

# Insilamento dei foraggi

- **DEFINIZIONE**

- **conservazione di foraggio fresco, o appassito, o allo stato ceroso, attraverso un processo fermentativo anaerobico capace di preservare le qualità nutritive del materiale di partenza**

- **ORGANIZZAZIONE (Principio)**

- **Raccolta - trinciatura - riempimento di appositi “contenitori” asfittici - modificazioni enzimatiche e microbiche**

- **Motivazioni**

- **conservare foraggi non affienabili**
- **affrancarsi da condizioni atmosferiche avverse**
- **intensificazione nella produzione di foraggi e possibilità di introdurre specie non facilmente affienabili**
- **contenere perdite di foraggio e di valore nutritivo rispetto alla fienagione tradizionale**
- **facilitare la meccanizzazione integrale della raccolta e della distribuzione dei foraggi**

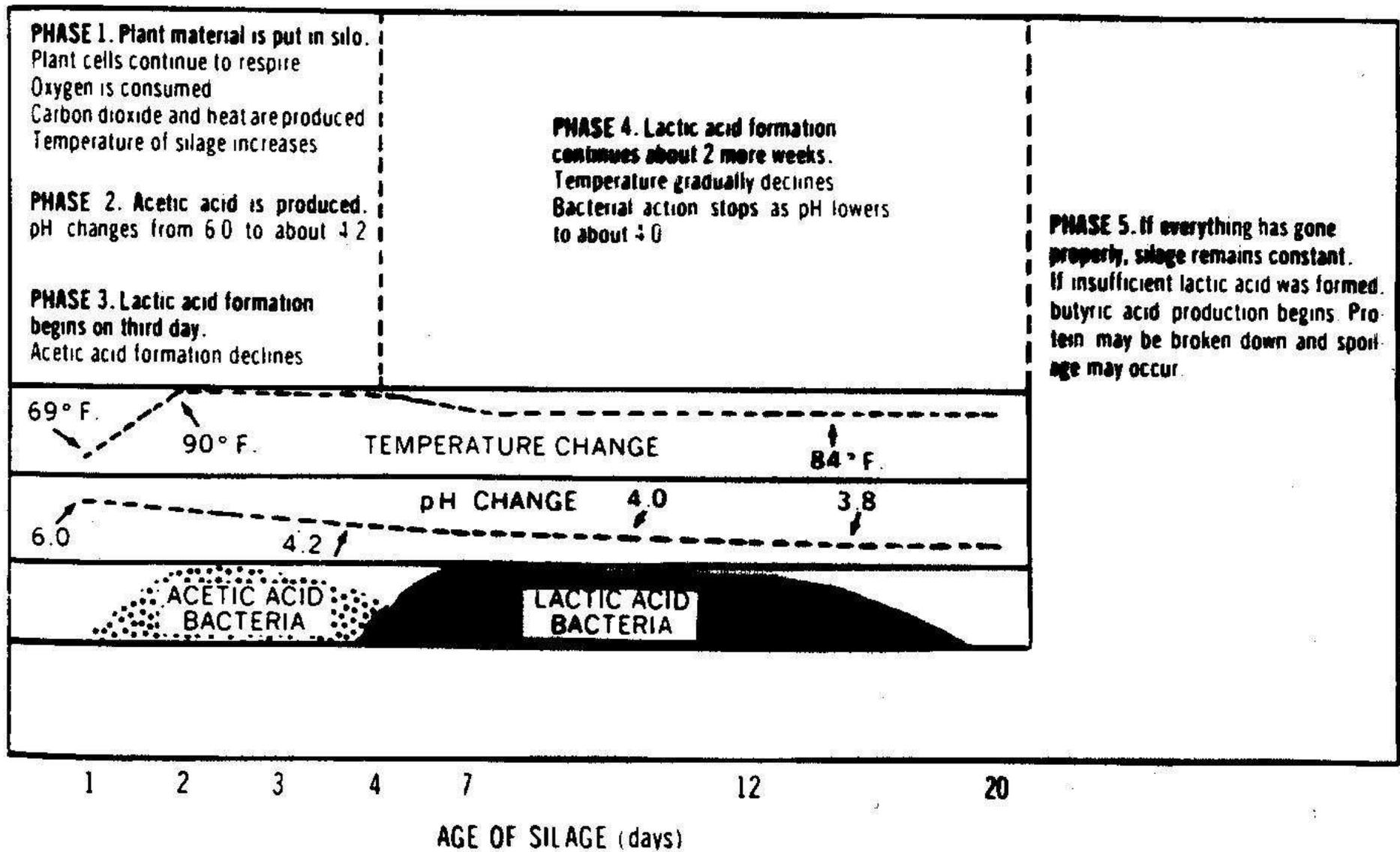
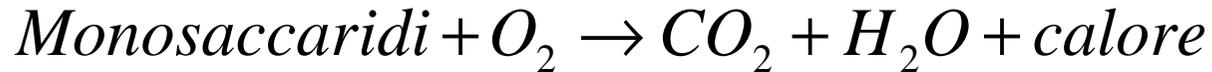


FIGURE 9.5 Schematic representation of a normal ensiling process. Source: Pm-417 (Rev.) 1970. Iowa State Univ.

# Fasi dell'insilamento - 1

- **Fase aerobia enzimatica**



- Si creano via via condizioni di anaerobiosi
- Vi è perdita di valore nutritivo (idrolisi dei polisaccaridi, proteolisi ecc..)

- **Microrganismi aerobi (batteri, lieviti e funghi)**

- inattivazione veloce, per anaerobiosi

- **Microrganismi anaerobi facoltativi**

- coliformi, enterobatteri
- producono acido acetico, acido butirrico, etanolo, anidride carbonica
- Acidificano la massa, ma fino a pH 4,5; poi sono inattivati

# Fasi dell'insilamento - 2

- **Batteri lattici (omo e eterolattici)**
  - monosaccaridi  $\Rightarrow$  acido lattico
  - decremento pH (fino a 4)
  - lieve produzione di ammoniaca per azione deaminatrice
- **Fermentazioni secondarie: Clostridi**
  - **Clostridi saccarolitici e proteolitici**
    - » 2 acido lattico + zuccheri  $\rightarrow$  acido butirrico +  $2\text{CO}_2$  +  $\text{H}_2\text{O}$
    - » Amminoacidi  $\rightarrow$  ammine
    - » Amminoacidi  $\rightarrow$  ammoiacca, acido acetico e butirrico
  - **Fattori determinanti**
    - » Presenza di terra
    - » Acidificazione lenta e/o insufficiente
    - » Umidità elevata

# Post-fermentazioni

- **All'apertura del silo:**
  - ulteriore fermentazione con riscaldamento più o meno rapido della massa, secondo la temperatura della parete di insilato esposta all'aria.
  - veloce sviluppo di lieviti e muffe che può essere controllato attraverso un desilamento regolare (1-2 volte al giorno).
- **Trasformazioni:**
  - i lieviti anaerobi trasformano in alcol gli eventuali zuccheri residui;
  - i lieviti aerobi metabolizzano la sostanza organica con emissione di calore;
  - le muffe (aerobie) trasformano gli zuccheri e gli acidi organici in un residuo non utilizzabile.
- ***N.B.: la presenza di muffe all'apertura del silo è la manifestazione di una difettosa tenuta all'aria del contenitore.***

# Fattori 'chiave'

- **Contenuto in zuccheri fermentescibili**
  - Dipende dalla specie e dall'umidità alla raccolta
- **Contenuto di proteine**
  - Rapporto zuccheri/proteine = 2 è ottimale; se è inferiore (fino a 0.8) non è richiesto l'uso di additivi solo se la s.s. è > del 20-30%
- **Potere tampone**
  - Sali ed acidi organici
- **Presenza di microrganismi**
- **Contenuto di sostanza secca**
  - Non sono insilabili foraggi con meno del 18-20 % di s.s.
  - s.s. ottimale per trincea: 30-35% (graminacee)
  - s.s. ottimale per leguminose: 40% circa
  - s.s. ottimale per silo-balle: 50% circa
- **Assenza di terra**

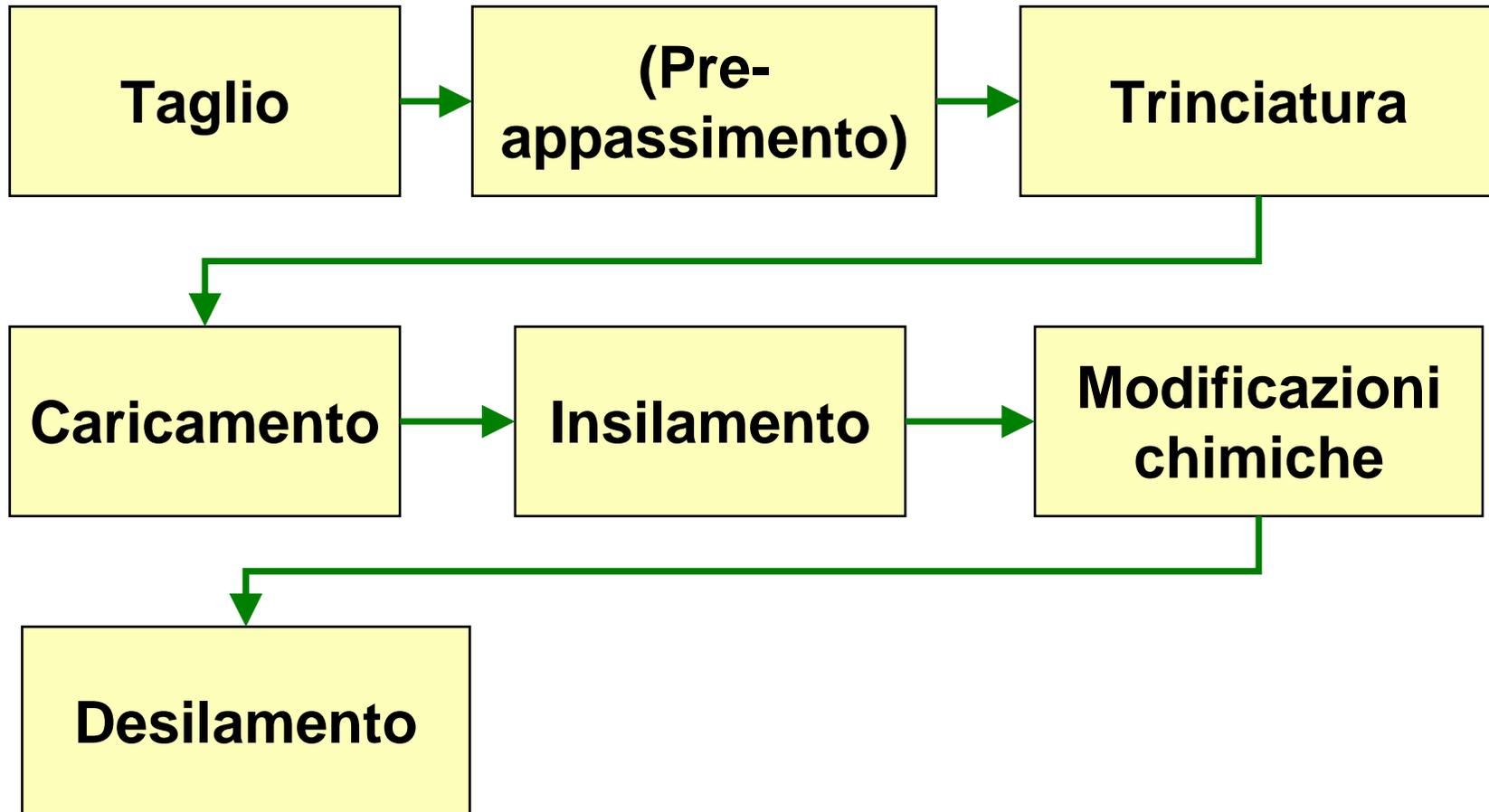
# Specie foraggera

- **Difficilmente insilabili**
  - erba medica (troppe proteine e sali di Ca)
- **Insilabili, ma con particolari precauzioni**
  - trifogli, trifogli+graminacee, erba di prato polifita, erba mazzolina, loiessa
- **Facilmente insilabili**
  - cereali a maturazione cerosa, residui di barbabietola, polpe di barbabietola, trebbie di birreria, ecc
- **NB: l'insilamento è facile quando non è necessaria l'aggiunta di additivi conservanti per ottenere una buona conservazione**

# Problemi dell'insilamento

- **Problemi intrinseci all'insilato**
  - **Troppo umido**
    - » Bassa concentrazione zuccherina
  - **Troppo secco**
    - » costipazione difficoltosa → molta aria
    - » molta aria → molta respirazione
    - » molta aria → riscaldamento massa → perdita di energia
  - **Cultivar o specie a difficile capacità di fermentazione**
- **Problemi manageriali nello stivamento**
  - **Scarsa compressione**
  - **Copertura non corretta della massa**
  - **Troppa superficie esposta all'aria dopo l'apertura**
- **Problemi nel desilamento**
  - **Apertura troppo anticipata**
  - **Mancato utilizzo di idoneo desilatore**
- **Altri problemi**
  - **Aflatossine e micotossine**

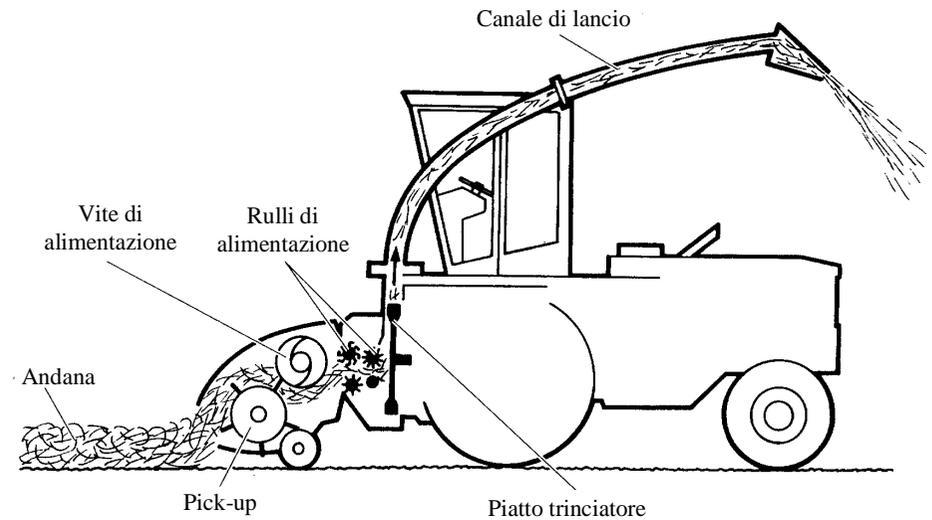
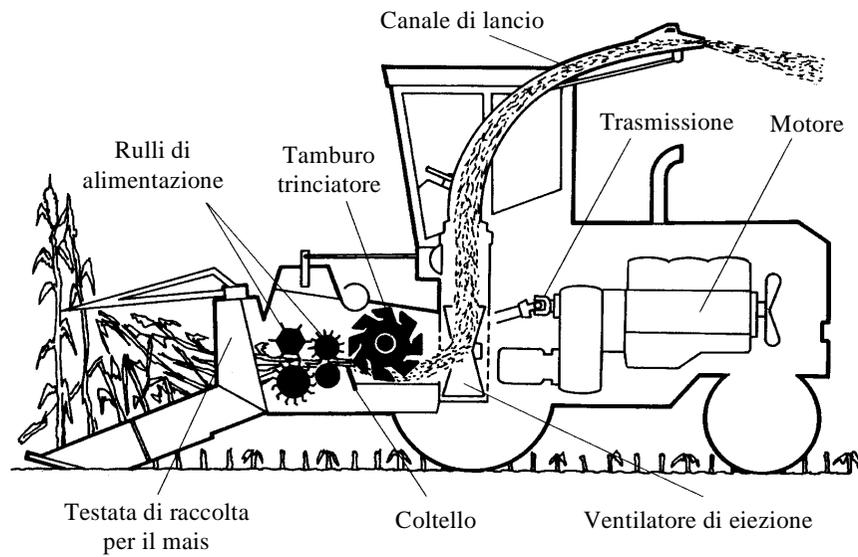
# Fasi dell'insilamento



# Epoca di raccolta

- **Compromesso tra qualità e produttività**
- **Inizio della spigatura/fioritura**
  - erba medica, leguminose in genere o comunque quando si vuole privilegiare la qualità alla quantità.
- **Maturazione latteo-cerosa**
  - orzo (le reste non debbono indurire troppo)
  - sorgo (se troppo indurita la granella non è digerita dal bestiame);
- **Maturazione cerosa**
  - frumento (varietà mutiche)
  - mais (30-32 % di s.s. della pianta intera).

# Raccolta



# Trinciatura

- **Fuoriscita succhi cellulari, creazione di condizioni di anaerobiosi, costo**
- **Lunghezza frammenti**
  - **20-30 mm per l'erba**
  - **10-20 mm per i cereali vernini alla maturazione cerosa**
  - **6-8 mm nel mais a maturazione cerosa.**
  - **I valori più bassi debbono essere raggiunti quando l'erba è piuttosto secca**
  - **con erba fresca piuttosto giovane può essere sufficiente la semplice sfibratura**
  - **cariossidi “lattee”: bassa trinciatura**
  - **cariossidi cerosi: trinciatura**
  - **cariossidi vitree: schiacciamento**

# Pre-appassimento

- **Il foraggio viene tagliato (eventualmente condizionato) e lasciato in campo per circa 24 ore;**
- **Il contenuto di umidità scende intorno al 60%**
  - aumento della concentrazione dei succhi cellulari;
  - attenuazione della proteolisi;
  - riduzione dell'attività dei microrganismi nocivi, in particolare dei clostridi.
- **INCONVENIENTI**
  - poiché tra lo sfalcio e la raccolta dal campo passa del tempo, il foraggio è soggetto all'alea dell'andamento meteorologico
  - per accelerare e rendere uniforme la perdita di acqua dal foraggio si deve provvedere al condizionamento e all'apertura dell'andana, al rivoltamento dell'erba e alla successiva andanatura necessaria per la raccolta; tutto ciò comporta un aggravio dei costi;
  - il contatto con il terreno e i passaggi delle macchine operatrici possono accrescere l'imbrattamento dell'erba con particelle di terra contenenti spore di clostridi.

# Impiego di additivi

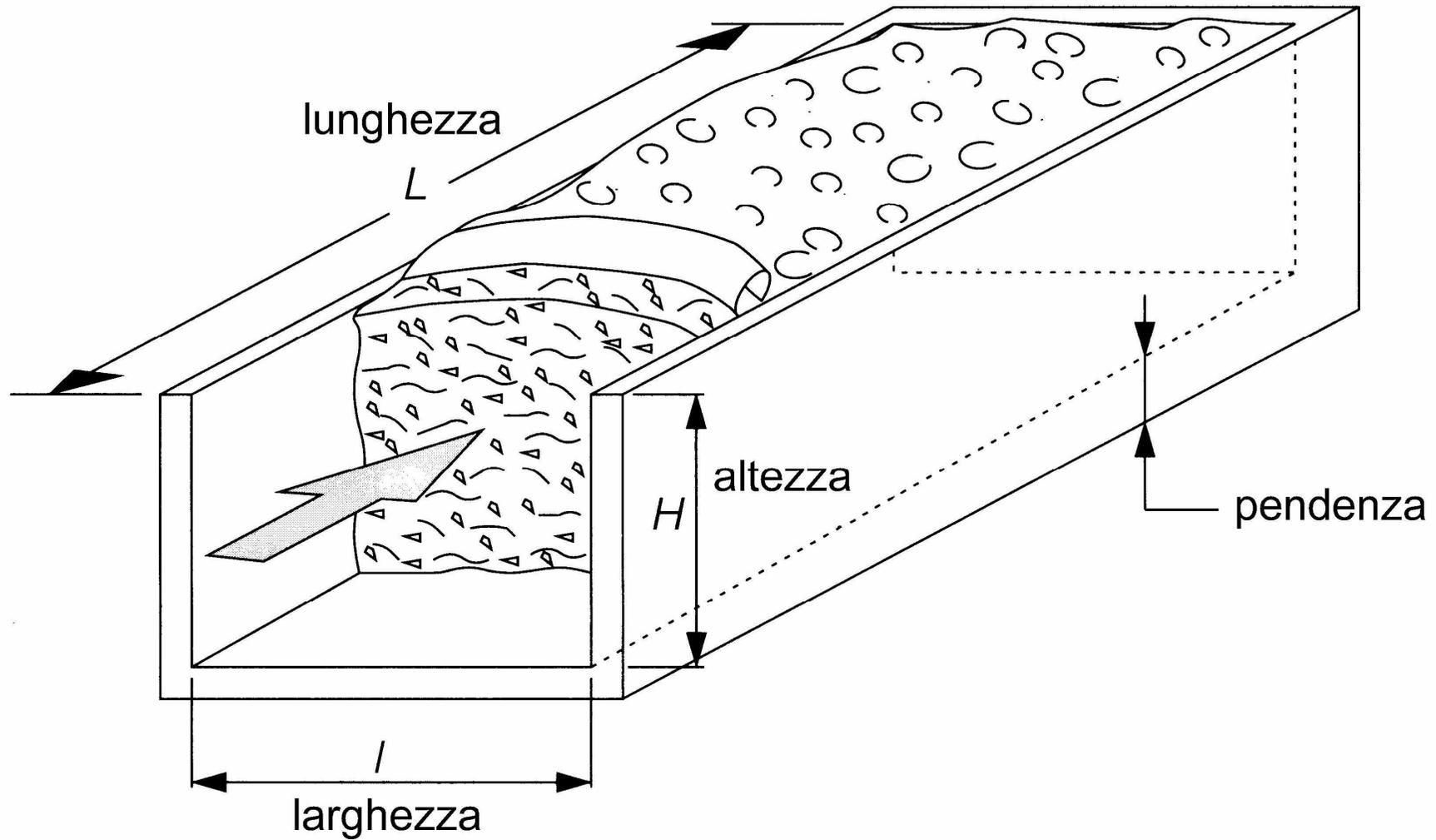
- **Elevato contenuto di umidità e quindi zuccheri troppo diluiti**

<b>Gruppo</b>	<b>Tipo di azione</b>	<b>Esempi</b>
Acidi	Indurre variazioni qualitative della microflora	Miscela Giglioli-Virtanen; acido solforico; acido formico
Inibitori della fermentazione	Inibire la microflora in generale	Formaldeide; sodio metabisolfito
Stimolanti della fermentazione	Stimolare la rapida proliferazione dei batteri lattici o favorire la loro dominanza	Melasso; enzimi; colture microbiche
Agenti microbici specifici	Inibire direttamente lo sviluppo dei clostridi	-

# Insilamento in sili a trincea

- **Ottimale per mais e cereali alla maturazione cerosa, loiessa, con il giusto grado di umidità (facilmente insilabili)**
- **VANTAGGI**
  - **economicità**
  - **affidabilità**
  - **praticità**
- **SVANTAGGI**
  - **Elevate perdite per compressione insufficiente**
  - **Possibili inquinamenti di terra**

# Silo a trincea



# Ubicazione del silo

- **DISTANZE**

- 35 m da pozzi di acqua potabile;
- 100 m da abitazioni di terzi;
- 200 m da spiagge;
- 500 m da zone piscicole.

- **ORIENTAMENTO**

- apertura mai diretta verso i venti dominanti

- **PROTEZIONE**

- piazzola in cemento davanti all'apertura

# Dimensionamento del silo

- **CAPIENZA**

- 20-30 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> per foraggi "erbosi";
- 50-60 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> mais a "maturazione cerosa".

- **FONDO**

- pendenza del 2-4% verso l'esterno

- **PARETI LATERALI**

- leggermente convergenti verso il basso

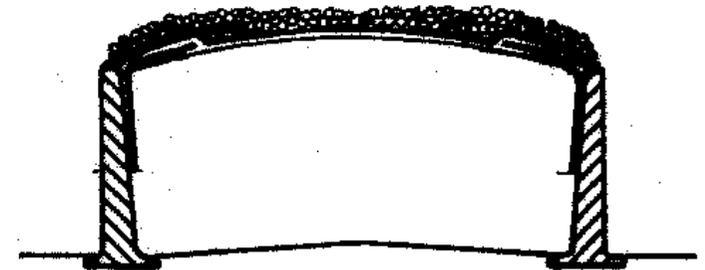
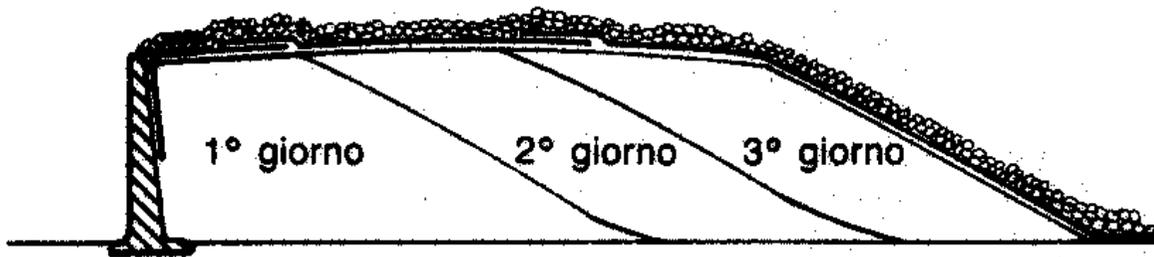
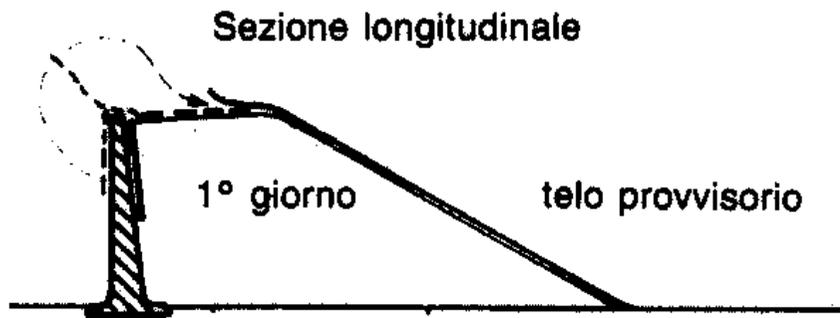
- **LUNGHEZZA**

- quantitativo giornaliero da desilare e del numero di razioni da stoccare

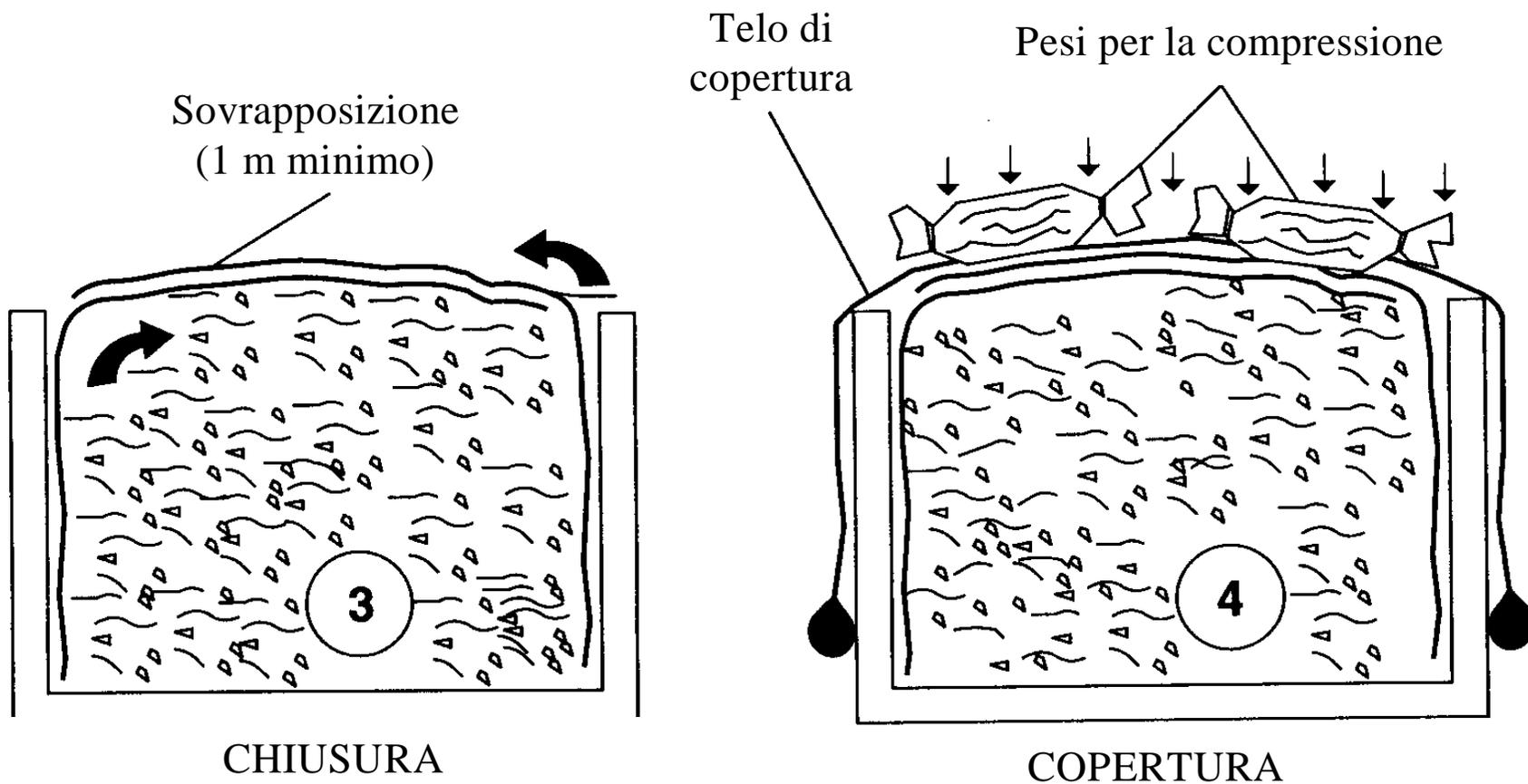
- **LARGHEZZA E ALTEZZA**

- dipende dalla macchina desilatrice)

# Riempimento del silo



# Chiusura e copertura del silo



# Succhi di colatura

- **Giusto grado di umidità all'insilamento**
- **Uso di materiale assorbente sul fondo**
  - Polpe di barbabietola
  - cereali tritati
- **Uso agricolo**
  - pozzetti a tenuta- spandere sui campi nella quantità massima di 10-11 m<sup>3</sup> ·ha<sup>-1</sup>;
  - rispettare le distanze di sicurezza da corsi d'acqua, pozzi, ecc.;
  - evitare giornate troppo calde (cattivi odori) o troppo piovose (scarso assorbimento da parte del terreno);
  - diluire i succhi al 50%

# Insilamento in cumuli

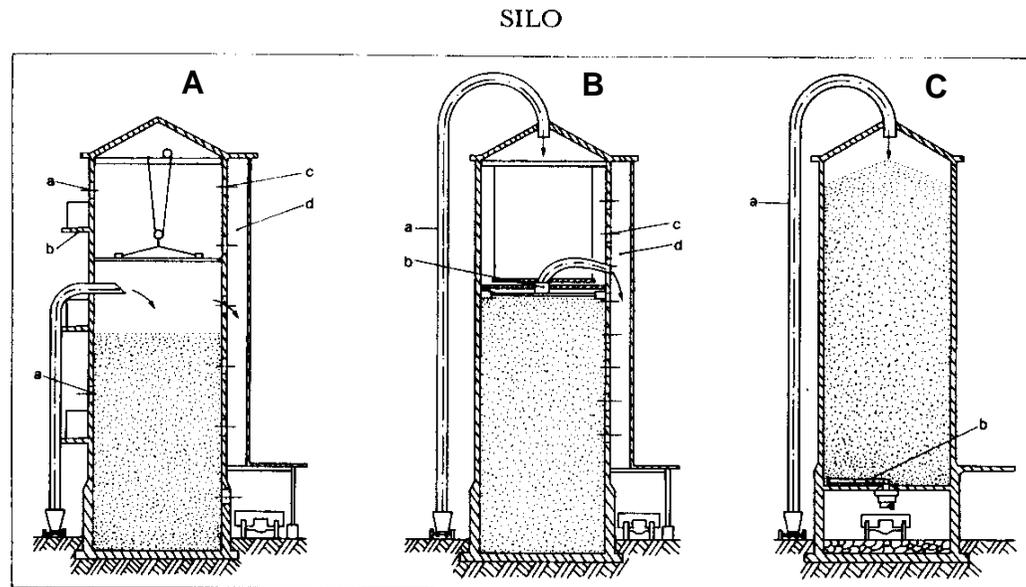
- Riservato a materiali di 'facilissimo' insilamento
- Bassi costi iniziali
- Elevato sviluppo superficiale
- Si possono utilizzare anche i blocchi prodotti per le barriere autostradali



*N.B.:E' preferibile fare più cumuli di dimensioni ridotte, coperti e appesantiti la sera stessa della formazione, piuttosto che cumuli di grandi dimensioni realizzati in più giorni.*

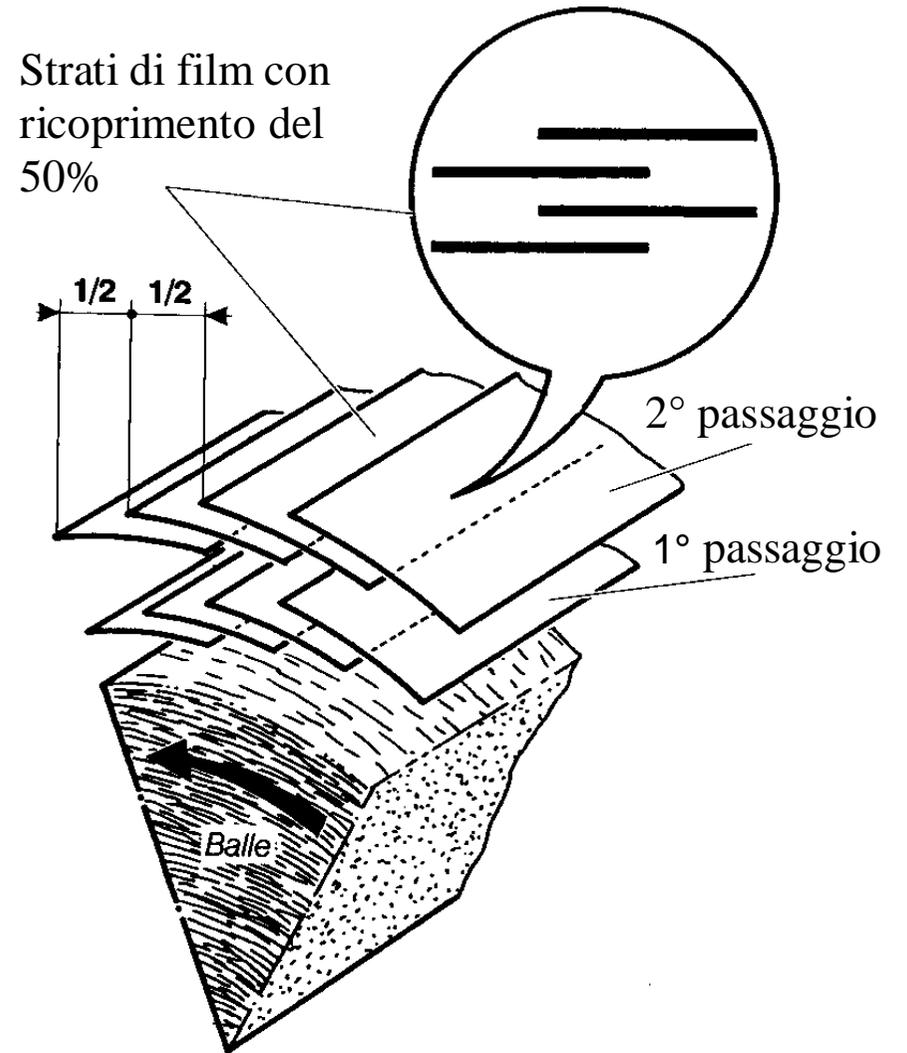
# Insilamento in sili a torre

- Perfetta tenuta all'aria
- Non è necessaria la compressione
- Elevatissimo costo

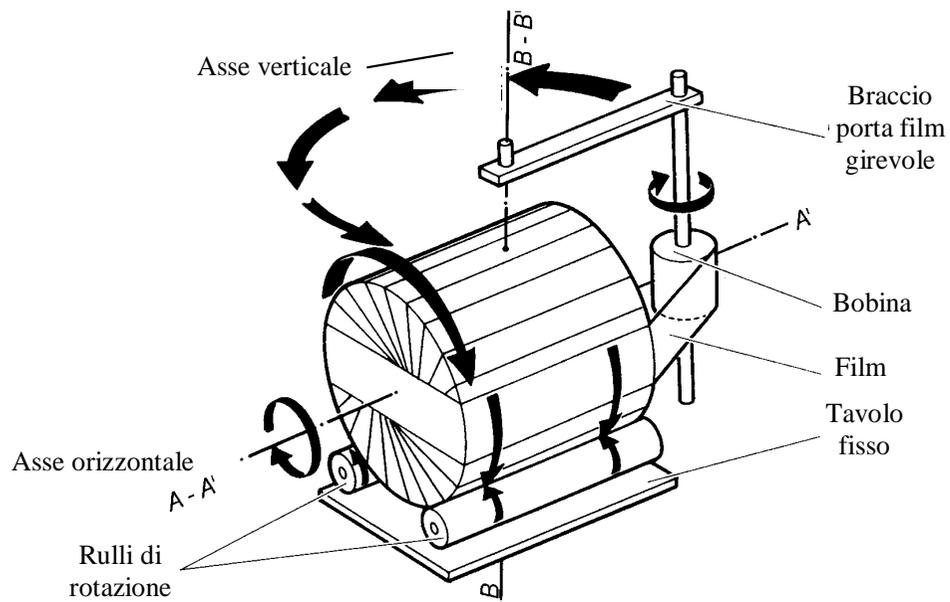


# Insilamento in rotoballe

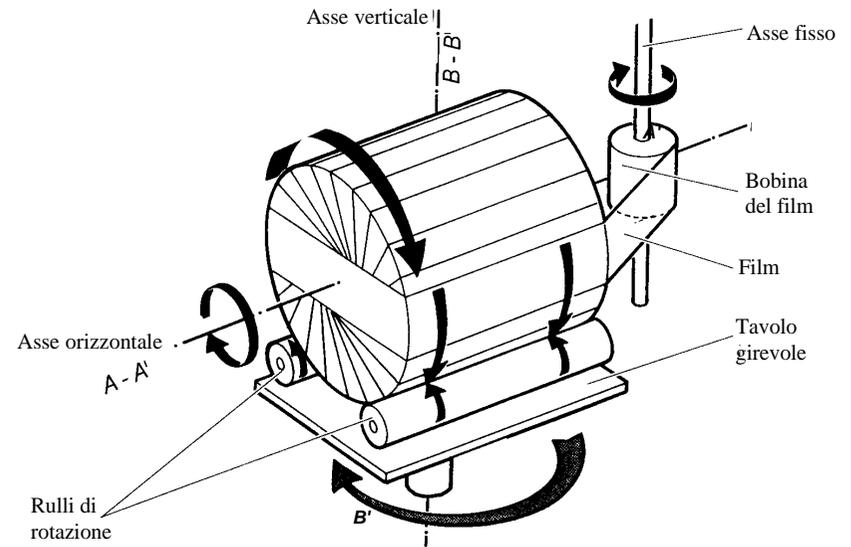
- **Preappassimento (alea atmosferica!), imballatura e fasciatura della balla (PE)**
- **Frammentazione nello spazio e nel tempo, possibilità di trasporto**
- **Non è necessaria la trinciatura:**
  - minor livello di zuccheri fermentescibili liberi
  - minor compattamento della massa, elevato riscaldamento
  - foraggio molto appetito
- **Bassa potenzialità di cantiere ⇒ tecnica complementare**
  - foraggi occasionali, sili a trincea poco capienti, terreni acclivi



# Fasciatura rotoballe



**Fasciatrice a braccio rotante**



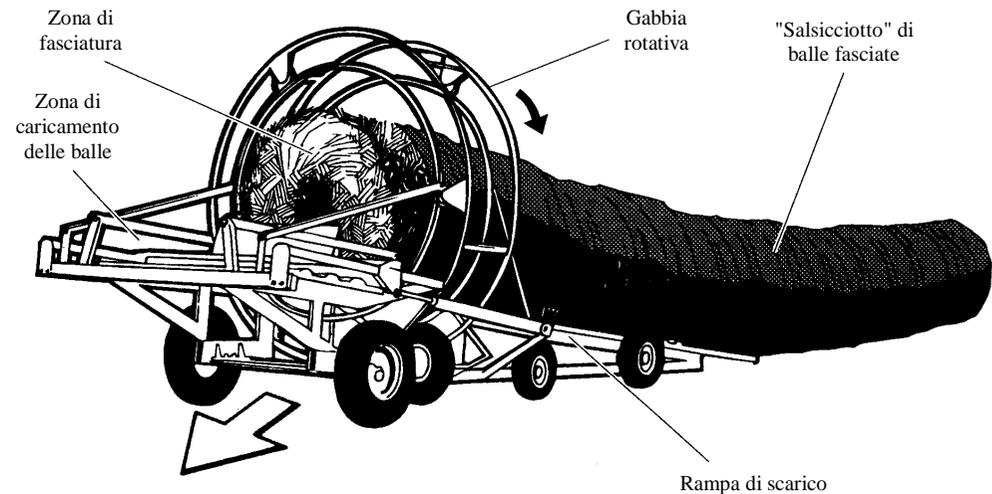
**Fasciatrice a tavolo rotante**

# Regole per una buona fasciatura

- non fasciare balle malformate o con densità insufficiente (trattengono troppa aria);
- fasciare entro 1-3 ore massimo
- non fasciare in caso di pioggia perché l'acqua ostacola l'adesione del film al foraggio;
- regolare il centraggio del film rispetto all'asse orizzontale della balla;
- regolare la giusta tensione del film;
- controllare il giusto ricoprimento tra “passaggi” successivi di pellicola;
- verificare la riuscita della fasciatura su ciascuna balla.
- Non lasciare al sole le balle
- Trasportare con prudenza e con macchine apposite
- Evitare la rottura del film plastico

# Macchine fasciatrici per l'insilamento in continuo

- Grande capacità di lavoro (70-100 balle/ora)
- Risparmio di PE (40-50%)



# Balle prismatiche giganti

- Alta densità, quindi poca aria. Si possono insilare anche balle piuttosto "secche" (60-70 % di sostanza secca)
- Le balle non sono fasciate singolarmente, ma vengono accatastate in piccoli cumuli di dimensioni tali che una volta aperti durino 6-8 giorni in estate e 20-22 in inverno.
- I cumuli costituiti su platea in cemento, o su terreno, isolandoli dal fondo con 1-2 fogli di PE di dimensioni superiori alla base del cumulo.
- Copertura con teli di PE che arrivano fino a terra (due teli di spessore 0,10-0,12 mm, oppure un solo telo di 0,18 mm) a tenuta d'aria, in modo da isolare la massa dall'esterno.
- Si sovrappone la parte in eccesso dei teli delle pareti con il lembo in eccesso della base e ponendo sulla giuntura sabbia asciutta; quindi i due lembi sono ripiegati su questo cordolo sovrapponendo ancora della sabbia per sigillare le connettiture.



# Vantaggi e svantaggi silo-balle

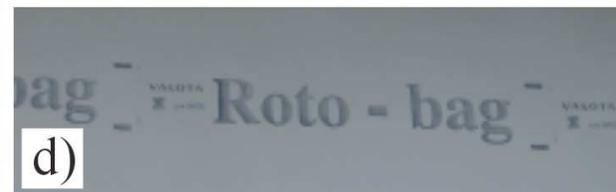
- **VANTAGGI**

- vantaggi della raccolta in rotoballe;
- flessibilità operativa (frammentazione della massa di foraggio nello spazio e nel tempo);
- svincolamento dalle condizioni atmosferiche (rispetto alla fienagione);
- riduzione delle perdite (erba appassita e piccole unità silo);
- trinciatura del foraggio non necessaria (iniziale risparmio di tempo ed energia);
- attuabilità anche in aziende di non grandi dimensioni (cantiere di lavoro tanto ridotto da essere sufficiente anche un solo operatore);
- prodotto trasportabile e commercializzabile

- **SVANTAGGI**

- notevoli costi di esercizio (solo per il film di PE: 4-5,00 euro per rotoballa);
- piccola dimensione dei “sili”;
- necessità dello smaltimento del film plastico dopo l’uso;
- manipolazione delle rotoballe molto delicata (pericolo di forare il contenitore);
- possibili attacchi di roditori (fori);
- mancanza di trinciatura del foraggio (minore compattabilità del foraggio, spreco da parte del bestiame).

# Contenitore tubolare orizzontale



# Contenitore tubolare orizzontale

- **Tubo in materiale plastico (PE a bassa densità) di grandi dimensioni (L fino a 100 m, diametro 2-3 m), per:**
  - **trinciato integrale di mais od orzo**
  - **foraggio di loiessa (preappassito fino al 40 % di sostanza secca)**
  - **farina umida di spighe di mais**
  - **granella umida di orzo**
  - **polpe di barbabietola, trebbie di birreria, ed altro**
- **una volta riempito il contenitore rimane adagiato sul terreno assumendo una sezione ovoidale.**
- **Coclea coassiale con il contenitore, mossa dalla presa di potenza della trattrice, che preleva il materiale da una tramoggia e lo comprime entro il contenitore tubolare.**
- **Inizialmente il tubo è raccolto vicino alla pressa, poi, man mano che si riempie, si distende in seguito all'arretramento della pressa; questo movimento è regolato da un dispositivo di frenaggio che agisce sulle ruote.**
- **variando la velocità di spostamento si ottiene una diversa compressione dell'insilato e, quindi, una diversa densità.**

# **Importante!!!!**

- **E' prevedibile che una tecnica di insilamento adattabile e flessibile come quella che prevede l'uso di contenitori in materiali plastici troverà sempre più il favore degli agricoltori. Tuttavia, come per altri contenitori in materiali plastici (concimi, antiparassitari, sementi, ecc.) o per i teli dismessi dalle serre o dalla pacciamatura, si pone il problema del recupero e del riciclaggio dei film plastici usati, dal momento che ne è vietata la dispersione nell'ambiente.**
- **I materiali debbono essere conservati in azienda e consegnati periodicamente a ditte specializzate nel recupero di tali materiali.**

# Perdite per insilamento

Origine della perdita	Classificazione	Perdite (%)	Cause
Respirazione residua	inevitabile	1-2	enzimi della pianta
Fermentazione (lattica)	inevitabile	2-4	microrganismi
Colature	alternativo	3>7	insufficiente contenuto di sostanza secca
Perdite in campo per appassimento	inevitabile	4>6	condizioni meteorologiche, coltura, tecnica
Fermentazione secondaria (butirrica)	evitabile	0>5	contenuto di sostanza secca, ambiente del silo
Deterioramento aerobico durante la conservazione	evitabile	0>10	durata riempimento, densità, tipo di silo
Deterioramento aerobico al desilamento	evitabile	0>15	contenuto di sostanza secca, tipo di scarico, stagione
<b>Totale</b>		<b>7&gt;40</b>	