agronomy and Range Science, Davis.
- KOLACZKOWSKA E., 2008. *Invasions of alien plant species – A scientific and conservation problem*. Przegląd Geograficzny, 80(1): 55-73.
- KOOPOWITZ H., KAYE H., 1985. *Piante in estinzione. Una crisi mondiale*. Edagricole.
- KOORNNEEF M., BENTSINK L., HILHORST H., 2002. *Seed dormancy and germination*. Current Opinion in Plant Biology, 5: 33-36.
- KUCERA B., COHN M.A., LEUBNER-METZGER G., 2005. *Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination*. Seed Sci. Res., 15: 281-307.
- MANES F., CAPOGNA F., 2005. *Perdita della biodiversità*. In: BLASI C., BOITANI L., LA POSTA S. (a cura di), *Stato della biodiversità in Italia. Contributo alla strategia nazionale per la biodiversità*. Palombi, Roma: 149-161.
- MARCHI P., PEPE D'AMATO E., BIANCHI G., 2002. *Famiglie di Piante Vascolari Italiane*: 1-30. Università degli Studi di Roma "La Sapienza".
- MARCHI P., PEPE D'AMATO E., BIANCHI G., 2003. *Famiglie di Piante Vascolari Italiane*: 31-60. Università degli Studi di Roma "La Sapienza".
- MARSILI M., 2005. *Naturalizzazione di specie erbacee spontanee su terreni a bassa fertilità per la gestione sostenibile e la tutela della biodiversità di aree marginali*. Tesi di laurea in Scienze e Tecnologie per l'Ambiente ed il Territorio. Università degli Studi di Pisa.

- MAYER A.M, POLJAKOFF-MAYBER, 1963. *The germination of seeds*. Pergamon Press, Inc., New York.
- MAYER V., EHRENDORFER F., 1999. *Fruit differentiation, palynology and systematic in the Scabiosa group of genera Pseudoscabiosa (Dipsacaceae)*. Plant Syst. Evol. 216: 135-166.
- MAZZOLENI S., ESPOSITO A., 2004. *Germinazione*. In: BLASI C., BOVIO G., CORONA P., MARCHETTI M., MATURANI A. (a cura di), *Incendi e complessità ecosistemica. Dalla Pianificazione forestale al recupero ambientale*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Società Botanica Italiana Commissione per la promozione della cultura botanica. Palombi Editori, Roma: 44-47.
- MENGHINI A., 1971. *Flora delle argille e dei tufi di Civita di Bagnoregio (Alto Lazio)*. Giorn. Bot. Ital., 105: 319-349.
- MINISTERO DELL'AGRICOLTURA E DELLE FORESTE, 1993. *Metodi ufficiali di analisi per le sementi*. Decreto Ministeriale 22 dicembre 1992. Supplemento ordinario n. 2 del 4 gennaio 1993. Gazzetta Ufficiale Serie Generale, Parte Prima. Roma.
- MUSMARRA A., 1996. *Dizionario di Botanica*. Edagricole, Bologna.
- NIKOLAEVA M.G., 1967. *Physiology of deep dormancy in seed*. Israel Programme for Scientists Translations, Jerusalem.
- NOBLE I.R., 1989. *Attributes of invaders and invading process: terrestrial and vascular plants*. In: DRAKE J.A., MOONEY H.A., DI CASTRI F., GROVES R.H., KRUGER F.J., REJMANEK M., WILLIAMSON M. (eds.), *Biological invasions: a global perspective*. Wiley & Sons, New York, pp. 301-313.
- NOÈ N., 2002. *Benessere verde*. ACER, 1/2002: 62-67.
- NOLI E., URSO G., 2003. *Pulitura e selezione meccanica del seme per il miglioramento della qualità*. Atti del 53° Convegno Sementiero - II Sessione "Vivaismo orticolo: innovazioni tecniche e riferimenti normativi", Cesena, 25 gennaio 2003.

- OGAWA K., IWABUCHI M., 2001. *A mechanism for promoting the germination of Zinnia elegans seeds by hydrogen peroxide*. Plant and Cell Physiology, 42(3): 286-291.
- PACINI E., PICCINI C., PIOTTO B., 2001. *Il seme*. In: PIOTTO et DI NOI (a cura di), *Propagazione per seme di alberi e arbusti della flora mediterranea*. Manuale ANPA, Settore Aree Naturali e Protette, Dipartimento Prevenzione e Risanamento Ambientali: 58-69.
- PÉREZ-GARCÍA F., GONZÁLES-BENITO M.E., GÓMEZ-CAMPO C., 2007. *High viability recorded in ultra-dry seeds of 37 species of Brassicaceae after almost 40 years of storage*. See Sci & Technol., 35: 143-153.
- PIANO E., 2005. *Inerbimenti e tappeti erbosi nella realtà italiana: motivazioni e finalità per lo sviluppo della ricerca*. In: PIANO E. (a cura di), 2005. Atti del Convegno “Inerbimenti e tappeti erbosi per l’agricoltura, l’ambiente e la società”. Volume 2. Presentazioni orali. Istituto Sperimentale per le Colture Foraggere, Lodi: 5-20.
- PIGNATTI S., 1982. *Flora d’Italia*. 3 voll. Edagricole. Bologna.
- PIGNATTI S., 1994. *Ecologia del Paesaggio*. UTET, Torino, pp. 11-59.
- PIGNATTI S., 1995. *Conservazione*. In: PIGNATTI S. (ed.), *Ecologia vegetale*. UTET, Torino, pp. 479-487.
- PIGNATTI S., LOCHE P., SQUARTINI V., 1992. *Aspetti floristici e vegetazionali dell’area di Civita di Bagnoregio*. In: OLMI M. et ZAPPAROLI M. (a cura di), *L’ambiente nella Tuscia laziale – Aree protette e di interesse naturalistico della Provincia di Viterbo*. Università della Tuscia, Union Printing Ed. Viterbo: 335-341.
- PIOTTO B., 1997. *Nuove tecniche per preservare la variabilità dei caratteri genetici in alberi e arbusti con semi dormienti*. Linea Ecologica, N. 2, marzo-aprile: 51-54.

- PIOTTO B., BRUNORI A., FALCINELLI F., FALLERI E., MORALI M., CILIARI S., MOSCHETTI A., SALVATORI R., 2005. *Propagazione di specie vegetali di particolare valore ecologico dell'Appennino Umbro Marchigiano*. Rapporti 52/2005. APAT, Roma.
- PIOTTO B., CICCARESE L., 2001. *I pretrattamenti più comunemente impiegati in vivaio per rimuovere la dormienza dei semi*. In: PIOTTO B. et DI NOI A. (eds.), *Propagazione per seme di alberi e arbusti della flora mediterranea*. Manuale ANPA, Settore Aree Naturali e Protette, Dipartimento Prevenzione e Risanamento Ambientali: 99-108.
- PIOTTO B., CROSTI R., 2005. *Come individuare le esigenze ecofisiologiche della germinazione*. Alberi e Territorio, N. 12: 41-44.
- PIOTTO B., FALLERI E., 2001. *La conservazione dei semi*. In: PIOTTO B. et DI NOI A. (eds.), *Propagazione per seme di alberi e arbusti della flora mediterranea*. Manuale ANPA, Settore Aree Naturali e Protette, Dipartimento Prevenzione e Risanamento Ambientali: 89-98.
- PIOTTO B., FALLERI E., PORTA-PUGLIA A., 2001. *La qualità del seme*. In: PIOTTO B. et DI NOI A. (eds.), *Propagazione per seme di alberi e arbusti della flora mediterranea*. Manuale ANPA, Settore Aree Naturali e Protette, Dipartimento Prevenzione e Risanamento Ambientali: 79-87.
- PIOTTO B., GRANDI A., 1997. *Conservabilità delle sementi forestali: il problema dei semi recalcitranti*. Sherwood – Foreste ed Alberi Oggi, n. 25 luglio-agosto: 35-40.
- PIOTTO B., TRANNE G., 2000. *Tecniche vivaistiche per preservare la diversità genetica in leguminose arboree ed arbustive*. Sherwood, n. 56/maggio 2000: 5-8.
- PORSILD A.E., HARINGTON C.R., MULLIGAN G.A., 1967. *Lupinus arcticus Wats. Grown from seeds of Pleistocene age*. Science, 158: 113-114.
- PUPILLO P., CERVONE F., CRESTI M., RASCIO N., 2003. *Biologia Vegetale*. Zanichelli: 235-251.

- RAO K.N., HANSON J., DUILLO M.E., GHOSH K., NOWELL D., LARINDE M., 2006. *Manual of Seed Handling in Genebanks*. Handbooks for Genebanks No. 8. Bioversity International, International Livestock Research Institute (ILRI), Food and Agriculture (FAO).
- RAVEN P.H., EVERT R.F., EICHHORN S.E., 2002. *Biologia delle piante*. Sesta edizione. Zanichelli, Bologna.
- REYNERI A., BRUN F., BRUNO G., 2005. *Rilevanza agronomica ed aspetti economici di inerbimenti tecnici e tappeti erbosi in Italia*. In: PIANO E. (a cura di), 2005. Atti del Convegno "Inerbimenti e tappeti erbosi per l'agricoltura, l'ambiente e la società". Volume 2. Presentazioni orali. Istituto Sperimentale per le Colture Foraggere, Lodi: 33-43.
- RINALDI G., 1996. *Progetti di reintroduzione a livello locale del Giardino Botanico di Bergamo*. Riv. Mus. Civ.Sc. Nat. "E. Caffi" di Bergamo, 18: 37-46.
- ROBERTS E.C., 1990. *The significance of turf benefits. An overview*. Agronomy abstracts: 174.
- ROBERTS E.H., 1973. *Predicting the storage life of seeds*. Seed Science & Technology 1: 499-514.
- ROBERTS E.H., KING M.W., 1980. *The characteristics of recalcitrant seeds*. In: CHIN et ROBERTS (eds.), *Recalcitrant Crop Seeds*. Tropical Press, Kuala Lumpur, Malaysia: 1-5.
- ROSSI G., DOMINIONE V., RINALDI G., 2005. *Linee guida per gli interventi di reintroduzione di specie vegetali rare ed in pericolo di estinzione*. In: RINALDI G., ROSSI G. (a cura di), *Orti botanici, conservazione e reintroduzione della flora spontanea in Lombardia*. Quaderni della Biodiversità. Scuola Regionale di Ingegneria Naturalistica Centro Regionale per la flora autoctona, Regione Lombardia, pp. 11-40.
- SACCARDO P.A., 1909. *Cronologia della Flora Italiana*. Tipografia del Seminario, Padova. pp. 390.

- SCARICI E., PICARELLA M.E., 2005. *Contributo alla conoscenza floristica del Viterbese (Alto Lazio, Italia centrale)*. Inform. Bot. Ital., 37(2): 1125-1131.
- SCARICI E., ROSSINI F., 2007. *Nuovi dati distributivi di Lomelosia argentea (L.) Greuter & Burdet nel Lazio e prove di germinazione*. In: VENTURELLA G. et RAIMONDO F.M. (a cura di), *Riassunti, Relazioni, Comunicazioni, Poster*. 102° Congresso SBI. Palermo, 26-29 settembre 2007: 235.
- SCHIECHTL H.M., 1991. *Bioingegneria forestale*. Ed. Castaldi, 263 pp.
- SCOPPOLA A., 1995. *Piante minacciate, vulnerabili o molto rare della Provincia di Viterbo*. Amministrazione Provinciale di Viterbo Assessorato all'Ambiente. Stabilimento Tipolitografico Agnesotti s.a.s. Viterbo.
- SCOPPOLA A., SCARICI E., 1998. *La conservazione delle piante. Guida alla realizzazione di un erbario*. Università della Tuscia, Museo Erbario: 64 pp.
- SELVI F., 2002. *Contributo alla conoscenza floristica della Maremma Grossetana. Nuove stazioni di piante rare, minacciate o poco osservate in Toscana*. Inform. Bot. Ital., 34(1): 119-124.
- SERRA G., 2000. *Wildflowers e continuità paesaggistica*. Flortecnica, 5/2000: 7-13.
- SMITH R.D., 1995. *Collecting and handling seeds in the field. Collecting Plant Genetic Diversity*. In: GUARINO L., RAMANANTHA RAO V., REID R. (eds.), *Collecting Plant Genetic Diversity – Technical guidelines*. CABI. Wallingford, Oxon. UK.
- SPADA A., 2006. *Il seme*. In: PASQUA A., ABBATE G., FORNI C. (a cura di), *Botanica generale e diversità vegetale*. Piccin Nuova Libreria S.p.A., Padova: 253-265.
- STRASBURGER E., NOLL F., SCHENCK H., SCHIMPER A.F.W., 1995. *Trattato di Botanica*. 8^a Edizione italiana. Antonio Delfino Editore.

- THOMPSON K., 2000. *The functional ecology of soil seed banks*. In: FENNER M. (ed.), *Seed: the ecology of regeneration in plant communities*. Wallingford, UK, CAB International: 215-235.
- TWEDDLE J.C., DICKIE J.B., BASKIN C.C., BASKIN J.M., 2003. *Ecological aspects of seed dessiccation sensitivity*. J.Ecol., 91: 294-304.
- VANKUS V., 1997. *The Tetrazolium Estimated Viability Test for Seeds of Native Plants*. In: LANDIS T.D., THOMPSON J.R. (eds.), *National Proceedings Forest and Conservation Nursery Associations*. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station: 57-62.
- VERLÁQUE R., 1986a. *Etude biosystématique et phylogénétique des Dipsacaceae. IV – Tribus des Scabioseae (phylum n° 1,2,3)*. Rev. Cytol. Biol. Veg. Le Botaniste, 9: 5-72.
- VERLÁQUE R., 1986b. *Etude biosystématique et phylogénétique des Dipsacaceae. V – Tribus des Scabioseae (phylum n° 4) et conclusion*. Rev. Cytol. Biol. Veg. Le Botaniste, 9: 97-176.
- VIEGI L., ALESSANDRINI A., ARRIGONI P.V., BANFI E., BLASI C., BRUNDU G., CAGNOTTI M.R., CAMARDA I., CELESTI-GRAPPO L., LA VALVA V., LUCCHESI F., MAZZOLA P., MARCHIORI S., PIGNATTI S., POLDINI L., PECCENINI S., PROSSER F., SINISCALCO C., TORNATORE N., WILHAM T., 2005. *Il censimento della flora esotica d'Italia*. Inform. Bot. Ital., 37 (1, parte a): 388-390.
- VIEGI L., CELA TENZONI G., GARBARI F., 1974. *Flora esotica d'Italia*. Lav. Soc. Ital. Biogeogr., n.s., 4: 124-220.
- VIGLIONE D., DE MAURO E., RAINERI V., ROSATI M., TEDESCO A., VAGAGGINI D., 2006. *Indagine sugli impieghi dei fitoregolatori nel floro-vivaismo*. Rapporti 72/2006. APAT, Roma.
- VITOUSEK P.M., D'ANTONIO C.M., LOOPE L.L., REJMANEK M., WESTBROOKS R., 1997. *Introduced species: a significant component of human-caused global change*. New Zealand Journal of Ecology 21: 1-16.

VLEESHOUWERS L.M., BOUWMEESTER H.J., KARSEN C.M., 1995. *Redefining seed dormancy: an attempt to integrate physiology and ecology*. J. Ecol., 83: 1031-1037.

WILCOVE D.S., ROTHSTEIN D., DUBOW J., PHILLIPS A., LOSOS E., 1998. *Quantifying threats to imperilled species in The United States*. BioScience 48: 607-617.

WILLEMSSEN R.W., RICE E.L., 1972. *Mechanism of seed dormancy in Ambrosia artemisiifolia*. Amer. J. Bot., 59: 248-257.

Siti web consultati

<http://www.apat.it>

APAT – agenzia per la protezione dell’ambiente e per i servizi tecnici

<http://www.aosaseed.com>

Association of Seed Analyst (AOSA)

<http://www.ars.usda.gov/is/AR/>

Agricultural Research Service

<http://www.bioversityinternational.org>

Bioversity International

<http://www.ccb-sardegna.it>

Centro Conservazione Biodiversità – Università di Cagliari

<http://www.cps-skew.ch/>

Piante esotiche invasive in Svizzera

<http://www.rbgekew.org.uk/data/sid>

Royal Botanic Gardens – Seed Information Database

<http://www.ensconet.com>

The European Native Seed Conservation Network

<http://www.issg.org/database/>

Global Invasive Species Database

<http://www.mtsn.it/>

Museo Tridentino di Scienze Naturali – Banca del Germoplasma Trentina

<http://www.seedtest.org/en/home/html>

International Seed Testing Association (ISTA)

<http://www.unipv.it/labecove>

Laboratorio di Ecologia e Conservazione delle piante – Università di Pavia

<http://www.unitus.it/specieinvasive/invasive/index.html>

Specie invasive – Specie aliene invasive in Italia

<http://www.usd.edu/iss/>

International Society for Seed Science

<http://www.wildflowers.it>