

UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
FACOLTÀ DI AGRARIA

Corso di Dottorato in Ingegneria Agraria

Settore scientifico disciplinare:

Meccanica Agraria AGR/09

**Tecnologie di confezionamento
delle sementi**

Tesi di Dottorato di:

Enrico Capacci

Relatore:

Ing. Giovanni Molari

Coordinatore del dottorato:

Prof. Ing. Adriano Guarnieri

XXII Ciclo
Esame finale anno 2010

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	CONFERIMENTO E CONSERVAZIONE DELLE SEMENTI ORTIVE	5
2.1	NORMATIVA VIGENTE	7
2.2	AUTOMAZIONE	8
2.3	ANALISI DELLE SEMENTI.....	13
3	PROVE SPERIMENTALI	23
3.1	DESCRIZIONE DELLA MACCHINA CONFEZIONATRICE.....	25
3.1.1	Caratteristiche generali	26
3.1.2	Bilancia	27
3.1.3	Macchina base.....	31
3.1.3	Principali cicli della macchina.....	36
3.1.4	Dati tecnici dell'impianto	42
3.2	MATERIALE UTILIZZATO PER LA FORMATURA DEI SACCHI	43
3.3	VARIETA' DI SEMI UTILIZZATI DURANTE LE PROVE	46
3.4	PROVE DI CONFEZIONAMENTO.....	48
3.5	PROVE DI CONSERVAZIONE.....	52
4	RISULTATI.....	65
4.1	RISULTATI DELLE PROVE DI CONFEZIONAMENTO	65
4.2	RISULTATI DELLE PROVE DI CONSERVAZIONE.....	70
5	CONCLUSIONI	91
6	BIBLIOGRAFIA	95

1 INTRODUZIONE

La moltiplicazione delle sementi riveste un ruolo fondamentale nell'agricoltura italiana, con oltre 250.000 ettari di terreno interessati. In particolare per la produzione di sementi orticole, secondo l'Associazione Italiana Sementi (AIS), nel corso del 2008 sono stati coltivati oltre 14.000 ettari.

Il miglioramento dei livelli qualitativi e la riduzione dei costi di produzione sono i principali obiettivi della filiera orticola per rimanere competitiva. La qualità della produzione sementiera deve conservare le sue proprietà fino al momento dell'utilizzazione ma per rendere più competitive le ditte sementiere in un'ottica di riduzione dei costi, occorre incrementare l'automazione delle operazioni che accompagnano la vita delle sementi senza tuttavia diminuire la qualità finale delle sementi.

La conservabilità delle sementi varia a seconda della specie considerata, certe sementi possono conservare la capacità di germinare per pochi mesi, mentre in certi casi eccezionali possono arrivare a secoli (J. Shen-Miller et al, 1995).

Nello studio sono state considerate tutte le variabili interne ed esterne al seme che ne influenzano la conservazione. Tra quelle esterne di fondamentale importanza risultano essere la temperatura e l'umidità del luogo di conservazione (Copeland e MacDonalds, 1985), gli attacchi fitofagi e la proliferazione fungina.

Le sementi certificate sono soggette a norme comunitarie riguardanti sia la verifica delle caratteristiche del seme sia aspetti riguardanti l'imballaggio, la chiusura e il contrassegno.

Negli anni si è costantemente osservato un miglioramento delle lavorazioni che accompagnano le sementi, dalla produzione all'utilizzatore, soprattutto per quanto riguarda le operazioni di raccolta, pulitura e trattamento. Più difficili sono le fasi successive dell'iter che accompagna le sementi, per questo viene rivolta sempre più attenzione al problema del confezionamento e stoccaggio delle sementi (Rao et al., 2006). Nonostante i progressi ottenuti nella ricerca di modalità di conservazione idonee a garantire condizioni ottimali di

germinabilità e di difesa da attacchi fitofagi (Lovato, 1976; Gungadurdoss, 2003), resta tutt'ora aperta una serie di problematiche nel campo dell'automazione del confezionamento (Stumpf et al., 1996; Abba et al., 1999). Tra queste le tipologie di involucro, le sue caratteristiche in relazione alle interazioni con agenti esterni (Ellis et al., 1996) ed i problemi generali di logistica (Passam et al., 1999).

Il seme, durante i vari passaggi che deve attraversare prima di poter essere utilizzato, può subire sollecitazioni che possono rovinarlo e quindi renderlo non idoneo all'utilizzo (Wilson et al, 1992). Senza affrontare le fasi riguardanti la produzione, si possono considerare le fasi successive e quindi le operazioni per la raccolta, la pulitura e selezione, il possibile trattamento ed infine lo stoccaggio.

L'obiettivo della ricerca è quello di indagare la possibilità di automatizzare il confezionamento di sementi ortive. Saranno valutate le caratteristiche fondamentali della fase di confezionamento e della fase di conservazione.

Per l'analisi delle operazioni di confezionamento, è stato valutato l'impiego di un impianto automatico con diversi tipi di film in polietilene per la formatura dei sacchi. Sono state indagate le impostazioni migliori per l'ottimizzazione delle fasi di lavoro con diverse specie di sementi. Inoltre, si sono valutati gli effetti delle sollecitazioni meccaniche che i semi subiscono durante le fasi di confezionamento.

Per la valutazione della qualità di conservazione con i materiali utilizzati nella macchina automatica, sono stati conservati in differenti ambienti diversi tipi di sementi orticole. Sono state ricercate le caratteristiche dei materiali per l'imballaggio rispondenti alle esigenze dei semi di specie orticole, con particolare riferimento alla conservazione di lattuga, ravanella e cipolla. Si sono valutati inoltre l'andamento dell'umidità relativa e la conducibilità elettrica delle sementi durante un anno di conservazione per verificare la dipendenza di queste variabili con la qualità di conservazione.

2 CONFERIMENTO E CONSERVAZIONE DELLE SEMENTI ORTIVE

Il conferimento e la conservazione delle sementi ortive avvengono attraverso operazioni che possono variare per le diverse specie di sementi, le principali possono essere riassunte secondo lo schema seguente:

- Raccolta;
- Prepulitura e deumidificazione;
- Conferimento in magazzino;
- Conservazione;
- Pulitura e trattamento;
- Insacchettamento;
- Conservazione;
- Spedizione.

Dopo la raccolta, in alcuni casi, prima del conferimento in magazzino, si effettua l'operazione di prepulitura del seme. I benefici di questa operazione non sono ancora del tutto chiari, ma si preferisce comunque effettuarla quando il seme dopo la raccolta risulta essere troppo sporco. Se il seme è troppo umido si effettua anche una deumidificazione in forno. In seguito il seme viene solitamente stoccato in sacchi di juta piuttosto grandi oppure in contenitori in lamiera. I contenitori possono essere stoccati per diverso tempo in magazzino. Questa prima fase avviene perché solitamente il conferimento delle sementi di varietà diverse può avvenire nello stesso periodo dell'anno e le aziende molte difficilmente riescono a soddisfare le esigenze del prodotto in arrivo.

Prima di insacchettare le sementi nei sacchi di dimensione idonei per l'utilizzatore finale, sono necessari un'ulteriore pulizia e un trattamento delle sementi seconda la varietà considerata. Una volta pronto il seme viene infine stoccato in sacchi, che molto spesso sono personalizzati dal cliente con etichette e

loghi dell'azienda. Questa operazione può essere eseguita prima della spedizione del prodotto o prima dell'ulteriore conservazione.

Le sementi da quando vengono raccolte, fino alla loro spedizione, sono periodicamente controllate per verificare l'umidità e la germinabilità delle stesse. Inoltre vengono costantemente controllate la presenza di muffe o attacchi fungini.

Un metodo per proteggere il seme da questo pericolo è la concia, un trattamento protettivo effettuato con sostanze fungicide. Il trattamento avviene polverizzando in dosi piccolissime, grazie ad attrezzature che permettono di stendere il prodotto uniformemente sulla superficie del seme. Questo tipo di trattamento permette di proteggere anche la piantina che nasce dal seme conciato infatti permette di eliminare i germi patogeni che possono danneggiarla.

Un altro pericolo che può distruggere interi lotti di sementi è l'attacco da parte di fitofagi.



Nei magazzini di stoccaggio è costantemente controllata la presenza d'insetti e sono effettuati trattamenti per evitare che questi possano attaccare i semi.

Oltre a questi metodi di tutela, un ruolo fondamentale per la conservazione delle sementi lo riveste il contenitore di stoccaggio. Infatti, oltre a permettere di mantenere il seme nelle migliori condizioni climatiche, il contenitore deve proteggere il seme dagli agenti esterni.

2.1 **NORMATIVA VIGENTE**

I requisiti che le sementi devono soddisfare sono fissati dalla legge N. 1096 del 25 novembre 1971 e relativo regolamento di esecuzione (D.P.R. n. 1065 dell'8 Ottobre 1973).

La n.195 del 20 Aprile 1976 reca modifiche ed integrazioni alle precedenti disposizioni legislative. Per la commercializzazione delle sementi orticole ci si riferisce alla si può Direttiva 2002/55/CE del Consiglio del 13 giugno 2002 mentre le prove ufficiali di analisi per le sementi sono regolamentate dal Decreto del Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste 22 dicembre 1992.

Secondo la Direttiva 2002/55/CE gli Stati membri prescrivono la possibilità di commercializzare le sementi standard e quelle certificate soltanto in partite sufficientemente omogenee e in imballaggi chiusi muniti di un sistema di chiusura e di contrassegno. Tali imballaggi devono essere dotati di etichetta ufficiale al loro interno o sull'imballaggio stesso.

Per assicurare la chiusura, il sistema di chiusura comporta almeno l'incorporazione dell'etichetta ufficiale o l'apposizione di un sigillo ufficiale. Gli Stati membri prescrivono che gli imballaggi di sementi di base e di sementi certificate siano muniti, all'esterno, di un'etichetta ufficiale non ancora utilizzata. Nel caso degli imballaggi trasparenti l'etichetta può figurare all'interno quando essa è leggibile attraverso l'imballaggio. Con specifiche procedure può essere autorizzata, sotto controllo ufficiale, la stampa sull'imballaggio in modo indelebile e secondo il modello dell'etichetta.

2.2 AUTOMAZIONE

La filiera della moltiplicazione del seme, ha visto negli anni l'evoluzione delle tecnologie utilizzate durante la produzione, la raccolta e lo stoccaggio.

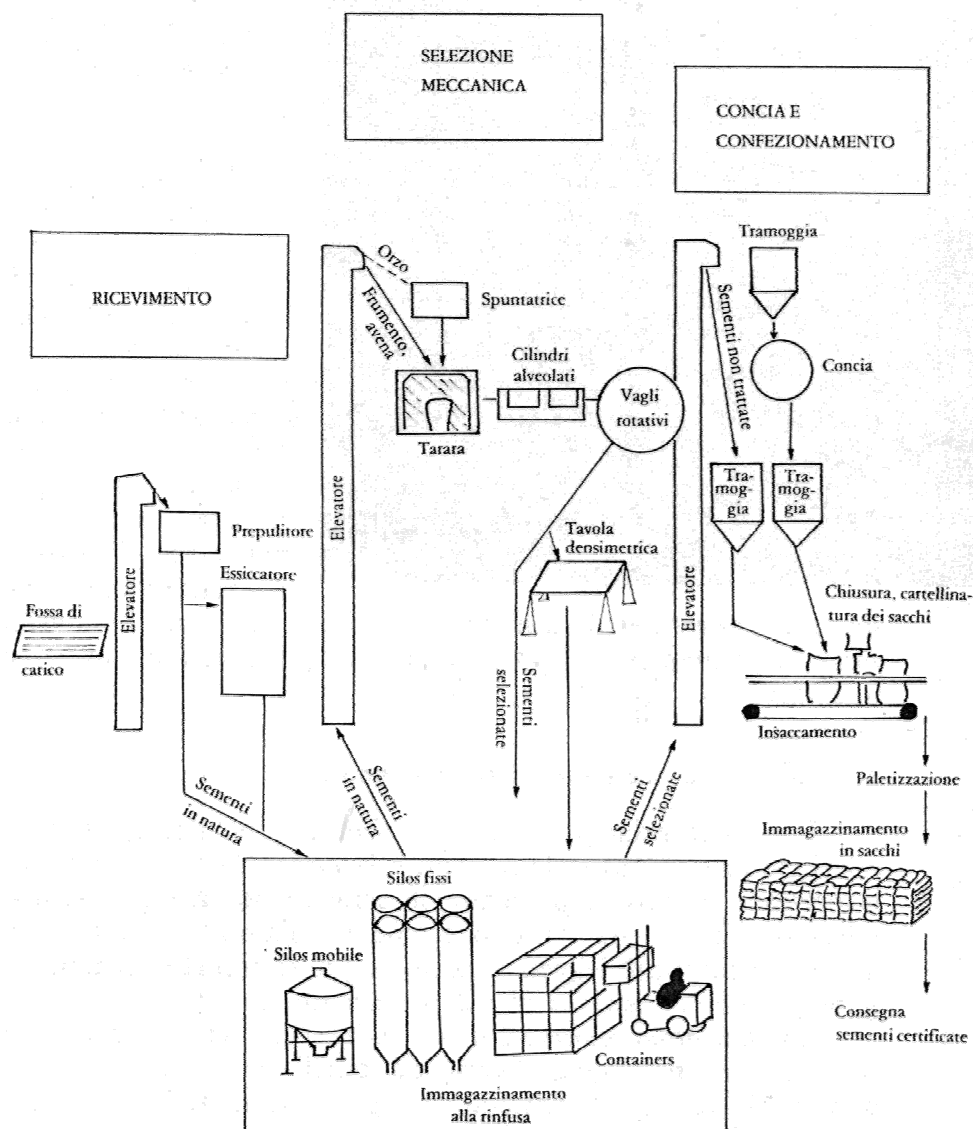
I macchinari più visibili sono quelli utilizzati durante la produzione e la raccolta. Si può facilmente verificare, osservando i campi coltivati, come negli anni si è verificato un continuo sviluppo della meccanizzazione. Basti pensare all'evoluzione delle seminatrici, di tutte quelle attrezzature che permettono di concimare, trattare e sistemare il terreno. Anche in fase di raccolta oramai si utilizzano trebbiatrici che permettono minime dispersioni di materiale anche con elevate velocità di lavorazione.

Le trebbiatrici, oltre a semplificare e migliorare l'efficienza della fase di raccolta, permettono di effettuarla nei tempi giusti nel caso si abbiano grandi estensioni coltivate.

I semi di alcune specie come può essere la lattuga, possono essere raccolti con molti giorni di anticipo senza pregiudicare le sue caratteristiche, mentre per altri come la cipolla, l'anticipo di solo pochi giorni compromette notevolmente la vitalità del seme.

Queste esigenze di raccolta in tempi ben precisi mettono a dura prova anche la capacità ricettiva delle ditte sementiere. Per questo motivo è necessario utilizzare macchinari che possano migliorare l'efficienza della produzione.

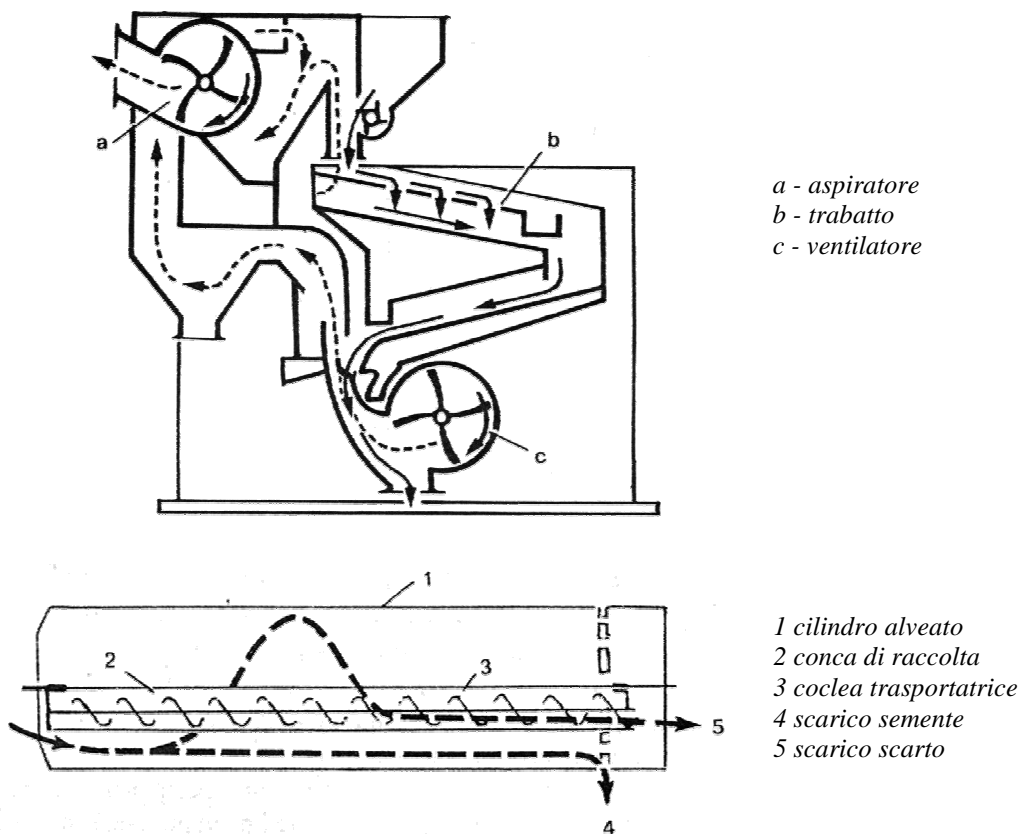
Le principali fasi di lavorazione delle sementi di uno stabilimento possono essere divise in prepulitura, essiccazione, selezione meccanica, concia e confezionamento.



Rappresentazione schematica di uno stabilimento

La prepulitura è effettuata perché al momento del conferimento, le sementi sono contaminate da elementi estranei. Se il seme presenta un'umidità relativa elevata, è necessario trattarlo con aria calda per essiccarlo.

Queste fasi sono effettuate prima della vera e propria selezione dove il seme viene pulito e fatto passare all'interno di macchine selezionatrici. Questa operazione permette di pulire ulteriormente il prodotto da materiali estranei oppure da semi rotti. Ne esistono di vario tipo, in particolare si possono avere macchine selezionatrici con ventilatori e setacci oppure con coclea inserita all'interno di cilindri forati.



Esempi di selezionatori

Si possono avere anche lavorazioni di calibratura, confettatura e concia. La calibratura serve a dividere il seme in funzione della sua dimensione mentre la confettatura consiste nell'aggiungere al seme uno strato di materiale. Quest'ultimo trattamento è eseguito nel caso si debbano utilizzare durante la semina alcuni tipi di macchine di precisione. La concia invece è un vero e proprio trattamento contro possibili attacchi da agenti esterni.

Infine la fase di imballaggio delle sementi che può essere effettuata con diversi tipi di materiale in base al prodotto da confezionare e al suo valore economico. Si possono avere sacchi di juta, teli di cotone, carta, materie plastiche, contenitori metallici.

I sacchi di juta sono economici ma possiedono una limitata capacità di isolamento del seme dall'umidità esterna. La tela di cotone è anch'essa non permeabile all'umidità come i sacchi di juta. La carta è un materiale economico e facilmente stampabile. Questo materiale è molto sensibile all'ambiente esterno

che può indebolire il sacco rendendolo soggetto a rotture. Le materie plastiche invece possono essere impiegate da sole oppure accoppiate con i materiali visti fin qui per migliorarne l'efficienza. I contenitori metallici permettono una buona difesa contro l'umidità e agenti esterni che possono essere insetti o persino roditori. (Favero A., 1983)

Le operazioni di confezionamento possono essere più o meno meccanizzate secondo il tipo di materiale utilizzato.

Tutte le lavorazioni viste fino a questo punto possono indurre nel seme danni irreparabili che ne possono compromettere l'integrità e renderli quindi inutilizzabili. Questi danni possono essere provocati per sollecitazione meccaniche oppure per surriscaldamento che si può avere durante l'essiccamento del seme per la riduzione dell'umidità relativa.

Focalizzando l'interesse alle fasi di confezionamento del prodotto prima dello stoccaggio e le problematiche riguardanti l'automazione delle operazioni di questa fase, non si può valutare solo il danneggiamento meccanico del seme. Le aziende che lavorano nel settore, per sviluppare una metodologia idonea devono valutare i seguenti fattori:

- Danneggiamento del seme
- Flessibilità del sistema
- Efficacia del confezionamento

DANNEGGIAMENTO DEL SEME

Come detto in precedenza, il seme attraverso le macchine automatiche può subire danni irreversibili. Il fenomeno può verificarsi per sollecitazione meccanica o per surriscaldamento del seme che può avvenire ad esempio quando si esegue la deumidificazione.

Il danno che subisce il seme difficilmente è visibile ad occhio nudo per via della dimensione del seme e perché il danno può essere interno, per questo la valutazione deve avvenire eseguendo prove di laboratorio prima e dopo la lavorazione, comparando i risultati ottenuti.

FLESSIBILITÀ DEL SISTEMA

Molto spesso, le aziende di conferimento del seme, devono lavorare molteplici varietà di seme nello stesso periodo. I lotti di sementi possono essere anche di piccole dimensioni. Per questo il sistema che deve automatizzare le operazioni di stoccaggio deve essere flessibile alle diverse esigenze. Non è pensabile, infatti, di prevedere un impianto per ogni tipo di seme, i costi di realizzazione e di esercizio sarebbero inaccettabili.

Il problema si pone anche per il tipo di imballaggio che può differire secondo la varietà di seme. Questo pone grossi problemi all'automazione perché anche in questo caso si dovrebbe prevedere un impianto per ogni tipo di imballaggio.

EFFICACIA DEL CONFEZIONAMENTO

L'efficacia del confezionamento è essenziale per la valutazione di un sistema di confezionamento automatico, infatti, anche se si riescono ad automatizzare le operazioni di stoccaggio, queste devono permettere al seme conservarsi il più a lungo possibile senza compromettere le sue proprietà fisiche.

Le proprietà di conservazione possono dipendere dal materiale utilizzato per il contenitore, dalle sue caratteristiche fisiche e dimensionali, dal tipo di chiusura.

2.3 ANALISI DELLE SEMENTI

L'analisi delle sementi è di fondamentale importanza per l'intero processo di certificazione. Le sementi, per essere certificate e, di conseguenza, per essere ammesse al commercio, devono possedere determinati requisiti relativi alla loro identità e purezza varietale, al loro valore biologico e fisico, al loro stato sanitario.

Alcuni di questi requisiti, quelli inerenti cioè alle caratteristiche varietali, possono essere accertati in campo o con esami e metodi specifici di laboratorio. Per quanto riguarda invece altre caratteristiche quali purezza e germinabilità è possibile eseguire rilevazioni attraverso esami di laboratorio secondo procedure standard.

L'analisi di laboratorio è di primaria importanza nella certificazione in particolare per la commercializzazione delle sementi certificate visto che queste devono rispondere a determinati requisiti (purezza specifica, germinabilità) fissati dalla legge; non essendoci però, per esse, alcun obbligo di contrassegno o cartellino ufficiale di garanzia, soltanto l'analisi di laboratorio può fare le garanzie richieste dall'utilizzatore. Risulta quindi importante riuscire a individuare metodologie di prova comuni per i vari laboratori di analisi, per ottenere dati confrontabili e quindi avere un metro comune di valutazione delle caratteristiche delle sementi analizzate.

L'I.S.T.A. (Associazione Internazionale di analisi delle sementi) sulla base dell'esperienza accumulata dagli analisti e dei risultati di rigorose ricerche scientifiche, ha formulato le "Regole Internazionali di Analisi delle Sementi" alle quali devono adeguarsi tutti i laboratori ad essa aderenti.

Su piano nazionale è stata predisposta una metodologia ufficiale per le analisi alla quale i diversi laboratori di analisi sementi che operano in Italia devono attenersi se si vogliono conseguire risultati altrettanto uniformi e comparabili.

Le fasi che caratterizzano una buona analisi delle sementi possono essere riassunte dai seguenti punti:

- Campionamento

-
- Determinazione dell'umidità
 - Analisi fisiologica

CAMPIONAMENTO DEL SEME

Il campionamento è l'operazione che permette di caratterizzare un lotto di seme, analizzando una piccola quantità di esso. Il campione quindi deve essere rappresentativo delle proprietà del lotto.

DETERMINAZIONE DELL'UMIDITA'

Il grado di umidità del seme è uno dei fattori che influenza maggiormente la sua conservazione e quindi la sua vitalità, germinabilità e sanità.

L'umidità del seme se superiore a valori limiti, induce ad una rapida diminuzione di vitalità, mentre se è inferiore il seme si conserva meglio. Nel caso il seme abbia un grado di umidità elevato in ambiente con elevata temperatura e umidità relativa, il seme può facilmente fermentare con conseguente perdita di sostanza secca e lo sviluppo di muffe.

La determinazione dell'umidità è basata sulla perdita di peso di un campione di seme sottoposto ad essiccamento in stufa ad una certa temperatura, per un determinato numero di ore. Nel caso di semi grossi, questi devono essere preventivamente macinati. Le operazioni possibilmente devono essere eseguite in condizioni da ridurre al minimo l'ossidazione.

Sia la temperatura di essiccazione, sia la durata della prova variano a seconda delle specie in esame.

Esistono anche apparecchi per la determinazione rapida dell'umidità basati soprattutto sulla conducibilità elettrica dei semi che varia in funzione del loro grado di umidità.

Questi apparecchi non sono però ufficialmente riconosciuti in quanto i valori da essi forniti non sempre sono attendibili specialmente se il seme ha un tenore di umidità piuttosto elevato.

ANALISI FISILOGICHE

Le analisi fisiologiche permettono di determinare la germinabilità e lo stato sanitario delle sementi.

Con l'analisi di germinabilità si determina la percentuale di semi puri capaci di produrre germogli normali, cioè plantule le cui strutture essenziali abbiano uno sviluppo equilibrato e sano e siano quindi in grado di sviluppare, in condizioni favorevoli di coltura, piante capaci di compiere l'intero loro ciclo vegetativo e riproduttivo.

Affinché i risultati delle analisi di germinabilità possano essere riproducibili e fra loro comparabili è necessario usare metodi standardizzati i quali consentono un costante controllo dei principali fattori (substrato, temperatura, umidità, luce) che influiscono sulla germinazione dei semi. Nei certificati di analisi deve essere indicata la percentuale di semi che hanno prodotto plantule normali in condizioni e limiti di tempo stabiliti dai metodi normati.

I fattori che, durante le prove, possono influenzare la germinazione delle sementi sono molteplici, un eccesso di umidità del substrato, una temperatura elevata, un substrato non appropriato. Se questi aspetti non sono curati in modo preciso, possono portare a risultati delle prove che non rispecchiano le caratteristiche delle sementi analizzate.

È inoltre particolarmente difficile fare germinare i semi non completamente maturi o dormienti.

L'andamento del processo germinativo dei semi dipende poi da fattori intrinseci al seme stesso (facoltà germinativa, grado di maturazione, durezza del tegumento, presenza di sostanze inibitrici del processo germinativo ecc.) e da fattori esterni (substrato, umidità, temperatura, luce, aerazione); sono questi ultimi che possono e devono essere accuratamente controllati durante un'analisi di germinazione.

SUBSTRATO - Il substrato più pratico è senz'altro la carta da filtro, per i semi di alcune specie può essere preferita la terra da giardino oppure della sabbia, che deve essere né troppo grossa né troppo fine. Questo materiale può essere posto in recipienti di qualsiasi tipo (bacinelle di plastica o zincate). I semi devono essere appena infossati nella sabbia o possono anche essere coperti con un leggero strato (1-2 mm di altezza) dello stesso materiale. I contenitori del substrato, possono essere coperti o scoperti secondo il tipo di semente provata.

UMIDITÀ DEL SUBSTRATO - Il dosaggio dell'umidità da applicare al substrato è uno dei principali fattori che bisogna curare con particolare attenzione. L'acqua da applicare all'inizio della prova varia secondo il tipo di substrato utilizzato, che dovrà mantenere un certo grado di umidità senza però superare certi valori che potrebbero impedire la respirazione del seme. Utilizzando della carta da filtro per i semi più piccoli, sarà sufficiente una minima quantità d'acqua che dovrà essere completamente assorbita dalla carta. Se nel corso della prova, la carta tende ad asciugare è necessario aggiungere acqua, sempre in quantità minima per evitare l'allagamento del seme.

Con l'uso invece della terra o della sabbia, la quantità di acqua richiesta deve essere aggiunta prima che queste siano poste nei germinatoi. Anche in questo caso la quantità d'acqua deve variare secondo la capacità idrica del materiale usato e del tipo e grossezza del seme da sottoporre all'analisi.

TEMPERATURA - È il fattore che maggiormente condiziona la germinazione dei semi. Ogni specie ha proprie esigenze in proposito. In genere la temperatura richiesta può essere costante oppure alternata nelle 24 ore (16 ore al giorno alla temperatura più bassa e 8 ore a quella più elevata).

In alcuni casi, soprattutto se si tratta di semi freschi, appena raccolti e quindi non prontamente germinabili, occorre un trattamento prerrefrigerante a +5°C o a +10°C per un numero di giorni variabile da 2 a 5 per interrompere la dormienza.

LUCE - Numerose specie (tutte le graminacee da foraggio, il sedano, la lattuga e la cicoria) richiedono per germinare un certo periodo di esposizione alla luce, mentre tutte le altre specie germinano normalmente anche al buio. Le condizioni di luminosità naturali o artificiali dovranno essere pertanto applicate durante il periodo in cui i semi si trovano alla temperatura più elevata.

TRATTAMENTI SPECIALI - Al fine di interrompere la quiescenza dei semi, sono a volte utili alcuni trattamenti prima dell'inizio della prova di germinazione.

Oltre alla prerrefrigerazione, i semi possono essere sottoposti a un lavaggio (barbabietole) di 2-4 ore in acqua corrente a 25°C per asportare sostanze inibenti

la germinazione, o a imbibizione del substrato con soluzione di nitrato potassico (KNO₃) o di acido gibberellico (GA₃) o a pre-essiccamento a +40°C per 7 giorni del seme prima di essere posto nei germinatoi (Arachide – Girasole – Lattuga ecc.).

DURATA DELLE PROVE - Le prove di germinazione hanno una durata variabile secondo le specie; essa può essere di 7 giorni per i trifogli, mediche, lino, lattughe, zucche, canapa ecc.; 10-14 giorni per i cereali, per alcune graminacee da foraggio (l'erba altissima, la festuca arundinacea, il fleolo, i loietti ecc.) per i peperoni, barbabietole, pomodori, fagioli, piselli ecc.; 20-21 giorni per le festuche rosse e ovine, per la poa triviale, l'avena bionda, lo spinacio; 28 giorni per il prezzemolo e le altre Poe.

Dopo questo tempo qualora vi fossero ancora semi sani e non germinati, o che abbiano appena iniziato la germinazione, si può prolungare la prova per qualche giorno ancora. Le prove possono essere invece sospese anche prima, se i semi rimasti dopo le prime levate fossero tutti ammuffiti.

Se al termine della prova, vi fossero ancora semi freschi non germinati, questi devono essere sottoposti a qualcuno dei trattamenti speciali cui abbiamo accennato.

VALUTAZIONE DEI GERMOGLI - Per esprimere il reale valore della germinabilità di una partita di seme non si deve considerare quale indice della sua germinabilità il numero totale di semi germinati; si deve invece tener conto soltanto dei semi che producono germogli normalmente sviluppati e sani. Pertanto i germogli sono distinti in normali e anormali. Sono ritenuti normali i germogli che presentano uno sviluppo regolare ed equilibrato dei loro organi essenziali quindi in grado di continuare regolarmente il loro sviluppo per produrre piante normali in condizioni favorevoli; sono da ritenersi anormali invece quelli il cui ulteriore regolare sviluppo è compromesso da evidenti malformazioni o lesioni dei loro organi essenziali o della mancanza di qualcuno di essi e sono pertanto senza alcun valore colturale.

ENERGIA GERMINATIVA E TEMPO MEDIO DI GERMINAZIONE (T.M.G.) – Il valore della germinabilità non tiene conto della velocità con la quale i semi germogliano. Questo comportamento è preso in considerazione nella valutazione dell'energia germinativa. Purtroppo per questo tipo di analisi non esiste una metodologia di prova unificata comune.

Mentre la germinativa è esprimibile con termini matematici e quindi con valori comparabili e sempre riproducibili, l'energia germinativa invece, racchiude in se stessa altri due valori: la velocità di germinazione e la forza di germinazione (vigore, robustezza, integrità dei germogli). Anzi, questi due valori, secondo alcuni autori (Pieper) dovrebbero essere determinati separatamente.

Il problema principale di questa valutazione, è dato dal fatto che risulta essere difficile avere una considerazione oggettiva del fenomeno e quindi è difficile poter comparare i dati, è proprio per questo che gli organi competenti non hanno fissato una metodologia di prova comune.

La determinazione del Tempo medio di germinazione (T.M.G.) prende in considerazione la velocità di germinazione, uno solo quindi dei due valori che formano il concetto di energia germinativa, quello cioè che può essere espresso in termini esatti, matematici.

Il T.M.G. può comunque già dare indicazioni assai importanti al fine di una più completa valutazione del processo germinativo dei semi. È, infatti, facilmente intuibile come più a lungo i semi rimangono nel terreno senza germinare e sempre più gravi diventano i pericoli di danni a causa d'insetti, della crosta del terreno, della siccità; sempre minori diventano così le probabilità che da essi sviluppino piante robuste. Le sementi che germinano rapidamente nella più elevata percentuale meritano perciò sempre la preferenza rispetto a quelle che germinano lentamente e a poco a poco.

La velocità di germinazione, a parità di potenza germinativa, rappresenta appunto un ulteriore criterio di scelta nel commercio delle sementi. Due sono le vie che possono essere seguite nella determinazione della velocità di germinazione. La prima è l'indicazione della percentuale di semi germinati dopo un certo numero di giorni, corrispondente all'epoca del primo conteggio dei semi germinati, fissata dai metodi di analisi; periodo cioè necessario alla germinazione

pressoché contemporanea del maggior numero di semi. La seconda è la rappresentata dal calcolo del “Tempo medio di germinazione” secondo la formula di Pieper:

$$\mathbf{T.M.G.} = \frac{\Sigma(\mathbf{n} \times \mathbf{g})}{\mathbf{N}}$$

- n** = numero di semi germinati con germogli normali nei singoli giorni.
- g** = numero di giorni intercorsi per ogni conteggio dall’inizio della prova.
- N** = numero totale di semi germinati con germogli normali.

Secondo la formula di Pieper, non è altro che la sommatoria del numero di semi germogliati per il numero di giorni passati dall’inizio della prova, questa sommatoria va divisa per il numero totale di semi germogliati. Il risultato è poi espresso in giorni e decimi di giorno.

La determinazione del T.M.G. può caratterizzare l’energia germinativa purché le seguenti condizioni di prova siano rispettate:

- temperatura e altre condizioni di germinazione ben determinate, rigorosamente controllate, e costanti per ciascuna specie;
- epoca del primo controllo dei semi germinati costante per ciascuna specie;
- stadio di sviluppo dei germogli conteggiati uguale e costante ad ogni controllo;
- controllo quotidiano, dopo il primo, dei semi germinati.

CALCOLO DEL RISULTATO DI GERMINABILITÀ - Le analisi di germinazione si eseguono sempre in 4 ripetizioni di 100 semi ciascuna. Soltanto in questo modo è possibile effettuare un controllo statistico circa l’esattezza dell’intera prova.

Ossia la differenza fra il valore più basso e quello più alto rispetto al valore medio ottenuto dalle quattro ripetizioni, non deve superare determinati limiti. Detti limiti naturalmente si allargano con l’abbassarsi del medio di germinazione.

Se la differenza suddetta rientra in tali limiti, il risultato di analisi deve ritenersi valido, diversamente si deve ripetere la prova.

I semi germinati con germogli anormali ed i semi morti vengono considerati senza valore. (Spreafico L., 1978)

VALUTAZIONE DEI RISULTATI DI GERMINABILITÀ

<i>GIORNI</i>	Il numero di giorni della durata effettiva dell'analisi, esclusi quelli richiesti per l'eventuale prerrefrigerazione.
<i>SEMI GERMINATI CON GERMOGLI ANORMALI</i>	È la percentuale di semi che nel periodo massimo di tempo prescritto dai metodi ufficiali hanno sviluppato germogli normali.
<i>SEMI CON GERMOGLI ANORMALI</i>	È la percentuale di semi che, pur essendo germogliati, hanno però sviluppato germogli anormali in qualche organo o struttura essenziale all'ulteriore e completo sviluppo della pianta.
<i>SEMI DURI</i>	Semi che al termine della prova non sono germinati per mancato assorbimento di acqua a causa dell'impermeabilità del loro tegumento. (1)
<i>SEMI FRESCI NON GERMOGLIATI</i>	Sono semi che al termine della prova, anche dopo essere stati sottoposti a trattamenti speciali per interrompere la quiescenza, permangono intatti e apparentemente vitali, né manifestano marcescenza od ammuffimento. (2)
<i>SEMI MORTI</i>	Sono semi che al termine della prova non sono germinati ed hanno manifestato marcescenza od ammuffimento.

(1) La legge tollera una percentuale massima di semi duri variabili dal 20 al 40 % a seconda delle specie. Entro questi limiti la percentuale di semi duri deve essere sommata a quella dei semi germinati con germogli normali per la valutazione finale della germinabilità complessiva, in quanto i semi duri sono suscettibili di germinare normalmente in campo;

(2) La differenza fra questi semi e quelli duri consiste nella diversa causa che determina la non pronta germinabilità. Anche questa categoria di semi va sommata ai semi germinati per il calcolo finale del grado di germinabilità.

3 PROVE SPERIMENTALI

La sperimentazione condotta si articola in diverse fasi per valutare alcune delle principali operazioni che accompagnano le sementi ortive durante lo stoccaggio.

La sperimentazione è stata condotta presso la CAC di Martorano di Cesena, dove è stato allestito un impianto automatico di confezionamento.

Inizialmente è stata studiata la macchina confezionatrice per valutarne le potenzialità. Sono stati poi studiati alcuni tipi di film per la formatura dei sacchi. Il tipo di film utilizzato per i sacchi è stato valutato durante la fase di confezionamento e di stoccaggio.

Durante il confezionamento, si sono indagate le problematiche principali per l'automazione di questa fase che si possono dividere in:

- Qualità
- Rapidità
- Flessibilità

Per migliorare la qualità dell'imballaggio sono state ricercate le impostazioni più idonee per le operazioni della macchina automatica in modo da ottenere una chiusura efficace del sacco resistente alle varie operazioni di movimentazione successive. Oltre alle impostazioni della macchina si sono indagate le interazioni tra film e seme durante il riempimento del sacco. Questa interazione oltre alla qualità influenza anche la rapidità del confezionamento. Per ottimizzare la flessibilità della macchina confezionatrice sono state svolte prove per utilizzare il minor numero di formati di film per diverse varietà di semi. Il formato dei sacchi è stato valutato anche per ottimizzare la disposizione nei pallet che si usano durante il trasporto e lo stoccaggio.

La fase di stoccaggio è stata valutata confezionando alcune varietà di sementi ortive all'interno di sacchi realizzati con diversi tipi di film in polietilene. Questi sacchi sono stati conservati in diversi ambienti.

Il comportamento delle sementi all'interno dei sacchi è stato monitorato periodicamente per valutarne la qualità di conservazione in relazione alle diverse tipologie di sacco e ambienti. Per la valutazione della capacità di conservazione dei sacchi realizzati con i nuovi film, sono state condotte sulle sementi prove di umidità, germinabilità e conducibilità.

3.1 DESCRIZIONE DELLA MACCHINA CONFEZIONATRICE

La macchina confezionatrice ha il compito di formare il sacco dalla bobina di polietilene e riempirlo con il materiale pesato da una bilancia elettronica. La macchina automatica utilizzata per la formatura del sacco, è la Compacta 501 della ditta B.L. Mediterraneo in grado di confezionare 500 sacchi/h.

L'impianto è concepito per materiali granulosi, adatto quindi all'insaccamento di sementi di ogni specie, è costituito da una bilancia elettronica e da una macchina insacchitrice. L'impianto permette la raccolta di una certa quantità di materiale grazie ad una tramoggia dotata di sensori di livello che verificano la presenza di prodotto. È possibile installare sopra alla tramoggia un sistema di carico materiale che permette un funzionamento continuo della macchina.



Macchina confezionatrice compacta 501

3.1.1 Caratteristiche generali

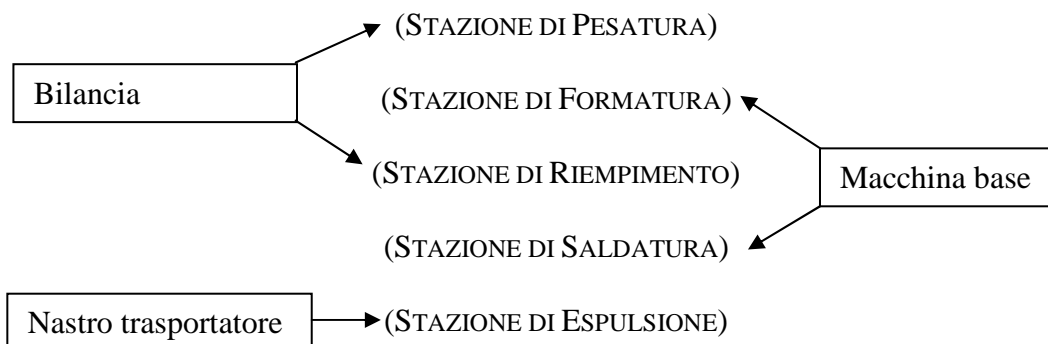
L'impianto è alimentato da corrente elettrica a 380 V e da una linea pneumatica a 6÷7 bar. Ogni operazione è programmabile attraverso un quadro di comando posizionato in una cabina esterna alla macchina, mentre l'impianto elettrico è in parte nella cabina esterna ed in parte all'interno della macchina.



Pannello di controllo

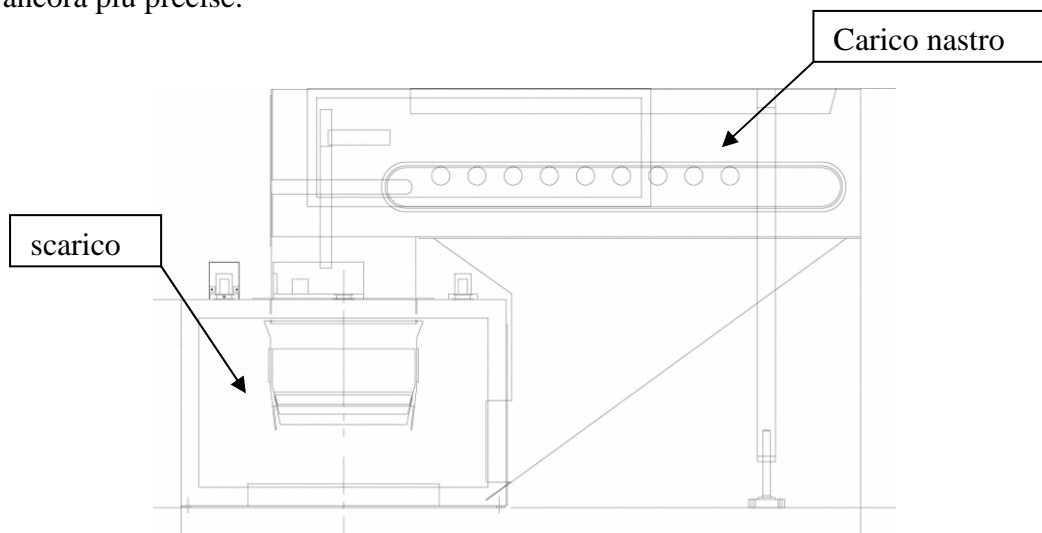
Tramite il pannello di comando si possono scegliere tutte le configurazioni del prodotto che si desidera. È dotato di 2 differenti menù, uno per l'operatore che lavora con la macchina tutti i giorni ed uno dedicato al programmatore della macchina. Con il secondo menù è possibile decidere dalle dimensioni del sacco ai tempi di chiusura del sacco.

Le fasi di lavorazione della macchina sono eseguite in 5 differenti stazioni operanti simultaneamente che possono essere divise tra le 3 parti principali dell'impianto che sono la bilancia e la macchina base:



3.1.2 Bilancia

La fase di pesatura avviene grazie ad una bilancia che lavora insieme ad un nastro che trasporta il materiale. Questa bilancia permette di avere un numero elevato di campioni pesati disponibili grazie alle sue caratteristiche tecniche che permettono di stabilizzare la misura del peso in tempi rapidi e al sistema di trasporto del materiale molto veloce. Inoltre la funzione di doppia velocità di carico che permette di iniziare il carico dalla tramoggia ad una velocità iniziale alta per poi diminuirla quando ci si avvicina al peso voluto, ne aumenta notevolmente la velocità e la precisione. Per la chiusura del carico della tramoggia esiste un sistema per compensare il materiale in caduta e riuscire ad avere pesate ancora più precise.



Layout gruppo bilancia

DESCRIZIONE DELLA BILANCIA ELETTRONICA

COMPONENTI PRINCIPALI DELLA BILANCIA ELETTRONICA:

A.1 TELAIO PORTANTE:

Il telaio supporta tutti i componenti del gruppo: portelli mobili consentono l'accesso all'interno del gruppo per l'esecuzione degli interventi d'ispezione, montaggi, smontaggio e manutenzione degli elementi.

A.2 TRAMOGGIA DI ALIMENTAZIONE:

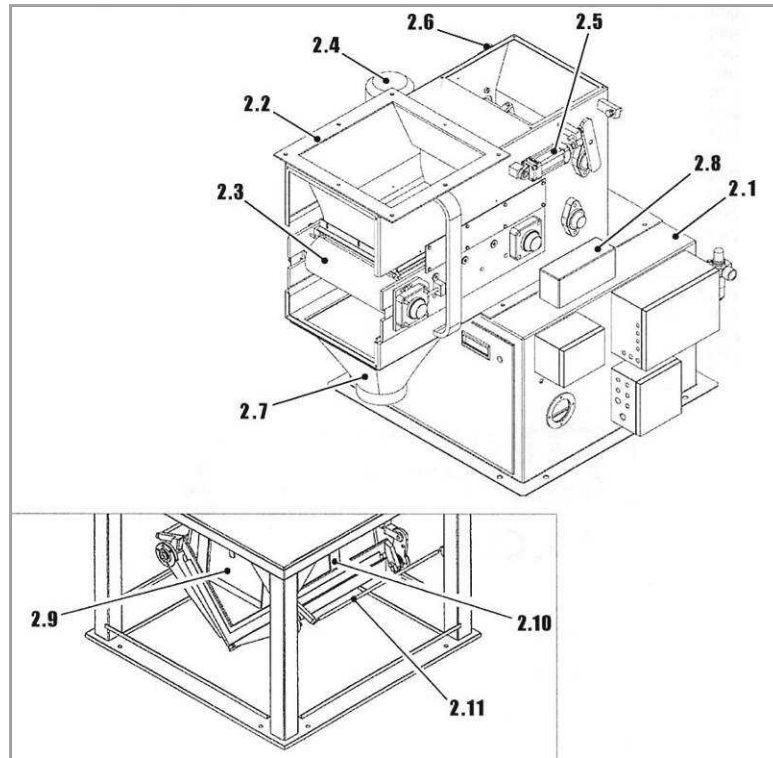
Riceve il prodotto da pesare e lo convoglia sul nastro di trasporto.

-
- A.3 NASTRO TRASPORTO PRODOTTO:
Trasporta il prodotto dalla tramoggia al cestello di pesatura.
- A.4 MOTORIDUTTORE AZIONAMENTO NASTRO:
Aziona il nastro di trasporto; la velocità di rotazione, controllata dal modulo elettronico, è alta durante la fase di sgrossatura e più bassa nella fase di finitura.
- A.5 CILINDRO MOVIMENTAZIONE SERRANDA DI REGOLAZIONE FLUSSO:
Aziona l'apertura e la chiusura della serranda; durante la fase di sgrossatura la serranda è completamente aperta consentendo il passaggio massimo di prodotto, nella fase di finitura la serranda si chiude portandosi a qualche centimetro di distanza dal nastro, limitando in questo modo il flusso di prodotto in arrivo al cestello di pesatura.
- A.6 CILINDRO MOVIMENTAZIONE SERRANDA DI INTERRUZIONE FLUSSO PRODOTTO:
Aziona l'apertura e la chiusura della serranda; durante la fase di carico del prodotto la serranda è completamente aperta; nel momento in cui il modulo elettronico comanda l'arresto del nastro, la serranda si chiude impedendo ulteriore ingresso di prodotto nel cestello di pesatura.
- A.7 TRAMOGGIA RECUPERO PRODOTTO:
Serve al recupero del prodotto che resta attaccato al nastro dopo lo scarico e che è asportato da un'apposita spazzola di pulitura.
- A.8 DUE GRUPPI DI RILEVAMENTO PESO:
I gruppi di rilevamento del peso sono composti ognuno da una struttura portante, una cella di carico e un sistema meccanico di protezione contro il sovraccarico. Ogni gruppo è protetto esternamente da un coperchio di protezione in lamiera.
- A.9 UN CESTELLO DI PESATURA:
All'interno del cestello si accumula il prodotto proveniente dal nastro; la parte inferiore del cestello è dotata di un portello a due ante mobili che permettono di scaricare il prodotto pesato all'interno della tramoggia di alimentazione della macchina insaccatrice sottostante.
- A.10 DUE SOSPENSIONI PER CESTELLO DI PESATURA:

Collegano il cestello di pesatura alle celle di carico.

A.11 DUE TIRANTI:

Impediscono alla benna di oscillare durante le operazioni di pesatura.



Disegno complessivo della bilancia

FUNZIONAMENTO BILANCIA ELETTRONICA

Dopo aver impostato il peso del materiale nel modulo elettronico di comando, il ciclo di funzionamento si riassume nelle fasi elencate di seguito:

- ✓ il gruppo di alimentazione inizia ad introdurre il prodotto da dosare nel nastro;
- ✓ il nastro lo immette nel cestello di pesatura alla massima velocità (fase di sgrossatura);
- ✓ dopo un tempo precedentemente impostato, il nastro rallenta la velocità e la serranda di regolazione parzializza l'ingresso di prodotto nel cestello di pesatura;

-
- ✓ al raggiungimento del peso impostato, il gruppo di alimentazione si arresta, la serranda d'interruzione flusso si chiude completamente ed il modulo elettronico rende disponibile un segnale di fine preparazione dose;
 - ✓ quando la macchina insaccatrice è pronta a ricevere la dose, invia un segnale al modulo elettronico che provvede all'apertura delle benne consentendo la discesa del prodotto nella tramoggia della macchina;
 - ✓ dopo un tempo impostato, le benne si richiudono e il gruppo di alimentazione inizia immediatamente un nuovo ciclo di riempimento.

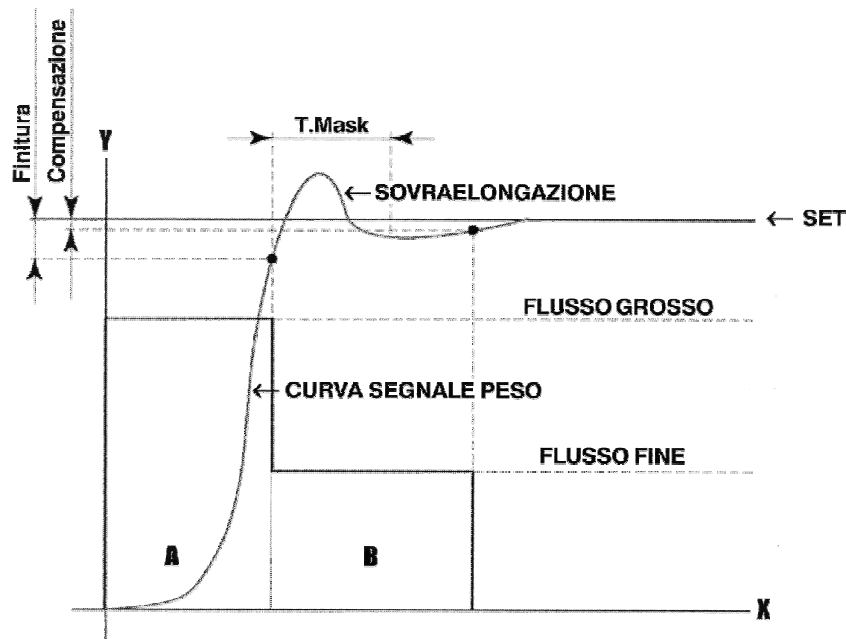


Gruppo bilancia

Funzionamento bilancia durante la pesata

Nel diagramma seguente è riportato nell'asse X il tempo del ciclo di pesata e nell'asse Y il peso del prodotto scaricato. Le due curve rappresentano l'andamento del segnale peso e l'andamento del flusso dell'organo di carico. L'asse SET rappresenta il peso impostato. Come si può vedere il diagramma è stato diviso in due blocchi per ogni fase del ciclo.

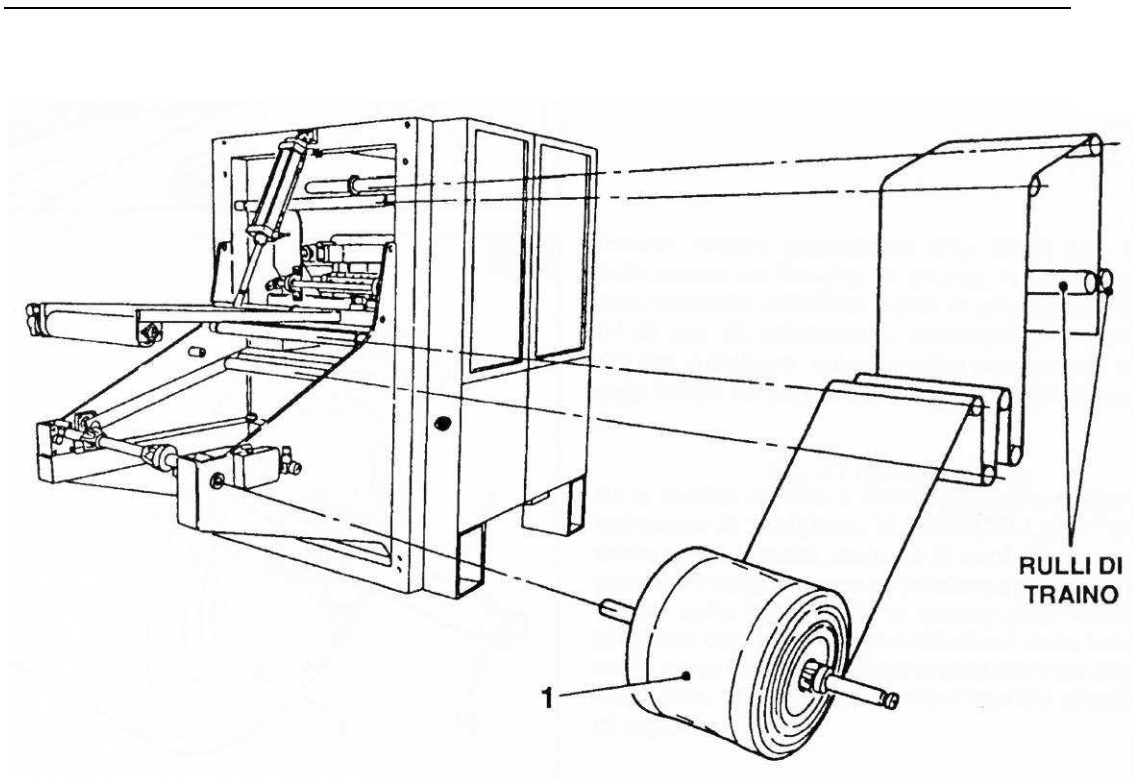
Nel primo blocco (A) è individuata la fase durante la quale si ha il carico con flusso grosso. Il secondo blocco (B) indica invece la fase con flusso di carico fine.



3.1.3 Macchina base

Lo scopo della macchina base è quello di formare il sacco, di tenerlo aperto durante la fase di riempimento e infine di chiuderlo. Per la formatura del sacco sono utilizzate bobine di film in polietilene. La bobina viene montata sul retro della macchina nella sezione porta-bobine. Il film viene inserito in un sistema di trasferimento composto da una coppia di pendoli, che supporta e movimenta il sacco, senza mai lasciarlo durante tutte le sue fasi, con un movimento continuo e fluido.

Il film viene inizialmente saldato, questa saldatura è in pratica la base del sacco, poi viene tagliato della misura che si è impostata attraverso il pannello di controllo. Una volta tagliato il sacco è pronto per essere riempito. Ultimata la fase di riempimento, il sacco viene poi chiuso attraverso una saldatura come quella precedente.



Esploso dei rulli di traino del film

SEZIONE PORTABOBINE

Funzioni principali del gruppo porta-bobine:

- 1 Sostenere la bobina
- 2 Mantenere in tensione il film durante la svolgitura
- 3 Mantenere frenata la bobina dopo la svolgitura

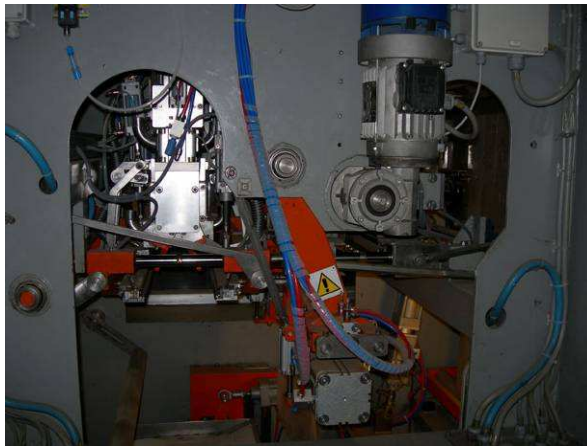


Porta-bobina

SEZIONE FORM

Ha la funzione di eseguire tutte le operazioni necessarie a trasformare il film tubolare svolto dalla bobina in sacchi singoli vuoti, pronti alla fase di riempimento. In dettaglio le operazioni eseguite sono le seguenti:

- 4 svolgitura a misura del film
- 5 saldatura di fondo dei sacchi
- 6 separazione dei singoli sacchi e raffreddamento della saldatura di fondo sacco



Sezione formatura

SEZIONE FILL & SEAL

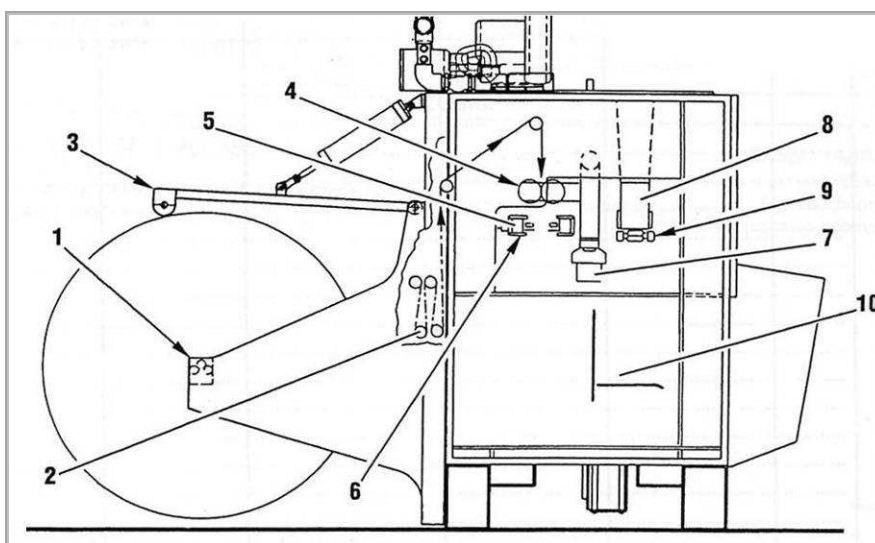
Ha il compito di completare il ciclo di confezionamento mediante le seguenti operazioni:

- 7 trasferimento e imbocco dei sacchi nel boccaglio di riempimento
- 8 riempimento controllato
- 9 saldatura della bocca e raffreddamento



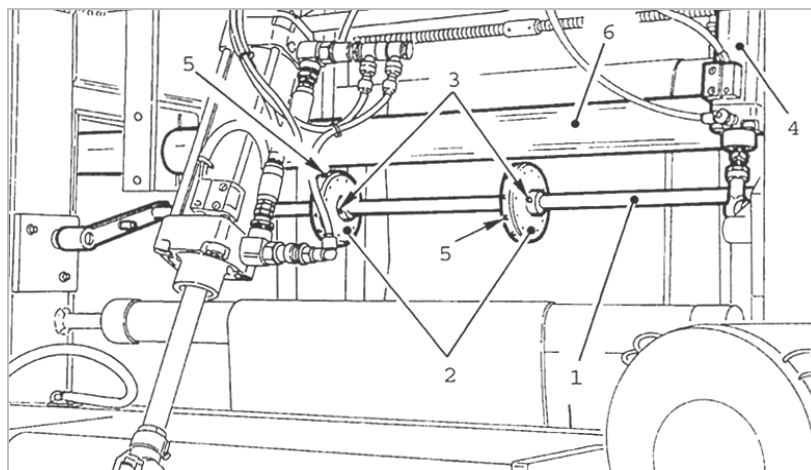
Sezione di espulsione

Nella figura seguente si possono vedere tutti i particolari che svolgono le funzioni descritte precedentemente.



Layout della macchina base

La macchina permette anche l'utilizzo di micro-perforatori, per aggiungere fori alle bobine prima che venga formato il sacco. Questo particolare viene utilizzato quando il film della bobina non è dotato di microfori necessari per la fuoriuscita dell'aria una volta formato il sacco e impilato nei pallet.



Perforatore automatico

SEZIONE ESPULSORE SACCO

Il sacco formato e chiuso viene scaricato su un nastro scorrevole, azionato da un motore elettrico, che lo trascina fuori dalla macchina per poterlo gestire meglio durante il posizionamento sul pallet. Questo sistema può essere implementato con un sistema di pallettizzazione automatica.



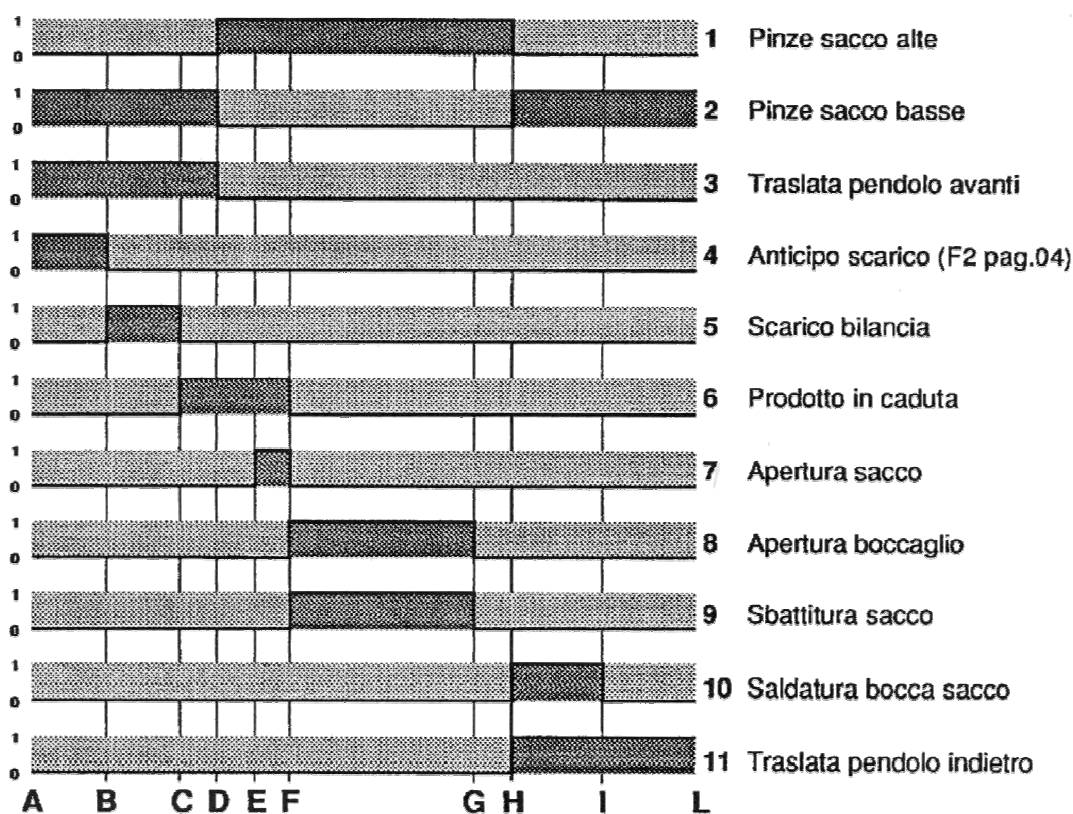
Fase di espulsione del sacco.

3.1.3 Principali cicli della macchina

La macchina è in grado di eseguire 3 cicli principali diversi. Possiamo avere il ciclo denominato “**Anticipo**” che è adatto per prodotti scorrevoli un po’ polverosi. Il secondo ciclo principale è “**Boccaglio aperto**”, questo invece è adatto per prodotti non scorrevoli che hanno la tendenza a bloccarsi, mentre il ciclo “**Rendez-Vous**” è adatto per prodotti scorrevoli e non polverosi.

ANTICIPO

La macchina scarica prima di avere aperto il boccaglio. Il comando di scarico parte all’esaurimento del tempo di anticipo. Questo tempo parte con lo start del pendolo e serve per ottimizzare il tempo di riempimento; infatti è possibile eliminare il tempo di passaggio del prodotto dalle bilance al boccaglio riducendo così il tempo che intercorre dall’apertura del boccaglio alla fine del riempimento del sacco. Il pendolo parte solo con il segnale di pesata pronta delle bilance.

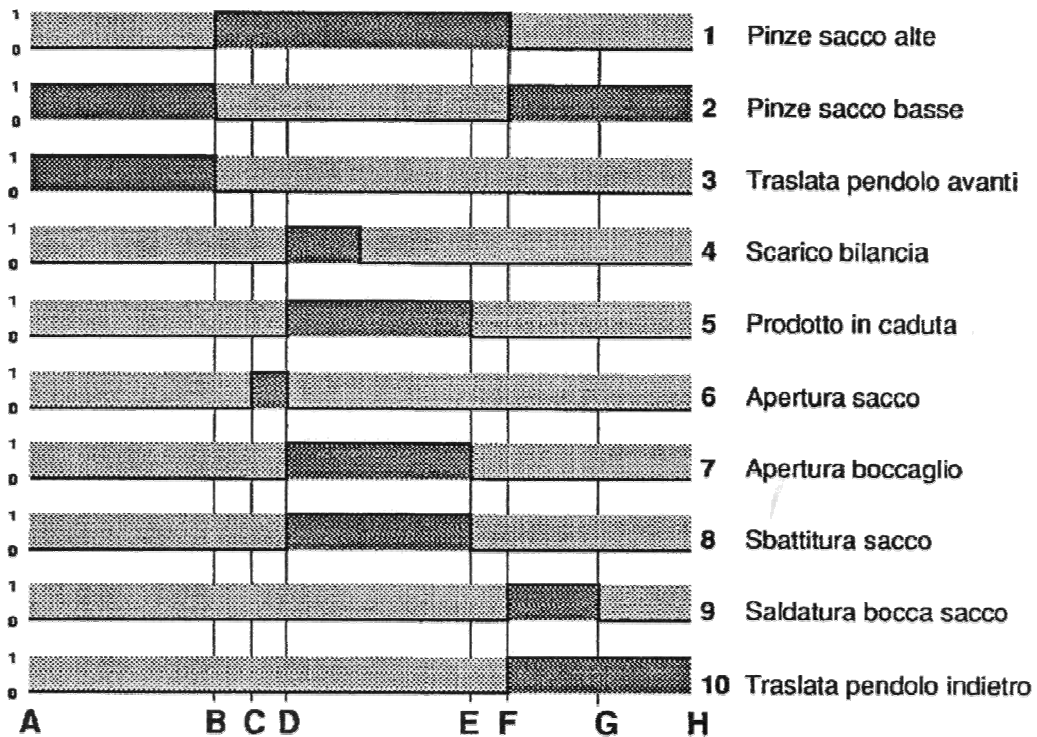


Riepilogo delle fasi del ciclo "ANTICIPO"

- A** Inizio del ciclo (da pendolo indietro e pinze alte): traslata pendolo avanti, partenza tempo di ritardo anticipo scarico e discesa pinze.
- B** Fine tempo di ritardo anticipo scarico e inizio scarico bilancia.
- C** Fine scarico bilancia e prodotto di caduta.
- D** Fine traslata pendolo avanti e salita pinze.
- E** Inizio apertura sacco.
- F** Fine caduta prodotto e apertura sacco, inizio apertura boccaglio, riempimento e sbattitura sacco.
- G** Fine riempimento sacco.
- H** Inizio saldatura bocca sacco, traslata pendolo indietro e discesa pinze.
- I** Fine saldatura bocca sacco.
- L** Fine ciclo con pendolo indietro e pinze alte.

BOCCAGLIO APERTO

La macchina in questa configurazione scarica all'apertura del boccaglio. Il pendolo parte con il primo ciclo con il segnale di pesata pronta ma dopo il primo sacco controlla lo stato della bilancia solo all'apertura del boccaglio. In questo modo vengono ottimizzati i tempi morti nel ciclo delle bilance.



Riepilogo delle fasi del ciclo

- A** Inizio del ciclo (da pendolo indietro e pinze alte): traslata pendolo avanti e discesa pinze.
- B** Fine traslata pendolo avanti e salita pinze.
- E** Inizio apertura sacco.
- F** Fine caduta prodotto e apertura sacco, inizio apertura boccaglio, scarico bilancia, prodotto in caduta riempimento e sbattitura sacco.
- G** Fine riempimento sacco.

-
- H** Inizio saldatura bocca sacco, traslata pendolo indietro e discesa pinze.
 - I** Fine saldatura bocca sacco.
 - L** Fine ciclo con pendolo indietro e pinze alte.

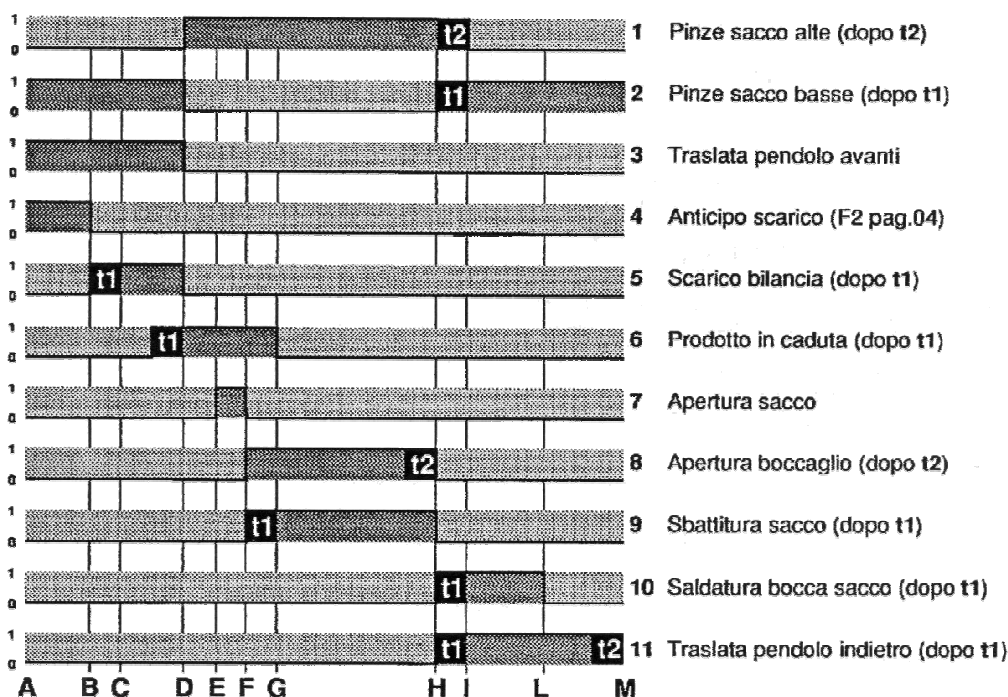
RENDEZ-VOUS

La macchina ha un funzionamento analogo allo scarico con l'anticipo solo che in questo caso la macchina fa partire il pendolo con il segnale di pesata pronta solo al primo ciclo (la macchina può avviarsi solo se c'è il segnale di pesata pronta); dal secondo sacco controlla lo stato della bilancia solo dopo che è trascorso il tempo di anticipo. Se il segnale di pesata pronta della bilancia è presente prima della fine del tempo di anticipo, la macchina fa scaricare la bilancia al momento stabilito. Se la pesata non è pronta dopo la fine del tempo di entrata nella fase rendez-vous- la macchina fa scaricare la bilancia (se nel frattempo è arrivato il segnale di pesata pronta) e fa partire il tempo di apertura boccaglio al quale verrà sommato il tempo t_2 equivalente al ritardo del segnale di pesata pronta. In questo modo si possono eliminare tutti i tempi morti nel ciclo e si tiene ferma la bilancia il più breve tempo possibile.

t1 è il tempo di ritardo del segnale di pesata pronta (dopo l'esaurimento del tempo di ritardo anticipo scarico) che provoca il posticipo dell'inizio di alcune fasi durante il ciclo.

t2 è il tempo di prolungamento delle singole fasi durante il ciclo.

t1 = t2



Riepilogo delle fasi del ciclo

- A** Inizio del ciclo (da pendolo indietro e pinze alte): traslata pendolo avanti, partenza tempo di ritardo anticipo scarico e discesa pinze.
- B** Fine tempo di ritardo anticipo scarico
- C** Inizio scarico bilancia (dopo il tempo di ritardo t1).
- D** Fine scarico bilancia e inizio caduta prodotto, fine traslata pendolo avanti e salita pinze.
- E** Inizio apertura sacco.
- F** Fine apertura sacco e inizio apertura boccaglio.
- G** Fine caduta prodotto e apertura sacco, inizio apertura boccaglio, riempimento e sbattitura sacco.
- H** Fine apertura boccaglio (dopo il tempo impostato + t2) e sbattitura sacco.
- I** Inizio saldatura bocca sacco, traslata pendolo indietro e discesa pinze.
- L** Fine saldatura bocca sacco.
- M** Fine ciclo (dopo il tempo di prolungamento t2) con pendolo indietro e pinze alte.

3.1.4 Dati tecnici dell'impianto

FILM

NATURA	polietilene termosaldabile
FORMA	tubolare liscio o soffiettato
SPESSORE min/max	70/220 μ m
TRATTAMENTO	Fuori zona saldatura

BOBINA

DIAMETRO max	1400 mm
LARGHEZZA min/max	350/500 mm
DIAMETRO ANIMA	76 (3") o 150 (6") mm
SENSO DI AVVOLGIMENTO	INDIFFERENTE

SOFFIETTO

PROFONDITA' min/max	35÷100 mm
DISTANZA min TRA I SOFFIETTI	200 mm

ELETTRICI

ALIMENTAZIONE	400 v 50Hz
FLUTTUAZIONE DI TENSIONE	\pm 10 %
POTENZA INSTALLATA	10kW

PNEUMATICI

PRESSIONE DI ESERCIZIO	6÷7 bar
CONSUMO ARIA PER CICLO	120 NI/ciclo macchina
CONSUMO ARIA AL MINUTO	1000 NI/1'

MACCHINA

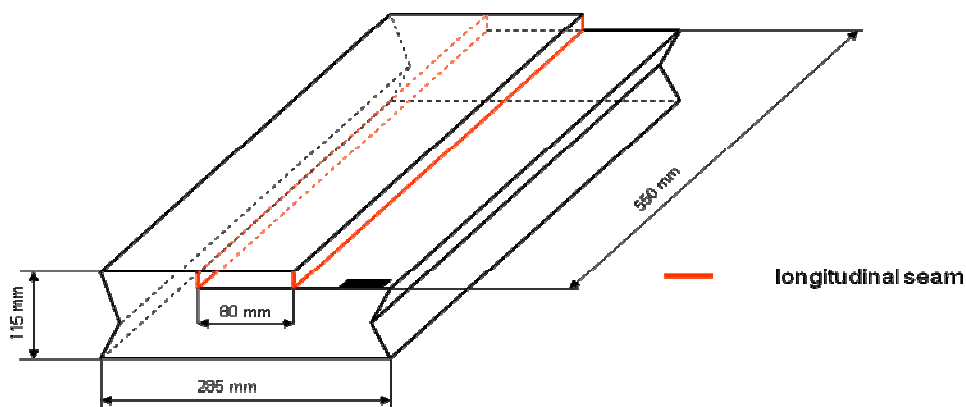
MATERIALE DA INSACCARE	materiali granulosi in generale
SACCHI	25Kg
VELOCITA' DI PRODUZIONE RICHIESTA	450 sacchi/h
PESO MACCHINA	~1600 Kg (escluso bobina)

3.2 MATERIALE UTILIZZATO PER LA FORMATURA DEI SACCHI

Per le prove di confezionamento sono state utilizzate bobine della ditta B&K e della ditta Nuova Pansac. La Bischof + Klein è un'azienda tedesca leader in Europa per la fornitura d'imballaggi flessibili in plastica e carta. Il suo portafoglio di prodotti spazia da imballaggi industriali convenzionali a imballaggi di uso comune e film speciali per applicazioni tecniche. L'azienda produce oltre 10.000 articoli, da soluzioni economicamente vantaggiose per il largo consumo a prodotti specificamente studiati per particolari esigenze di impiego. La Nuova Pansac è un'azienda italiana leader in Europa, è costituita da sei stabilimenti, tra i quali il più importante è a Mira dove viene prodotto il film igienico traspirabile brevettato, MIRAIR che ha permesso di lavorare con le più grosse multinazionali. Oltre al MIRAR, la Nuova Pansac produce molti altri tipi di film speciali per applicazioni tecniche. Per questo progetto i prodotti sono stati forniti dallo stabilimento di Ravenna.

La Nuova Pansac ha messo a disposizione diversi tipi di bobine, tra le quali alcune con interno nero ed esterno bianco, che permettono di mantenere il materiale interno protetto dalla luce del sole.

La Bischof & Klein ha messo a disposizione, tra le altre, anche una bobina di ultima generazione, che permette la fuoriuscita dell'aria contenuta nel sacco tramite un sistema di tenuta a labirinto creata con sovrapposizione di materiale. Questa tecnologia permette un buon isolamento del materiale interno, sia all'umidità sia all'attacco d'insetti, di qualsiasi dimensione.



Bobina Bischof & Klein

Altri tipi di bobina consegnati dalla Bischof & Klein sono i seguenti:

1 - Bobina Tubolare con soffietto in LDPE e copolimeri, bianco Opaco da TiO₂.

Misura: 410 x 120 mm

Spessore: 140 µm

2 bande goffrate Fronte / Retro Antiscivolo

Perforazione: Standard 1 linea destra / sinistra

Larghezza: 410 mm ± 10 mm - Soffietto 120 mm ± 5 mm

Peso per Metro lineare di tubolare : 137,3 g ± 10 %

2 - Tubolare piatto da Estrusione in LDPE e copolimeri, bianco Opaco da TiO₂

Misura: 420 mm

Spessore: 140 µm

Perforazione: Standard 1 linea destra / sinistra

Larghezza: 420 mm ± 5 mm

Peso per Metro lineare di tubolare : 108,8 g / metro lineare di Tubolare ± 10 %

MATERIALE

Polimeri usati:	LDPE / LLDPE / MDPE
Spessore:	(ISO 4593) Totale 140 μm \pm 5 %
Permeabilità al Vapor d'Acqua :	(ASTM 1249-90) 23 °C / 85 % RH verso 0 % RH \leq 0,5 g / mq - d

Nella tabella seguente sono illustrate le caratteristiche principali dei sacchi utilizzati durante le prove di conservazione. Sono stati utilizzati quattro tipi di film forniti rispettivamente dalle ditte Bischof & Klein (SACCO B, D) e Nuova Pansac (SACCO C, E). Sono stati inoltre valutati sacchi tradizionali che la CAC utilizza abitualmente (SACCO A).

SACCO	CARATTERISTICHE	SPESSORE (μm)
A [CAC]	Sacco tradizionale in raffia o carta con interno in plastica	
B [B&K (1)]	Bobina bianca con microforatura e materiale antistatico	140
C [NP (1)]	Bobina con interno nero ed esterno bianco con microforatura	170
D [B&K (2)]	Bobina bianca con tenuta a labirinto	150
E [NP (2)]	Bobina con interno nero ed esterno bianco con micro foratura e materiale antistatico	150

3.3 VARIETA' DI SEMI UTILIZZATI DURANTE LE PROVE

I semi presi in considerazione per le prove di confezionamento sono: cipolla, lattuga, pisello e ravanello. Sono stati utilizzati circa 400Kg di semi per ogni specie.

CIPOLLA

FAMIGLIA: Liliaceae

SPECIE: Allium cepa

LATTUGA

FAMIGLIA: Lactuca scariola sativa

RAVANELLO

FAMIGLIA: Cruciferae

SPECIE: Rahanus sativus var. Radiccula

PISELLO

FAMIGLIA: Fabaceae

SPECIE: Pisum sativum

Per le prove di conservazione sono stati prelevati, prima del confezionamento, campioni di semi per rilevare i valori della germinabilità, conducibilità e umidità.

Seme	Germinabilità		Conducibilità		Umidità	
	Media %	Deviazione standard %	Media %	Deviazione standard %	Media %	Deviazione standard %
Lattuga (I)	95,0	2,6	50,6	6,1	7,4	0,1
Ravanello	96,0	0,0	38,0	1,7	6,3	0,0
Cipolla	79,5	2,5	84,3	3,3	9,1	0,1
Pisello	50,0	8,5	23,9	0,9	11,5	0,1
Lattuga (II)	96,0	2,8	47,0	1,6	7,2	0,1

Visti i risultati di queste prove, non sono stati utilizzati i semi di pisello perché il loro livello di germinabilità era troppo basso per la valutazione della qualità di conservazione. Nella tabella compaiono due valori della lattuga perché le prove sono state svolte in momenti diversi.

3.4 PROVE DI CONFEZIONAMENTO

Inizialmente sono state verificate tutte le funzionalità della macchina automatica, quindi sono stati settati i parametri per ottimizzare la formatura del sacco. In particolare sono state regolate tutte le funzioni della macchina inerenti le fasi di formatura, riempimento ed espulsione del sacco. Dal momento che le regolazioni della macchina regolano le dimensioni del sacco e devono essere modificate al variare delle caratteristiche del seme, il settaggio della macchina è stato effettuato con tutte le sementi a nostra disposizione. Questa verifica ha permesso da un lato di regolare la macchina in modo da ottimizzare le dimensioni del sacco al variare del seme ed allo stesso tempo di verificare le caratteristiche del materiale d'imballaggio.

Il caricamento della macchina è stato eseguito manualmente, vista l'assenza di un sistema automatico di carico. Con il materiale a disposizione, per ogni specie si potevano ricavare dai 16 ai 20 sacchi, si è deciso di aumentare il numero di prove aprendo il sacco alla fine del ciclo e riutilizzando il materiale per altre prove. Per alcuni tipi di semi sono state eseguite più di 100 prove di confezionamento, in questo modo è stato possibile provare tutti i tipi di bobine a nostra disposizione.



Sacco formato

Per quanto riguarda le bobine in polietilene per la formatura dei sacchi sono stati scelti diversi tipi di polietilene dalle ditte: la Bischof & Klein e la Nuova Pansac. I film in polietilene si differenziano per lo spessore del film e per la loro composizione.

Durante la formatura del sacco è fondamentale ottenere un'ottima saldatura del polietilene. La macchina confezionatrice permette di regolare tutte le fasi della saldatura inferiore e superiore del sacco:

- ✓ tempo di saldatura
- ✓ tempo di raffreddamento saldatura
- ✓ temperatura di saldatura

Per ottenere perfette saldature del polietilene si sono cercati i parametri migliori per ogni tipo di bobina, visto che i dati orientativi di funzionamento forniti con la macchina non possono essere utilizzati per ogni tipo di bobina.

DATI ORIENTATIVI DI FUNZIONAMENTO

SPESSORE FILM (μm)	TEMPERATURA SALDATURA ($^{\circ}\text{C}$)	TEMPO SALDATURA (s)	PESO SACCHI (Kg)
100	150/170	0.8÷1.0	15
120			
140	160/190	1.2÷1.4	25
150			
160	170/200	1.5÷2.2	50
180			
200			

Per ottimizzare il funzionamento della macchina, si è cercato di migliorarne la versatilità, in particolare è stato affrontato il problema del cambio di formato, dal momento che la macchina deve essere utilizzata con diverse specie di sementi, il cambio delle dimensioni del sacco deve essere effettuato nel minor tempo possibile. La macchina permette di cambiare la lunghezza del sacco in tempi rapidissimi, ma nel caso in cui fosse necessario variare la larghezza del sacco, si deve sostituire la bobina, operazione che richiede tempi elevati. A tal riguardo sono state studiate dimensioni del sacco che permettano di cambiare solo

la lunghezza e non la larghezza. Nella definizione delle dimensioni del sacco è stato anche considerato il problema della pallettizzazione.

Sono stati inoltre effettuati microfori lungo il film in polietilene, per permettere la fuoriuscita dell'aria e rendere così possibile la formazione dei sacchi e conseguentemente la pallettizzazione. Sono state esaminate differenti soluzioni di microforatura per consentire la fuoriuscita di aria e mantenere allo stesso tempo le caratteristiche di isolamento che il sacco deve avere per proteggere le sementi da attacchi d'insetti e dalle variazioni di umidità dell'ambiente esterno.



Durante le prove di confezionamento, sono emerse problematiche di staticità delle sementi di lattuga e cipolla in ambienti umidi con conseguenti difficoltà nella saldatura del lembo superiore del sacco. Tale problema è stato risolto con l'impiego di materiali antistatici nel polietilene.

Sono stati verificati inoltre i possibili danneggiamenti delle sementi durante le varie fasi di immagazzinamento in particolare sono stati analizzati campioni prima e dopo il confezionamento di semi di lattuga.

Le varie tipologie di bobine sono state studiate anche sotto il profilo della resistenza meccanica, durante le operazioni normali di pallettizzazione. I danni possono essere provocati dalla macchina o anche dall'operatore. Quelli provocati dalla macchina sono facilmente risolvibili grazie ad un'accurata regolazione della macchina, danni invece provocati dall'operatore sono evitabili utilizzando

materiali idonei. Le varie tipologie di sacco sono state sottoposte anche a prove di caduta e di strisciamento.

3.5 PROVE DI CONSERVAZIONE

Le prove sono state condotte inizialmente con i sacchi A, B, C. Per quanto riguarda le specie sono stati utilizzati semi di ravanello, cipolla e lattuga. Il sacco B è costituito da materiale polimerico antistatico bianco, sia internamente che esternamente, di spessore pari a 140 µm con fori di diametro pari a 0,1 mm; il sacco C da materiale polimerico internamente nero ed esternamente bianco, di spessore pari a 170 µm, con fori di diametro pari a 0,5 mm. Queste due tipologie di involucro sono state confrontate con un sacco tradizionale in raffia e nylon (sacco A) con confezionamento manuale.

In un secondo momento sono stati presi in considerazione altri 2 tipi di film per la formatura dei sacchi. In questo caso si è utilizzato solo lattuga in quanto presenta particolari difficoltà di conservazione e quindi si è ritenuto estendere la sperimentazione ad altri tipi di sacco. Il sacco D presenta un particolare sistema di tenuta a labirinto, il sacco E invece presenta caratteristiche simili al sacco C a parte il materiale antistatico e un diametro dei fori di 0,1 mm.

Le caratteristiche della lattuga nel secondo confezionamento sono state valutate nella tabella precedente che analizzava la germinabilità, la conducibilità e l'umidità delle sementi nel modo seguente:

- *lattuga (I) confezionata nei sacchi A, B, C.*
- *lattuga (II) confezionata nei sacchi D, E.*

Per valutare la qualità della conservazione delle sementi, i sacchi sono stati stoccati in due ambienti differenti, una cella con temperatura costante di 13°C e umidità relativa costante e pari al 30%, ed un magazzino con temperatura e umidità variabili.



Stoccaggio dei sacchi formati.

La temperatura e l'umidità del magazzino sono state monitorate in continuo da un datalogger HD 206 – 2 con sensore HD 206 S1 della ditta Delta OHM. Il sensore è in grado di rilevare la temperatura e l'umidità relativa.

<u>Temperatura</u>	Campo di utilizzo	-30÷80°C
	Accuratezza	±0.3°C nel range 0...70°C ±0.4°C al di fuori
	Risoluzione	0,1°C
<u>Umidità relativa</u>	Campo di utilizzo	5%÷98% UR
	Accuratezza	±2.5% UR
	Risoluzione	0,1% UR

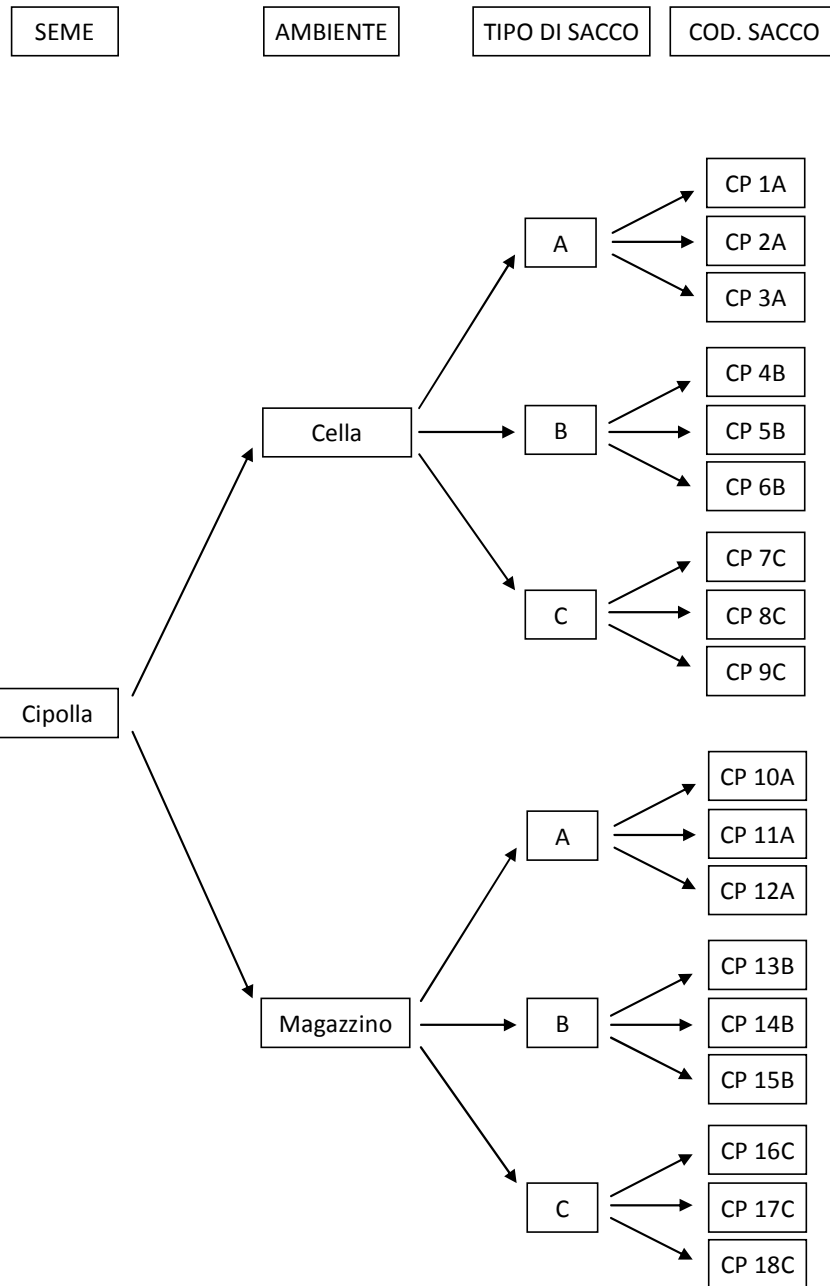
Il datalogger è in grado di registrare 120k misure di temperatura e umidità relativa con intervalli di lettura selezionabili da 1 sec a 1 ora. Questa capacità permette di memorizzare i dati di diversi mesi.



Installazione del Sensore e del Datalogger all'interno del magazzino

Lo schema sperimentale prevede tre variabili quali il materiale dell'involucro, la tipologia di seme, l'ambiente di conservazione. Per ciascuna determinazione sono state effettuate tre ripetizioni. Su ciascun sacco ogni quattro mesi è stata verificata la qualità di conservazione, eseguendo prove di germinabilità, conducibilità e umidità seguendo la metodologia ISTA (ISTA, 1999).

Di seguito è riassunto graficamente lo schema delle prove di conservazione.

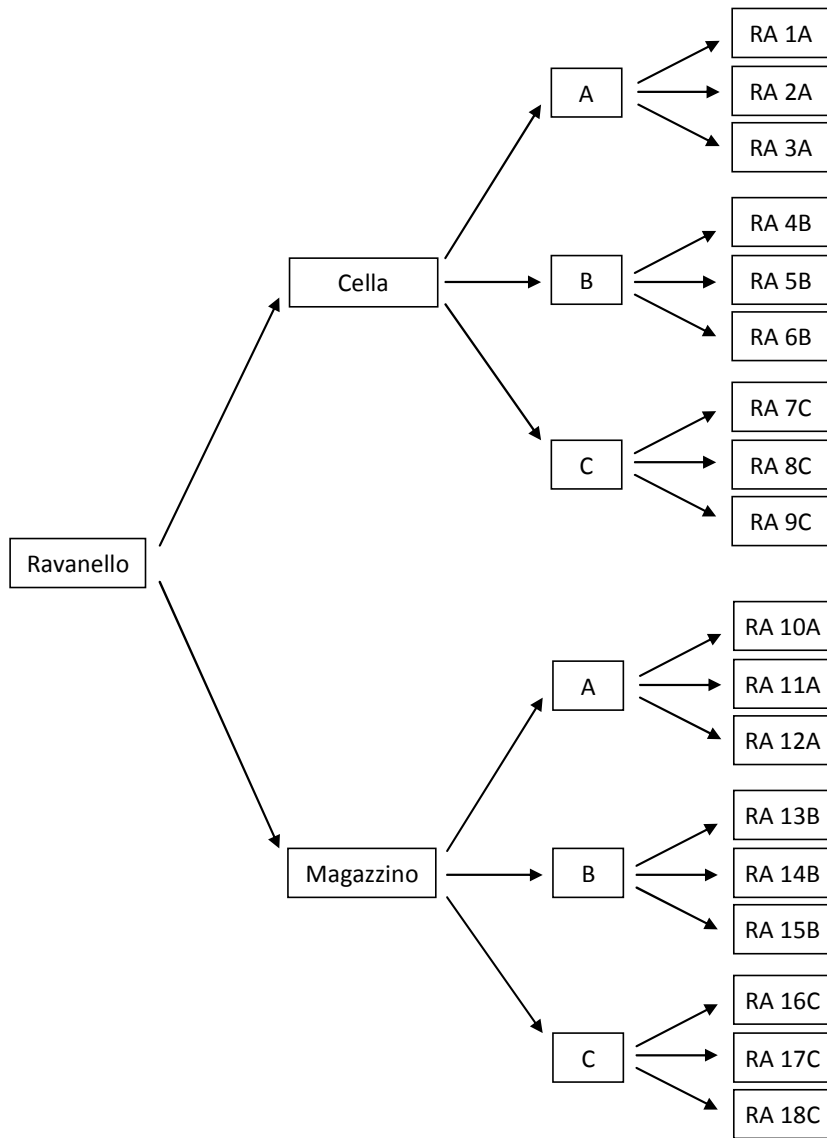


SEME

AMBIENTE

TIPO DI SACCO

COD. SACCO

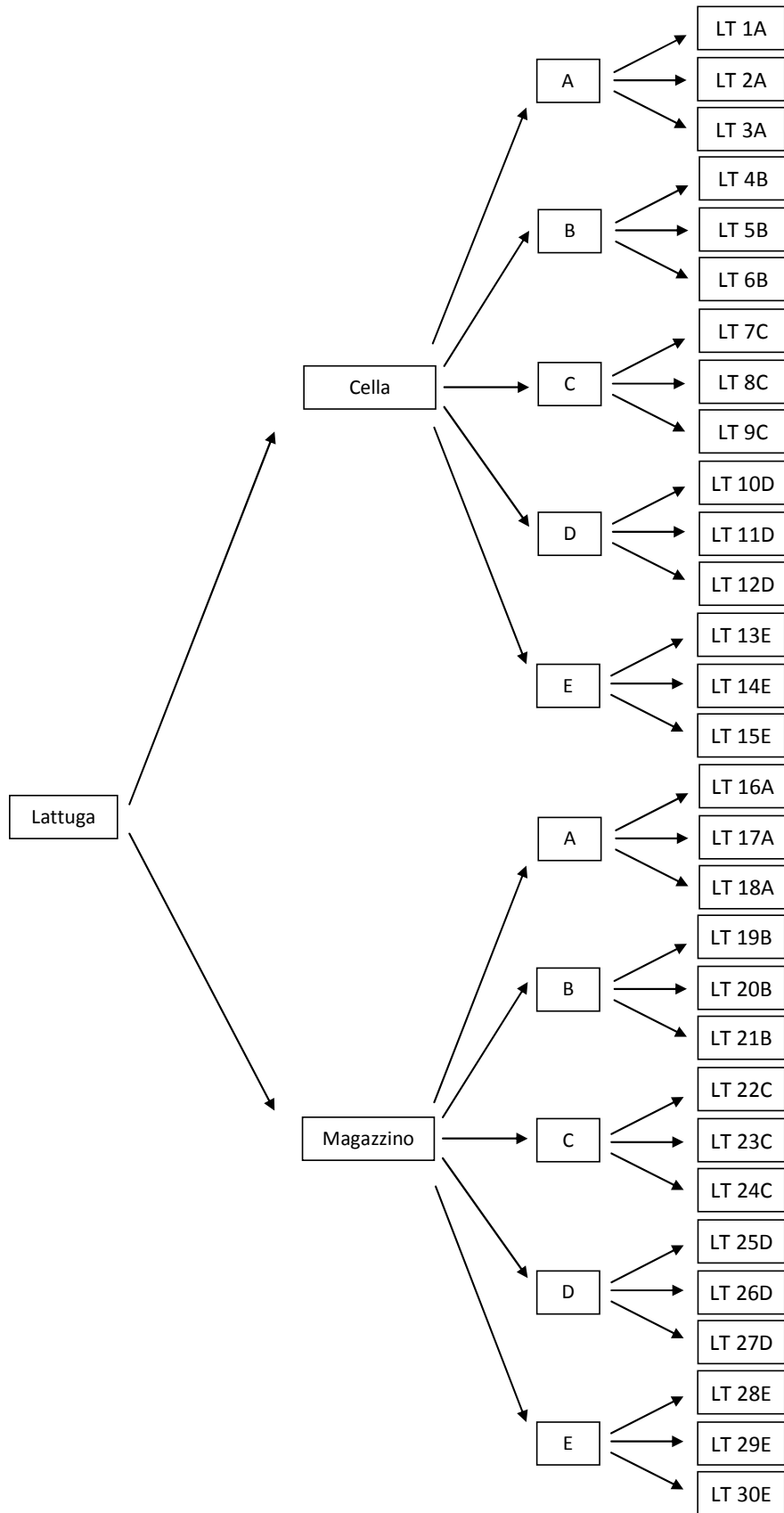


SEME

AMBIENTE

TIPO DI SACCO

COD. SACCO



Il campionamento dei semi è stato realizzato prelevando una certa quantità di materiale da ogni sacco utilizzato nella prova.

SEME	PESO CAMPIONE
Ravanello	300g
Cipolla	100g
Lattuga	100g

Per prelevare il seme sono state utilizzate delle sonde di diverse misure secondo il tipo di seme da campionare.



Sonda utilizzata per cipolla e lattuga



Sonda utilizzata per ravanello

Grazie a queste sonde è stato possibile praticare un foro facilmente richiudibile con del nastro adesivo in grado di sigillare nuovamente il sacco e di permettere una buona resistenza meccanica.



Foro per l'estrazione del seme Nastro adesivo applicato per chiudere il foro

Per quanto riguarda i sacchi tradizionali utilizzati dalla CAC, è stato necessario scucirli e ricucirli a mano.



Sacco tradizionale in carta con interno in plastica

Prove di germinazione

Per verificare la germinabilità sono state realizzate, per ogni campione, 4 scatole contenente carta inumidita con una quantità nota di acqua variabile per ogni tipo di seme. Si hanno due tipi di carta, per la lattuga e la cipolla si usa carta liscia mentre per il ravanella si usa carta pieghettata. In ogni scatola sono stati seminati 50 semi. Per quanto riguarda la lattuga e il ravanella dopo la semina sono stati inseriti in una cella frigorifera per 3 giorni ad una temperatura di 4°C e successivamente in un ambiente riscaldato a 20°C. Per quanto riguarda invece la

cipolla, la semina avviene dopo che il seme è stato conservato per 24 h ad una temperatura di -18°C .



Semi di ravanello seminati in carta a pieghe

La verifica della germinazione avviene a cicli diversi per ogni specie andando a contare i semi germogliati in ogni scatola.



Semi di ravanello germogliati

Nella tabella seguente sono riassunti tutti i parametri per lo svolgimento delle prove di germinazione.

Seme	n. scatole	n. semi per ogni scatola	Periodi e temperature di prerefrigerazione	Tipo di carta	I conteggio	II conteggio	III conteggio	IV conteggio
Cipolla	4	50	24h a -18°C	carta semplice	6° giorno	8° giorno	10° giorno	12° giorno
Lattuga	4	50	3gg a +4°C	carta semplice	4° giorno	7° giorno		
Ravanello	4	50	3gg a +4°C	carta a pieghe	4° giorno	6° giorno	8° giorno	10° giorno

Prove di umidità

La valutazione dell'umidità si ottiene mettendo, un certo quantitativo di semi, in un forno per un periodo e ad una temperatura precisa come di seguito. Si valuta il peso prima e dopo l'essiccamento in forno. In questo caso per ogni campione vengono svolte 2 repliche.

SEME	TEMPO	TEMPERATURA
Ravanello	17 h	103°C
Cipolla	17 h	103°C
Lattuga	1 h	130°C



Forno per essiccare le sementi

Prove di conducibilità

Anche in questo caso vengono fatte 4 prove per ogni campione. Le prove sono realizzate mettendo un certo numero di semi in un bicchiere contenente acqua. Grazie ad un sensore è possibile valutare la conducibilità lo strumento utilizzato per questa prova è un Multiparametro da Banco XS PC501 in grado di misurare pH, conducibilità, TDS con temperatura.

Conducibilità	Campo misura	-600...600 mV	
	Risoluzione	0,1 mV	(sotto 200 mV)
		1 mV	(sopra 200 mV)
	Accuratezza	±0,2 mV	(sotto 200 mV)
		±2 mV	(sopra 200 mV)



Multiparametro da Banco XS PC501



Semi in acqua

Sensore per la misura della conducibilità

4 RISULTATI

La ricerca condotta ha permesso di mettere in luce le problematiche e le condizioni operative per l'adeguamento di un impianto automatico. Sono state evidenziate le peculiarità del sistema e le variabili che possono influenzare l'intero processo produttivo.

Nei capitoli successivi vengono analizzati i processi produttivi, durante il confezionamento, e la qualità del prodotto mediante prove di conservazione.

4.1 RISULTATI DELLE PROVE DI CONFEZIONAMENTO

Le prove di confezionamento hanno permesso di mettere in luce le problematiche e le condizioni operative per la realizzazione di un impianto automatico.

Dalle prove di formatura del sacco è subito sorto il problema dello spessore del film in polietilene. Tra i vari spessori utilizzati per le prove si è evidenziata la necessità di avere uno spessore minimo necessario di 140 μ m.

Lo spessore del film, oltre ad influenzare la resistenza meccanica del sacco, influenza anche la qualità di chiusura dello stesso. Quando il sacco è saldato, sia nella parte inferiore sia in quella superiore, risultano fondamentali i tempi delle fasi della saldatura. La tabella della pagina che segue indica le impostazioni per ottenere sacchi con buona tenuta delle saldature utilizzando i film presi in considerazione.

La qualità della saldatura dipende anche dalla pulizia della superficie. Utilizzando film in polietilene non antistatico, la superficie di saldatura presentava qualche seme al suo interno. Questo si è verificato in particolare con i semi più leggeri, di lattuga e di cipolla, che rimanevano sospesi lungo il film e quindi anche nella zona interessata dalla saldatura del sacco. Questo fenomeno non si verificava in presenza di film antistatico.

Durante le operazioni di movimentazione e di sistemazione sopra i pallet, si è verificata la primaria importanza dei fori presenti lungo tutto il film della

bobina. Questi fori permettono la fuoriuscita dell'aria una volta chiuso il sacco, permettendo l'impilamento dei sacchi e il risparmio di spazio.

TIPO SACCO	SPESSORE FILM (µm)	TEMPERATURA SALDATURA FONDO SACCO (°C)	TEMPO SALDATURA FONDO SACCO (s)	TEMPO RAFFREDDAMENTO FONDO SACCO (s)	TEMPERATURA SALDATURA BOCCA SACCO (°C)	TEMPO SALDATURA BOCCA SACCO (s)	TEMPO RAFFREDDAMENTO BOCCA SACCO (s)
B&K (1)	140	135	1,5	2	135	1,5	2
NP (1)	150	135	1,5	2	135	1,5	2
B&K (2)	170	150	1,5	2	150	1,5	2
NP (2)	150	110	2	2	120	1,5	2
	B&K (1)	Bobina bianca con microforatura e materiale antistatico					
	NP (1)	Bobina con interno nero ed esterno bianco con microforatura					
	B&K (2)	Bobina bianca con tenuta a labirinto					
	NP (2)	Bobina con interno nero ed esterno bianco con micro foratura e materiale antistatico					

Per sfruttare al meglio i pallet, sono state ricercate le dimensioni più idonee per i sacchi delle diverse varietà di sementi. Per minimizzare i tempi di cambio formato, è stato scelto un formato di bobina comune per le diverse specie. Il film di larghezza 410 mm con soffietto di 120 mm è in grado di soddisfare le esigenze per il confezionamento di sementi di pisello, ravanello, lattuga e cipolla con lunghezze variabili tra 760 mm e 850 mm pallettizzabili in bancali di 1200x1000 mm. Nella tabella seguente sono riassunte le caratteristiche dei sacchi per le diverse specie di sementi.

PISELLO

peso	25 <i>kg</i>
lunghezza	760 <i>mm</i>
bobina	410x120 <i>mm</i>
ingombro sacco pieno	630x430x150 <i>mm</i>

RAVANELLO

peso	25 <i>kg</i>
lunghezza	760 <i>mm</i>
bobina	410x120 <i>mm</i>
ingombro sacco pieno	630x460x140 <i>mm</i>

LATTUGA

peso	20 <i>kg</i>
lunghezza	850 <i>mm</i>
bobina	410x120 <i>mm</i>
ingombro sacco pieno	720x440x160 <i>mm</i>

CIPOLLA

peso	20 <i>kg</i>
lunghezza	800 <i>mm</i>
bobina	410x120 <i>mm</i>
ingombro sacco pieno	680x430x160 <i>mm</i>

Dalle prove condotte per la valutazione dei possibili danni che i semi possono subire, in seguito alle sollecitazioni subite durante l'insacchettamento, si è verificata una riduzione del potere germinativo. Come si può notare dalla tabella seguente, si ha una certa variazione di capacità germinativa, tra i semi di lattuga prima (LT1) e dopo (LT2) l'insacchettamento.

In questo tipo di prove risulta fondamentale l'umidità interna del seme, essa infatti influenza la resistenza alle lavorazioni meccaniche. In questo caso i semi di lattuga presentavano un'umidità superiore al 7%.

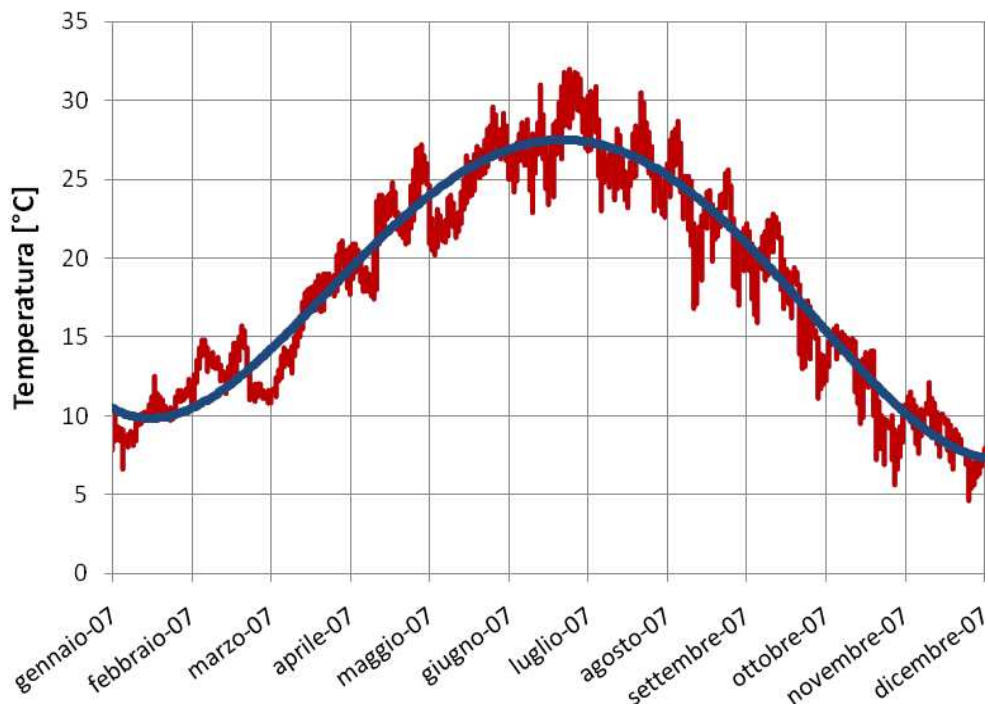
UMIDITÀ RELATIVA %		
A		7,103
B		7,225

GERMINABILITÀ	LT1	LT2		LT1	LT2
A			C		
1° lettura-4° giorno	92	92	1° lettura-4° giorno	98	94
2° lettura			2° lettura		
3° lettura			3° lettura		
4° lettura			4° lettura		
TOTALE	92	92	TOTALE	98	94
Anormali			Anormali		4
Germogli marciti	8		Germogli marciti	2	2
semi marciti		8	semi marciti		
B			D		
1° lettura-4° giorno	94	92	1° lettura-4° giorno	92	92
2° lettura			2° lettura		
3° lettura			3° lettura		
4° lettura			4° lettura		
TOTALE	94	92	TOTALE	92	92
Anormali	2	4	Anormali	2	4
Germogli marciti	2	2	Germogli marciti	4	2
semi marciti	2	2	semi marciti	2	2

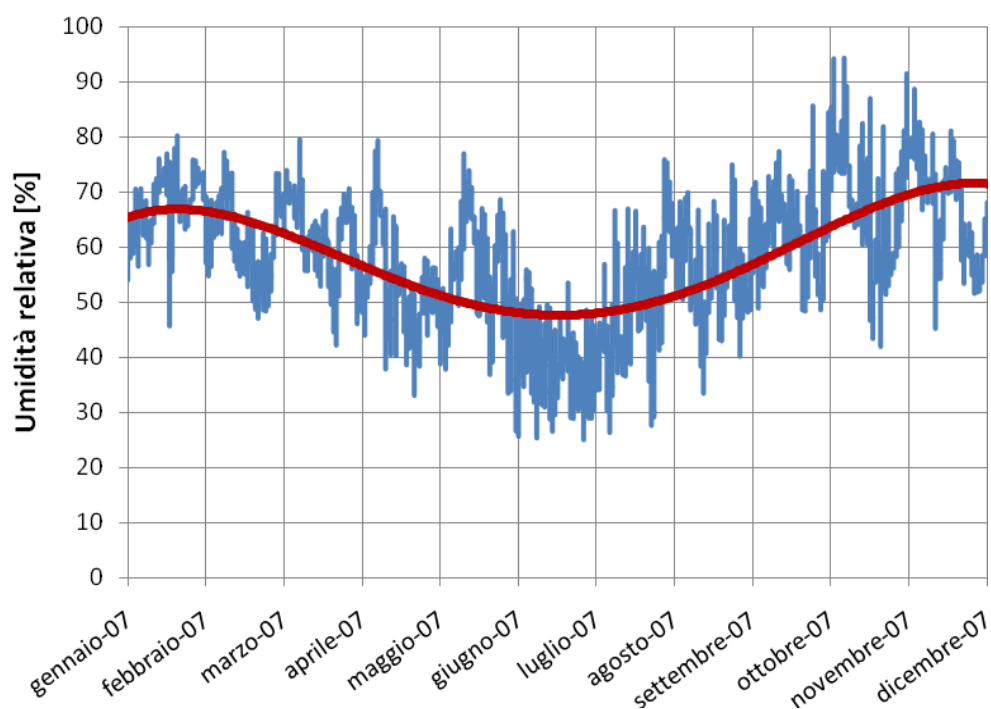
4.2 RISULTATI DELLE PROVE DI CONSERVAZIONE

Per meglio comprendere l'andamento delle temperature e dell'umidità relativa in magazzino durante il periodo di conservazione delle sementi si è aggiunta, oltre al grafico con l'andamento acquisito dal datalogger, una linea di tendenza polinomiale di ordine 4. Come si può notare la temperatura nel magazzino, varia da un minimo intorno ai 5°C registrati nel mese di dicembre, fino a punte massime intorno ai 32°C nel mese di luglio.

L'umidità relativa varia invece da un minimo di 25% registrato nel mese di luglio, ad un massimo di 94% in ottobre.



Andamento della temperatura all'interno del magazzino durante la conservazione.



Andamento dell'umidità all'interno del magazzino durante la conservazione.

Le caratteristiche delle sementi dopo 4, 8 e 12 mesi, sono riassunte nelle tabelle seguenti dove sono stati inseriti solo i valori medi e la deviazione standard dei valori ottenuti dalle prove di germinazione, umidità e conducibilità.

Le tabelle sono state divise tra:

- Prova I dove sono stati valutati semi di lattuga, ravanella e cipolla confezionati nei sacchi A, B e C.
- Prova II dove è stata valutata solo la lattuga confezionata nei sacchi D ed E.

Nelle tabelle vengono indicati i valori di Germinazione e Umidità relativa in percentuale [%], mentre la Conducibilità è espressa in millivolt [mV].

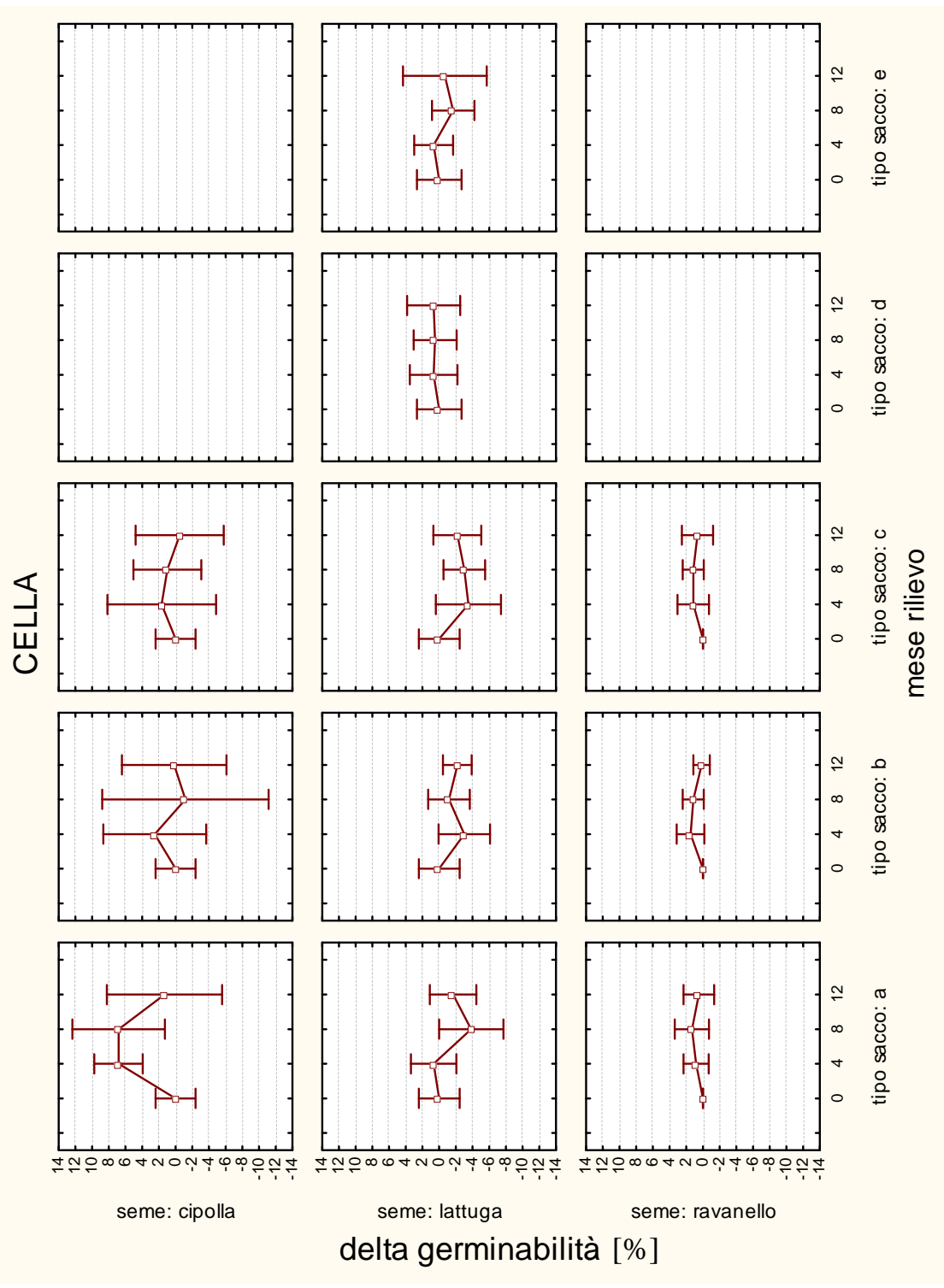
Periodo di conservazione	Seme	Ambiente	Germinazione											
			SACCO A		SACCO B		SACCO C		SACCO D		SACCO E			
			Media %	Deviazione standard %	Media %	Deviazione standard %	Media %	Deviazione standard %	Media %	Deviazione standard %	Media %	Deviazione standard %		
4 mesi	Lattuga	Cella	96,7	2,9	93	3,2	92,5	4,1	94,7	3	94,7	2,5		
		Magazzino	93,3	3,8	92,8	3,5	92,3	2,9	90,5	3,5	92,5	5		
	Ravanello	Cella	96,8	1,6	97,5	1,7	97,2	2						
		Magazzino	97	1,6	97,7	1,4	97,2	2						
	Cipolla	Cella	86,3	3,1	82	6,5	81,2	6,8						
		Magazzino	85	2,6	79,3	5,7	83,3	5,7						
8 mesi	Lattuga	Cella	92,2	4	94,8	2,6	93	2,6	94,5	2,7	92,3	2,7		
		Magazzino	88,7	5,3	91,3	3,7	90,8	3,4	87,3	3,8	90,6	3,6		
	Ravanello	Cella	97,3	2,1	97,2	1,3	97,2	1,3						
		Magazzino	98,3	0,8	96	1,9	95,2	1,8						
	Cipolla	Cella	86,3	5,8	78,3	10,5	80,5	4,3						
		Magazzino	84,5	4,6	77,7	7,4	78,7	5						
12 mesi	Lattuga	Cella	94,3	2,9	93,8	1,8	93,8	3	94,7	3,3	93,3	5,3		
		Magazzino	87,2	2,9	88,5	3,9	90,3	3,4	86,5	5,3	90,0	3,2		
	Ravanello	Cella	96,5	1,9	96,2	1	96,7	2						
		Magazzino	95,8	2,2	96,2	1	96	2,7						
	Cipolla	Cella	80,8	7,3	79,7	6,6	79	5,6						
		Magazzino	79	7,3	76	6,8	76,2	5,3						

Umidità												
Periodo di conservazione	Seme	Ambiente	SACCO A		SACCO B		SACCO C		SACCO D		SACCO E	
			Media %	Deviazione standard %	Media %	Deviazione standard %	Media %	Deviazione standard %	Media %	Deviazione standard %	Media %	Deviazione standard %
4 mesi	Lattuga	Cella	7,2	0,2	7,6	0,3	7,2	0,2	7,5	0,2	7	0,3
		Magazzino	7,3	0,3	6,8	0,2	7,3	0,4	7,1	0,6	6,8	0,5
	Ravanello	Cella	5,2	0,2	5,2	0,1	5,2	0,2				
		Magazzino	5	0,1	5,1	0,2	5,1	0,2				
	Cipolla	Cella	7,7	0,1	7,5	0,1	7,8	0,4				
		Magazzino	7,6	0,1	7,8	0,3	7,5	0,5				
8 mesi	Lattuga	Cella	7,4	0,2	7,6	0,1	7,6	0,1	7,8	0,2	7,6	0,1
		Magazzino	7,5	0,3	7,4	0,1	7,3	0,1	7,3	0,1	7,2	0
	Ravanello	Cella	5,6	0,1	5,6	0,1	5,5	0				
		Magazzino	5,4	0,1	5,5	0,1	5,6	0,1				
	Cipolla	Cella	7,4	0,1	7,4	0,1	7,5	0,1				
		Magazzino	7,5	0,2	7,3	0,1	7,5	0				
12 mesi	Lattuga	Cella	6,6	0,3	6,6	0,2	6,8	0,2	7,2	0,1	7,2	0,1
		Magazzino	6,6	0,1	6,8	0,1	6,8	0,1	7,2	0,1	7,0	0,1
	Ravanello	Cella	5,4	0,1	5,3	0,1	5,5	0,1				
		Magazzino	5,2	0,1	5,3	0,1	5,2	0,0				
	Cipolla	Cella	7,4	0,1	7,4	0,1	7,5	0,1				
		Magazzino	7,5	0,1	7,3	0,1	7,4	0,0				

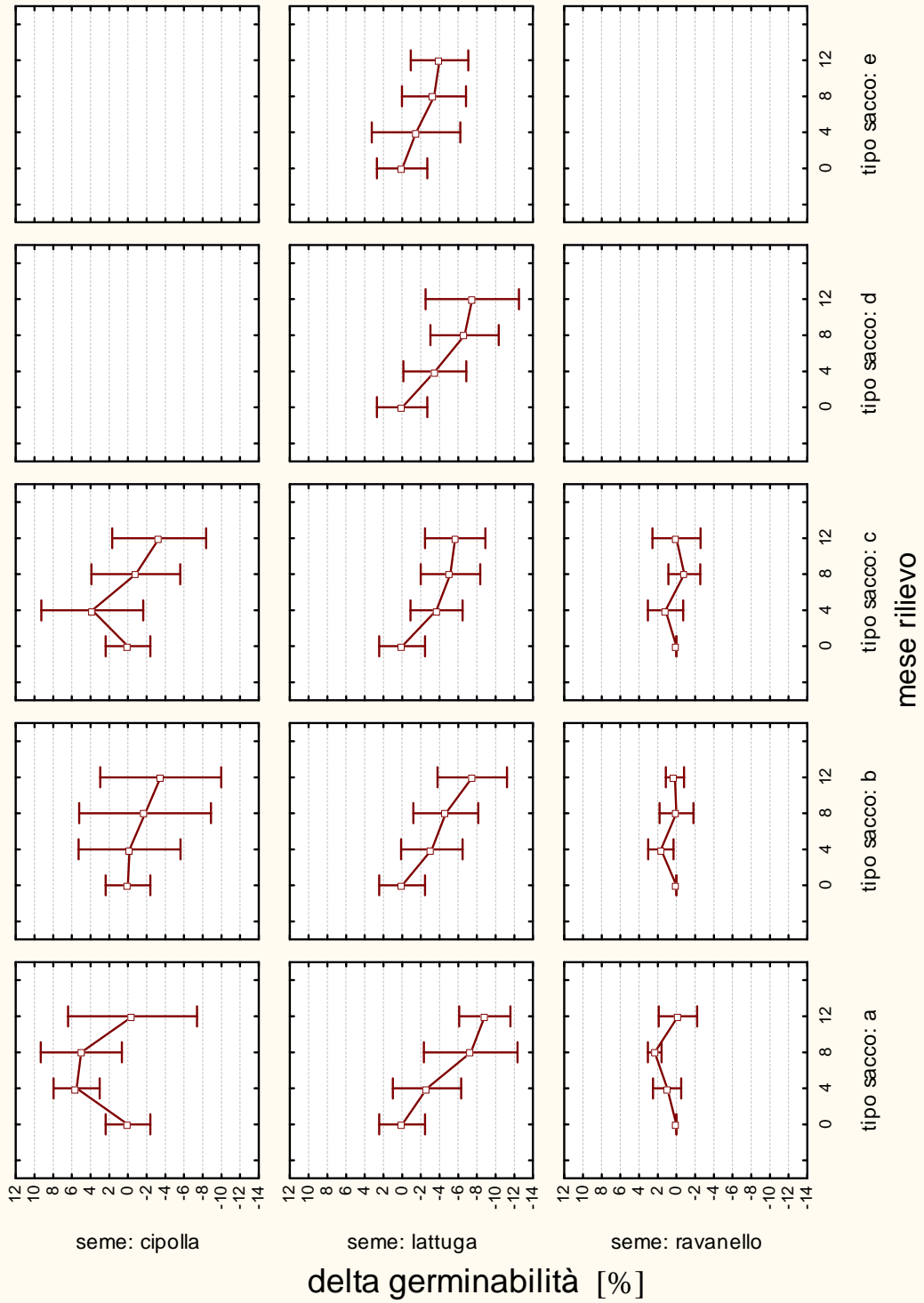
Periodo di conservazione	Seme	Ambiente	Conducibilità [mV]											
			SACCO A		SACCO B		SACCO C		SACCO D		SACCO E			
			Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard		
4 mesi	Lattuga	Cella	39,8	2,6	40,4	2,3	38,5	1,7	34,9	4,4	35,2	6,3		
		Magazzino	40	1,3	38,5	1,9	38	2,4	38,7	1,8	38,8	2,4		
	Ravanello	Cella	42,6	2,2	43,1	2,9	42,6	3,2						
		Magazzino	43,1	3,3	40,8	1,5	41,4	1,2						
	Cipolla	Cella	88,9	4,3	82,2	3,1	84,6	6,1						
		Magazzino	87,8	4,6	85,4	3,4	88,1	5						
8 mesi	Lattuga	Cella	40,1	1,3	39,4	1,4	39,4	3	38,6	1,5	39,9	2,8		
		Magazzino	38,9	1,4	40	1,8	37,5	3	37,7	1,8	38,1	1,2		
	Ravanello	Cella	42,1	2,5	42,4	1,6	42,5	2,7						
		Magazzino	44,6	2,7	46,1	3,2	44,8	1,9						
	Cipolla	Cella	88,4	3,3	84,7	3,4	89,9	4						
		Magazzino	89,9	3,9	85,9	3,1	90	2,9						
12 mesi	Lattuga	Cella	37,0	1,3	38,2	1,5	39,6	1,2	36,9	1,8	37,6	1,6		
		Magazzino	39,5	1,6	39,8	1,7	40,0	1,6	37,9	1,8	36,5	2,0		
	Ravanello	Cella	41,9	2,2	43,5	1,7	44,0	1,7						
		Magazzino	46,3	3,1	45,5	2,6	45,2	2,6						
	Cipolla	Cella	88,4	3,7	84,3	2,9	86,2	3,1						
		Magazzino	88,7	4,7	85,4	3,9	88,0	4,0						

Nei grafici seguenti si possono comprendere gli andamenti di germinabilità, conducibilità e umidità relativa delle sementi durante il periodo di conservazione, rispetto ai dati iniziali.

I grafici espongono i valori medi delle variazioni e la banda di deviazione standard, dividendo i dati riguardanti le prove in magazzino da quelli in cella.



MAGAZZINO



Analizzando i grafici che riguardano la germinabilità si può rilevare quanto segue:

CIPOLLA

Per quanto riguarda l'ambiente magazzino, il grafico delle variazioni di germinabilità evidenzia un andamento inizialmente migliorativo per il sacco A per poi tornare sui livelli iniziali. Il sacco B ha un andamento tendenzialmente costante nella fase iniziale per poi peggiorare fino a un -3% circa di media rispetto ai valori iniziali. Il sacco C ha un andamento inizialmente simile al sacco A ma dopo 8 mesi inizia la diminuzione di germinabilità allineandosi con i risultati del sacco B.

Prendendo in considerazione la cella come ambiente, si ha un andamento simile al precedente per quanto riguarda il sacco A, mentre per gli altri sacchi si hanno comportamenti migliori rispetto al magazzino, con piccole variazioni della germinabilità con valori finali circa uguali a quelli iniziali.

Valutando la deviazione standard dei vari casi si può notare come nella cipolla ci sia un aumento considerevole nelle prove successive alla prima. In particolare si ha un valore molto alto nella prova del sacco B dopo 8 mesi di circa il 10%.

LATTUGA

In questo caso la differenza tra cella e magazzino è più evidente. Confrontando i sacchi stoccati nella cella si hanno comportamenti simili tra le varie tipologie di sacco, anche se risulta un comportamento migliore del sacco D che riesce a mantenere in sostanza costante la germinabilità lungo tutto l'arco dell'anno.

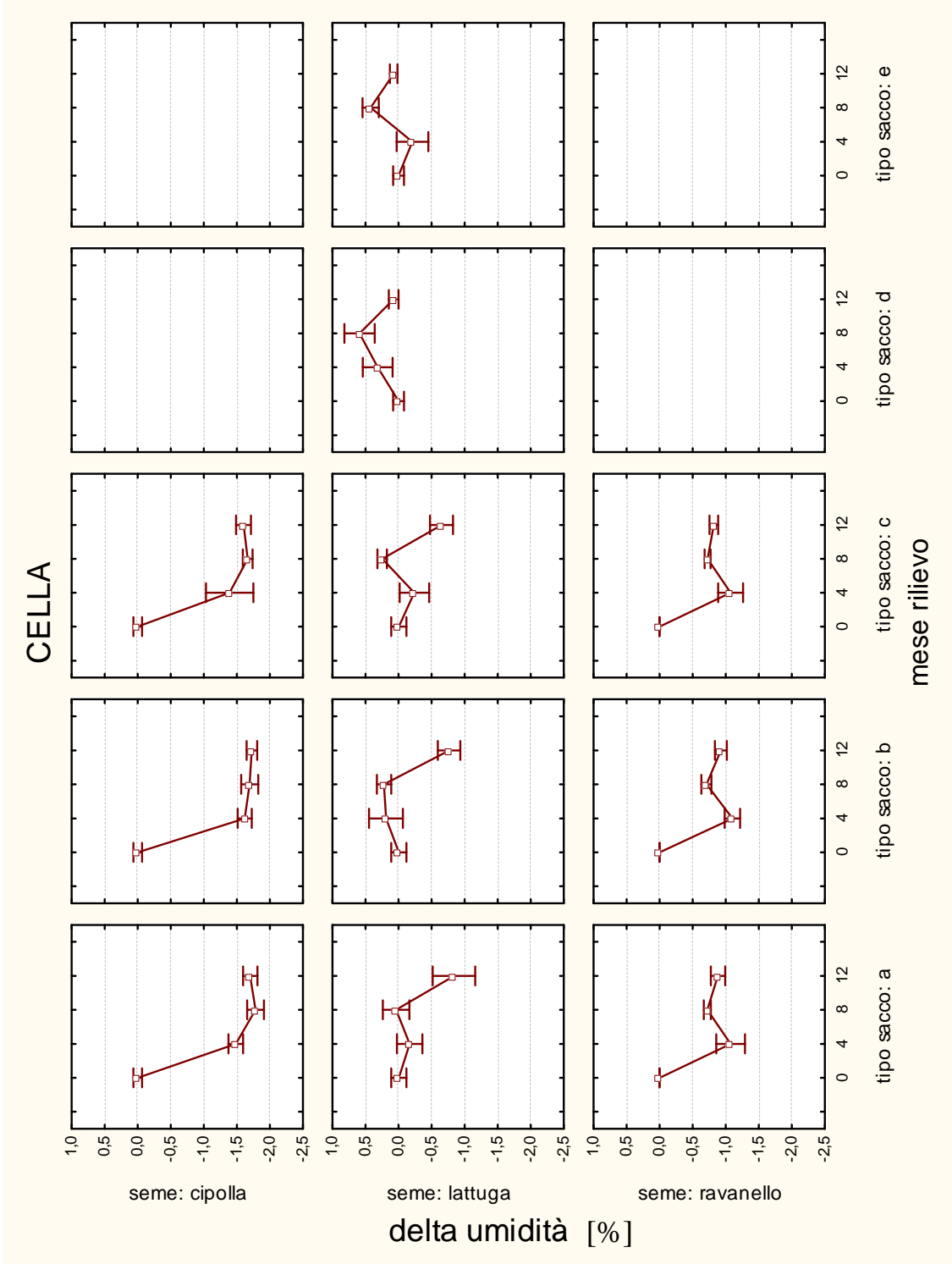
Andando ad analizzare i dati del magazzino, ci si accorge anche qui di una certa somiglianza tra i vari tipi di sacco, ma contrariamente al caso precedente, si registra una continua diminuzione della germinabilità. In questo caso è il sacco E a comportarsi meglio rispetto agli altri quattro.

Per tutte le prove non si verificano grosse differenze nei valori di deviazione standard.

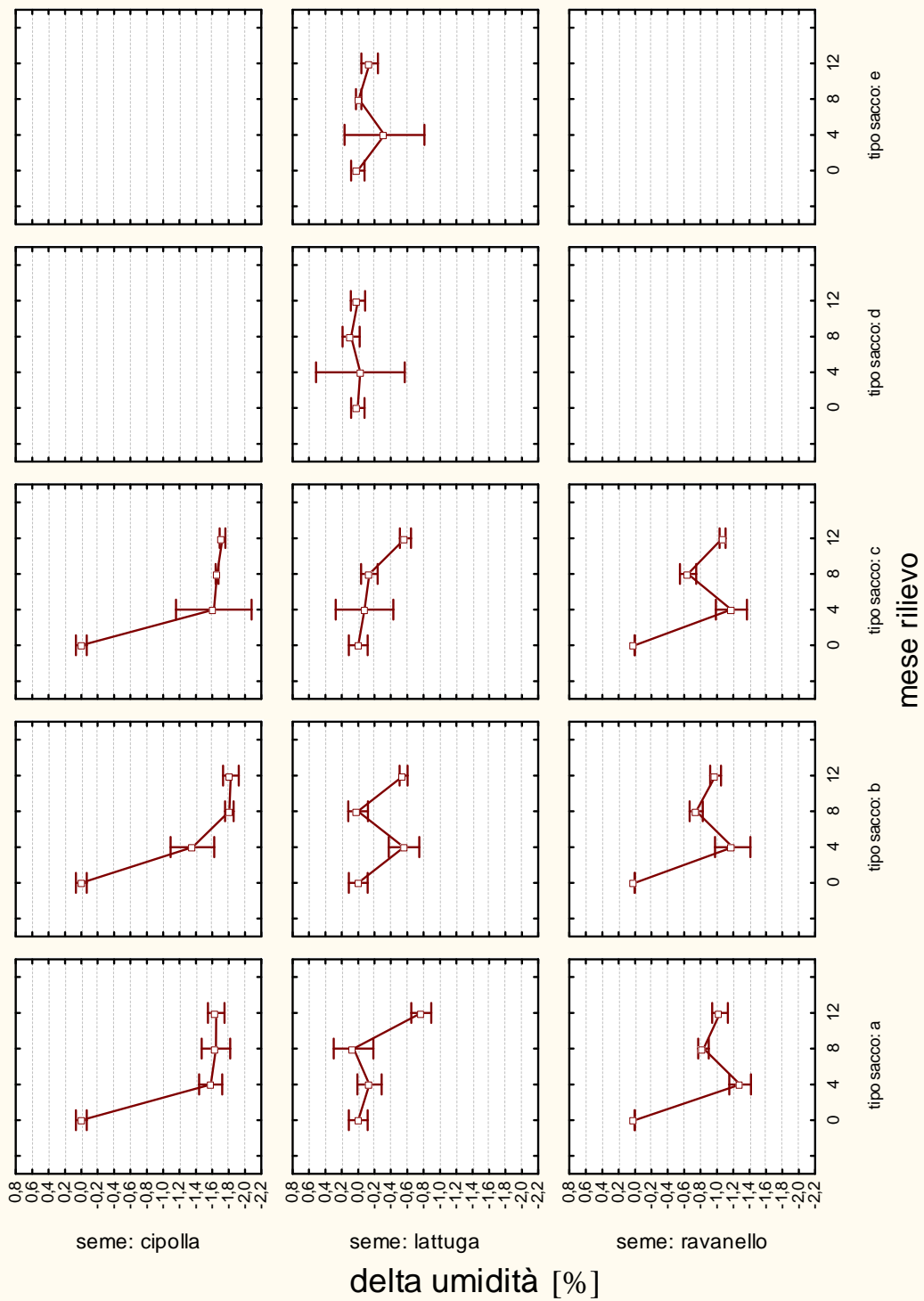
RAVANELLO

Prendendo in considerazione il ravanello non si registrano grosse differenze sia per quanto riguarda l'ambiente, sia considerando la variabile sacco. Si può solo registrare una differenza di comportamento durante l'anno per quello che riguarda l'ambiente magazzino, che però si annulla alla fine dei 12 mesi.

Anche per il ravanello non si verificano grosse differenze nei valori di deviazione standard. Solo inizialmente, si può segnalare, un aumento dal valore della deviazione standard, che da 0% passa a valori compresi tra 1% e 2,7%.



MAGAZZINO



Analizzando i grafici che riguardano l'umidità relativa si può rilevare quanto segue:

CIPOLLA

Come si può vedere confrontando le differenze tra i vari sacchi e gli ambienti, si può notare che queste variabili non influenzano l'andamento dei valori. L'unica variabile che influenza l'umidità è il mese di rilievo. Infatti per i casi visti si ha un repentino calo dopo 4 mesi, mentre per i successivi non ci sono grosse variazioni a parte il caso del sacco B stoccato in magazzino dove si ha una diminuzione, seppur minore, anche dopo 8 mesi. Da notare un aumento consistente della deviazione standard delle prove dopo 4 mesi del sacco C, mentre si ha un aumento meno marcato nel caso del sacco B conservato in magazzino.

LATTUGA

Prendendo in considerazione il sacco A si può notare un comportamento analogo nei diversi ambienti. Si ha inizialmente un valore costante dell'umidità relativa con una repentina diminuzione di circa 0,8% da 8 a 12 mesi.

Per il sacco B si può notare un andamento altalenante dei valori per quanto riguarda l'ambiente magazzino con una diminuzione finale di circa 0,6% mentre per l'ambiente cella si registra una diminuzione solo nella parte finale con un -0,7% circa. Anche per il sacco C si ha un andamento altalenante ma in questo caso nell'ambiente cella mentre nell'ambiente magazzino si ha un andamento costante nei primi mesi. Per quanto riguarda invece il 12° mese, si ha, come nel caso precedente, una diminuzione di circa lo 0,6%. Per i sacchi di tipo D conservati nella cella, si ha inizialmente un aumento del valore di umidità relativa con una diminuzione che porta il valore a circa il valore iniziale. Nell'ambiente magazzino, si ha un valore costante dell'umidità per tutto il periodo.

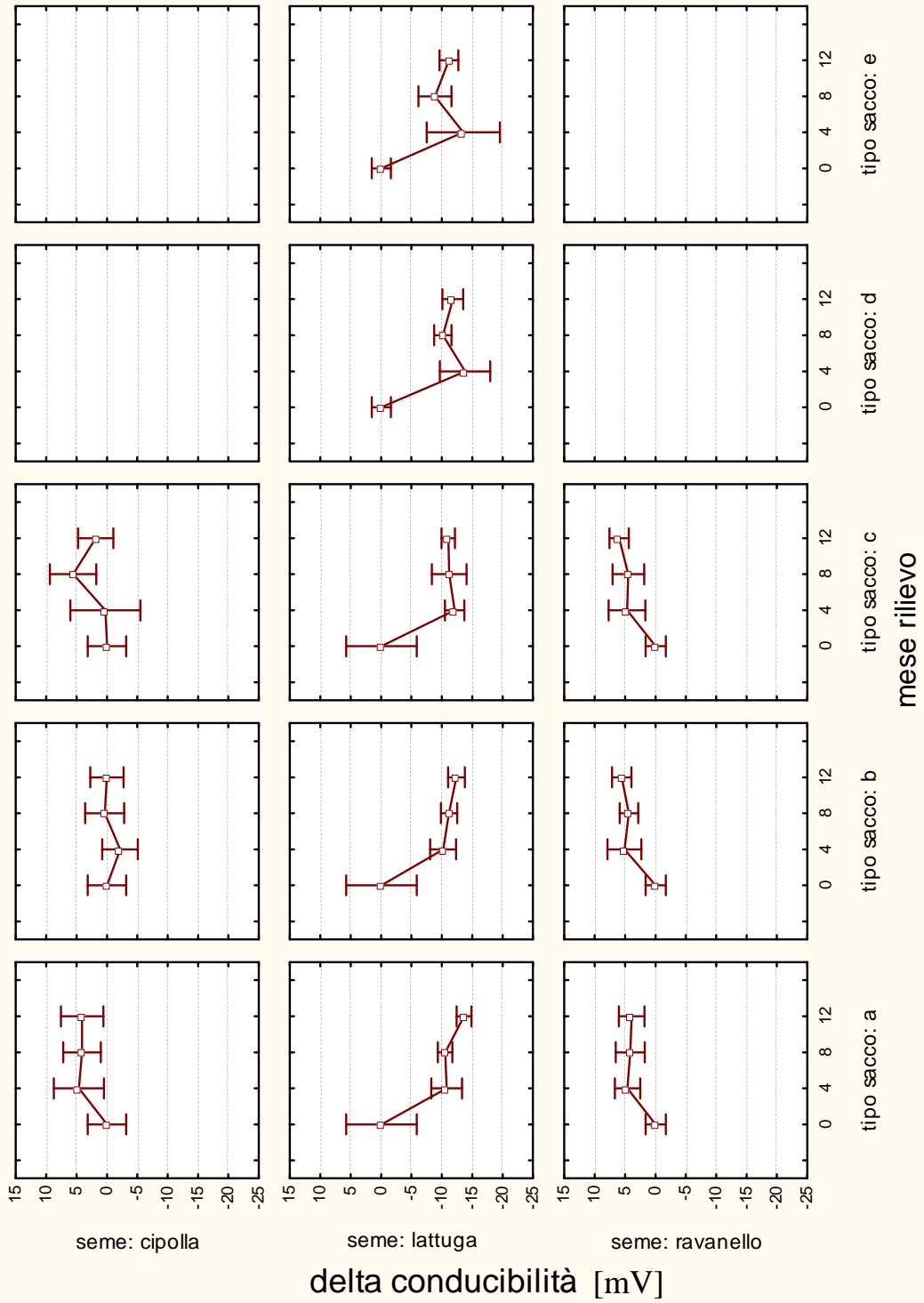
Da evidenziare come nel caso C, D ed E per l'ambiente magazzino si abbia un aumento evidente della deviazione standard nel 4° mese.

RAVANELLO

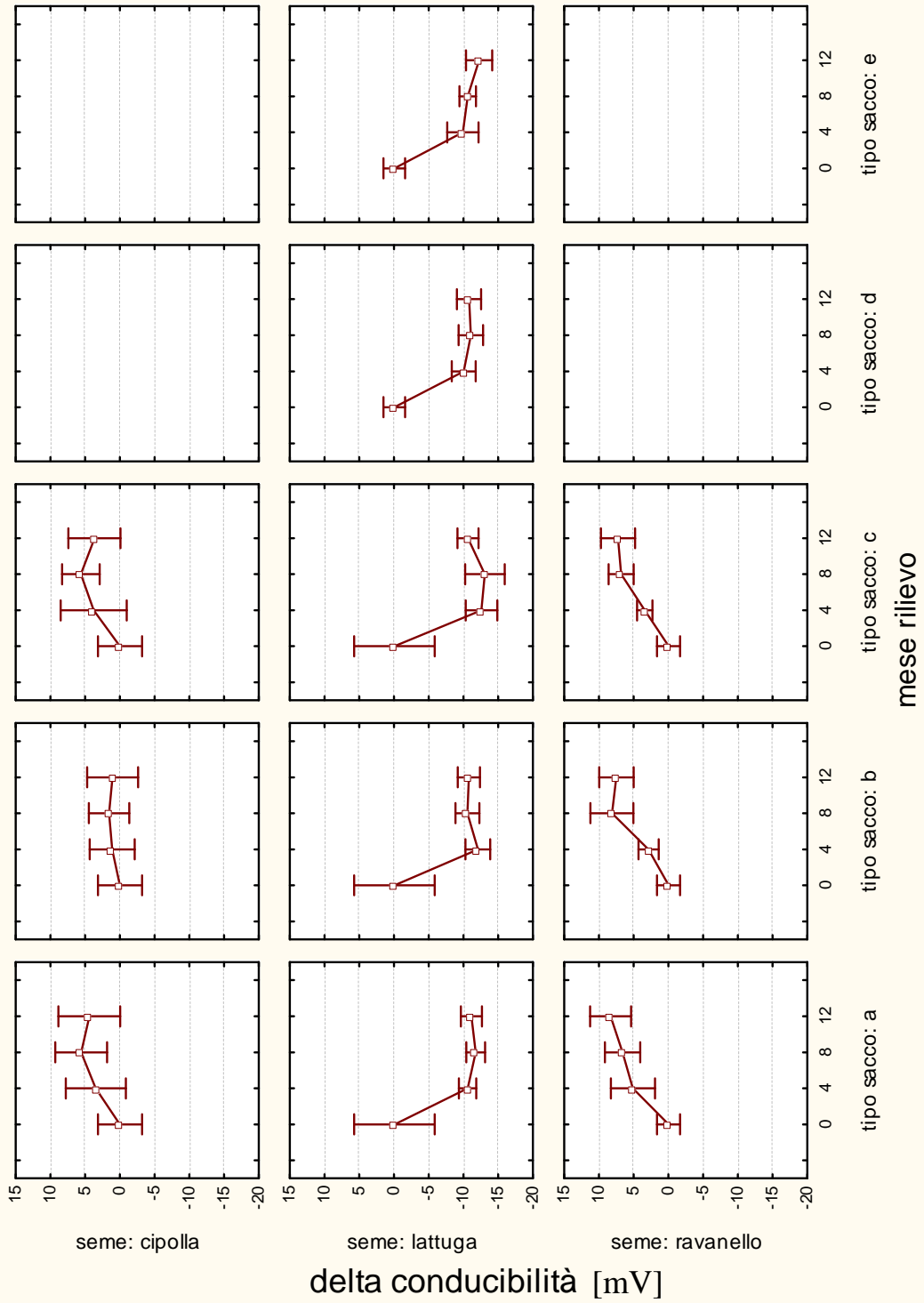
Gli andamenti di tutti i grafici del ravanello sono molto simili. Si ha un'iniziale diminuzione di circa 1% e 1,2% rispettivamente per cella e magazzino.

Dopo l'iniziale calo, si ha un leggero aumento dell'umidità che si attesta al 12° mese a circa -0,8% per la cella e -1% per il magazzino, entrambe considerate rispetto al valore iniziale.

CELLA



MAGAZZINO



Analizzando i grafici che riguardano la conducibilità si può rilevare quanto segue:

CIPOLLA

Considerando i dati della cella, si ha per il sacco A un iniziale aumento di circa 5mV che si mantengono quasi costanti nei mesi successivi. Il sacco B invece non presenta grosse variazioni durante l'anno di prova. Il sacco C registra un aumento di conducibilità nell'8° mese di circa 5mV che però, nell'ultima prova, diminuiscono a circa +2mV rispetto al valore iniziale. Un andamento molto simile, si ha nell'ambiente magazzino, con variazioni minime dei valori rispetto al caso precedente.

LATTUGA

Anche per la lattuga non si riscontrano grosse differenze tra magazzino e cella. In questo caso non si hanno grosse differenze neppure confrontando i vari sacchi. Infatti si ha una repentina diminuzione del valore nel 4° mese tra 10mV e 14mV circa. Nei mesi successivi si registrano variazioni di pochi mV tra una prova e l'altra. La differenza più evidente si ha nei sacchi D ed E stoccati in cella, dove ad un evidente calo al 4° mese, di quasi 14mV, segue un aumento di circa 4mV. Sempre in questi 2 esempi si può notare come al 4° mese si hanno un notevole aumento della deviazione standard. Per i primi casi valutando i valori iniziali, si nota una deviazione standard maggiore rispetto a quella che si rileva nelle prove successive.

RAVANELLO

Il comportamento del seme stoccato nella cella, non subisce variazioni al variare del tipo di sacco, infatti si ha un iniziale aumento di circa 5mV che si mantiene nei mesi successivi.

Nel magazzino, si ha un continuo aumento della conducibilità durante il periodo di prova. Considerando i 3 tipi di sacco, i grafici sono simili, con valori finali della conducibilità intorno ai 7÷8mV in più rispetto al valore iniziale.

Nella tabella seguente si ritrovano i valori di TMG calcolati durante il periodo di conservazione. I valori iniziali rilevati sono:

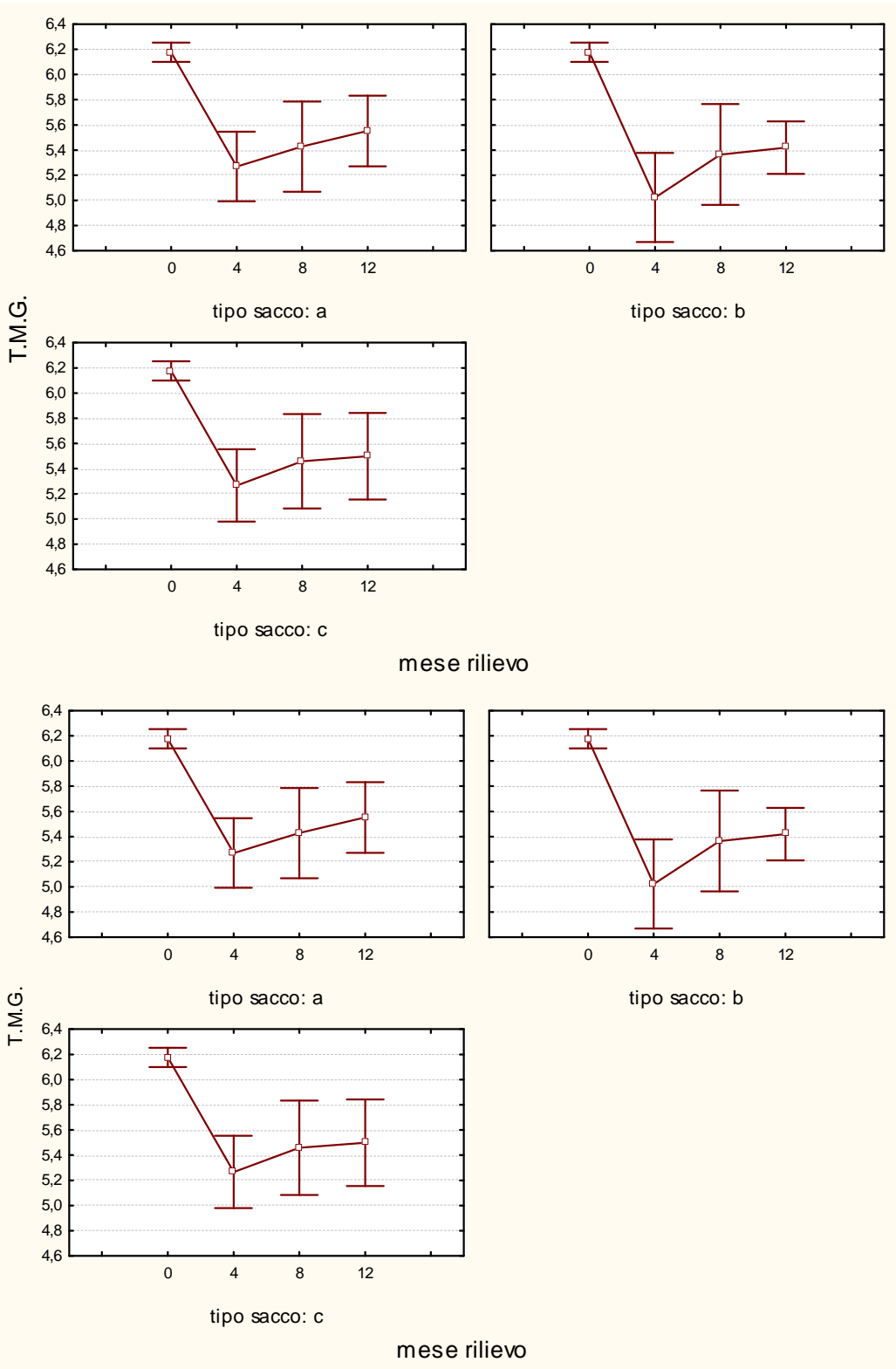
LATTUGA	TMG = 4	dev.std.= 0
RAVANELLO	TMG = 4	dev.std.= 0
CIPOLLA	TMG = 6,2	dev.std.= 01

Nei grafici successivi si può valutare il valore di TMG della cipolla. Si è presa in considerazione solo questa tipologia di semente perché la cipolla è l'unica semente con variazioni interessanti.

Come risulta in tutti i grafici, si ha un iniziale calo del valore TMG, più evidente nel sacco B dove si hanno valori a 4 mesi di circa 5. Nei mesi successivi si registra un generale aumento del valore con variazioni minime tra i vari casi.

Periodo di conservazione	Seme	Ambiente	TMG											
			SACCO A		SACCO B		SACCO C		SACCO D		SACCO E			
			Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard	Media	Deviazione standard		
4 mesi	Lattuga	Cella	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0		
		Magazzino	4	0	4	0	4	0,1	4	0	4	0,1		
	Ravanello	Cella	4	0	4	0	4	0						
		Magazzino	4	0	4	0	4	0						
	Cipolla	Cella	5,2	0,3	5,1	0,4	5,4	0,3						
		Magazzino	5,3	0,3	4,9	0,4	5,2	0,3						
8 mesi	Lattuga	Cella	4	0	4	0	4	0	4	0,1	4	0		
		Magazzino	4	0	4	0	4	0	4,1	0,1	4,1	0,1		
	Ravanello	Cella	4	0	4	0	4	0						
		Magazzino	4	0	4	0	4	0						
	Cipolla	Cella	5,3	0,4	5,3	0,5	5,5	0,4						
		Magazzino	5,5	0,4	5,5	0,3	5,4	0,4						
12 mesi	Lattuga	Cella	4,0	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0		
		Magazzino	4,1	0,1	4,2	0,1	4,0	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0		
	Ravanello	Cella	4,0	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0						
		Magazzino	4,0	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0						
	Cipolla	Cella	5,4	0,3	5,4	0,2	5,5	0,4						
		Magazzino	5,7	0,2	5,4	0,2	5,5	0,3						

T.M.G. CIPOLLA



5 Conclusioni

Nel quadro di meccanizzazione globale del settore agricolo risulta fondamentale lo sviluppo di nuove tecnologie per la riduzione dei costi e la crescita qualitativa. Non è però sempre necessario ricercare nuove tecnologie per risolvere i problemi di uno specifico settore. Molto spesso, infatti, per ricavare spunti preziosi per il proprio lavoro, è sufficiente analizzare lo stato dell'arte ed indagare le soluzioni già adottate per altri scopi.

Nel caso della filiera orticola, il problema dell'automazione dei processi lavorativi può essere risolto studiando settori nei quali si è già consolidata una tecnologia efficace. A dimostrazione di quanto detto è stato realizzato e testato un impianto originariamente progettato per altri scopi, che però ha mostrato di potersi adattare molto bene agli obiettivi dello studio.

La ricerca condotta ha quindi permesso di valutare l'effettiva adattabilità della macchina automatica ai nostri scopi e di analizzare le variabili che possono influenzare l'intero processo produttivo. Inoltre sono state messe a confronto diverse tesi per la ricerca di possibili relazioni tra i processi produttivi e la qualità del prodotto finale.

Le prove di confezionamento hanno messo in luce alcune delle problematiche riguardanti l'automazione delle sementi. Il problema della flessibilità per questo tipo di impianto è fondamentale visto che la realizzazione di impianti differenziati per ogni tipo di semente non è concretizzabile. La macchina automatica utilizzata, sembra idonea allo scopo preposto, essendo in grado di passare rapidamente da un formato all'altro.

Per evitare di interrompere le operazioni di confezionamento e quindi migliorare l'efficienza dell'impianto si dovrebbe installare un impianto di caricamento automatico. Inoltre sarebbe utile un sistema di caricamento pallet automatico per la fase post-confezionamento che permetterebbe, una completa automazione e una riduzione dei tempi di processo.

I risultati ottenuti per verificare quali danni la macchina rechi ai semi, suggeriscono la necessità di un'analisi più approfondita del problema, con prove su differenti specie per ottenere un quadro più completo. Si dovrebbe inoltre, valutare meglio l'influenza dell'umidità relativa sulla resistenza meccanica del seme.

Le prove sulla conservazione, hanno evidenziato l'efficacia della metodologia di confezionamento mediante sacchi in polietilene rispetto a quelli in juta o in carta utilizzati comunemente dalle ditte sementiere.

In primo luogo i semi di ravanello, i meno problematici tra quelli scelti per le prove, non hanno evidenziato differenze significative di germinabilità nelle tesi a confronto rispetto ai dati iniziali, durante tutto l'anno di conservazione.

Nei semi di cipolla, si è verificato un comportamento favorevole per il sacco tradizionale, che dopo i primi mesi di prova, ha fatto registrare un aumento del valore di germinabilità. Alla fine del periodo di conservazione, però si è allineato con gli altri tipi di sacchi.

La lattuga, che non a caso è stata quella più studiata, risulta essere la più delicata per la qualità di conservazione. Con questo tipo di semente è infatti molto influente oltre al tipo di confezione, anche l'ambiente nel quale sono conservati i sacchi. Lo stoccaggio della lattuga in cella sembra necessario per ogni tipo di sacco se si vuole mantenere la qualità del seme a livelli accettabili per la vendita. L'unico tipo di sacco che può permettere una conservazione fuori cella, sembra essere il sacco tipo E, quello cioè in materiale antistatico microforato con interno nero. Per quanto riguarda la conservazione in cella sembra invece più efficace il sacco D.

Interessanti i valori di umidità relativa e di conducibilità che hanno mostrato un andamento generale comune nelle tesi; tuttavia esistono alcune differenze che meriterebbero un'analisi più approfondita per comprendere meglio il fenomeno. Inoltre sarebbe interessante poter ampliare questo studio a diverse specie di sementi e di condizioni ambientali per verificare la dipendenza reciproca di queste caratteristiche.

Concludendo, i semi confezionati con la macchina automatica hanno mostrato una conservabilità del tutto confrontabile con quella manuale. Questo

permette di considerare questa tecnologia come valida alternativa alle vecchie metodologie di confezionamento. Grazie a questo tipo di impianto è possibile attuare nel processo produttivo una riduzione dei tempi di lavorazione purché ci sia per ogni tipologia di prodotto trattato, uno studio analogo a quello effettuato in questa ricerca, ponendo attenzione alla tipologia di involucro da utilizzare soprattutto per le sementi più sensibili alle interazioni con l'esterno.

6 BIBLIOGRAFIA

- LOVATO A. (1976). *Vitalità e conservazione delle sementi orticole*. Rivista di Agronomia, 10(3):129-142.
- Spreafico L. (1978). Quaderno n.34 dell'Ente Nazionale Sementi Elette (ENSE) - *L'analisi delle sementi*.
- Favero A. (1983). *La Semente - Normativa requisiti produzione tecnologica*.
- WILSON, D.O. JR. AND McDONALD, M.B. JR. (1992). *Mechanical damage in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed in mechanized and non-mechanized threshing systems*. Seed Sci and Technol 20: 571-582.
- J. SHEN-MILLER, MARY BETH MUDGETT, J. WILLIAM SCHOPF, STEVEN CLARKE, AND RAINER BERGER. (1995) *Exceptional seed longevity and robust growth: ancient sacred lotus from China*. American Journal of Botany 82(11): 1367-1380.
- ELLIS R.H., HONG T.D., ASTLEY D., PINNEGAR A.E., KRAAK H.L. (1996). *Survival of dry and ultra-dry seeds of carrot, groundnut, lettuce, oilseed rape, and onion during five years' hermetic storage at two temperatures*. Seed Sci. & Technol., 24, 347-358.
- STUMPF C.L., PESKE S.T., BAUDET L., (1996). *Storage potential of onion seeds hermetically packaged at low moisture content*. Seed Sci. & Technol., 25, 25-33.
- ABBA E. J., LOVATO A. (1999). *Effect of seed storage temperature and relative humidity on maize (*Zea mays* L.) seed viability and vigour*. Seed Sci. & Technol., 27, 101-114.
- ISTA (1999). *International rules for seed testing*. Seed Sci. & Technol., 13, 299-520.

-
- PASSAM H.C., AKOUMIANAKIS K., KHAH E.M. (1999). *Long-term storage of aubergine seed following production under high ambient temperatures*. Seed Sci. & Technol., 27, 977-980.
 - MUHAMMAD AMJAD AND MUHAMMAD AKBAR ANJUM (2002). *Evaluation of Physiological Quality of Onion Seed Stored for Different Periods*. International Journal Of Agriculture & Biology Vol. 4, No. 3.
 - GUNGADURDOSS M. (2003). *Improvement of seed viability of vegetable soybean (Glycine Max (L) Merrill)*. AMSA 2003. Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritiuis, 117-123.
 - RAO R.G.S., SINGH P.M., RAI MATHURA. (2006). *Storability of onion seeds and effects of packaging and storage conditions on viability and vigour*. Scientia Horticulturae, 110(1): 1-6.
 - TATIPATA, A. (2009). *Effect of seed moisture content, packaging and storage period on mitochondria inner membrane of soybean seed*. Journal of Agricultural Technology 5(1): 51-64.
 - Legge n. 1096 del 25 novembre 1971, - *Disciplina dell'attività sementiera*.
 - Decreto del Presidente della Repubblica n. 1065 dell'8 ottobre 1973, - *Regolamento di esecuzione della legge 25 novembre 1971, n. 1096, concernente la disciplina della produzione e del commercio delle sementi*.
 - Legge n. 195 del 20 aprile 1976, - *Modifiche e integrazioni alla legge 25 novembre 1971, n. 1096, sulla disciplina della attività sementiera*.
 - Decreto del Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste 22 dicembre 1992. *Metodi ufficiali di analisi delle sementi*.
 - Direttiva 2002/55/CE del Consiglio del 13 giugno 2002, *relativa alla commercializzazione delle sementi di ortaggi*

Giunto al termine di questo lavoro desidero ringraziare ed esprimere la mia riconoscenza a Giovanni Molari, per avermi supportato durante questi anni di dottorato. Inoltre vorrei ringraziare i colleghi del Dipartimento di Economia e Ingegneria Agrarie che in modi diversi, mi sono stati vicini durante la realizzazione di questa tesi.
