

Raccolta, conservazione e gestione dei foraggi insilati

Fabio Abeni

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA)
Centro di ricerca Zootecnia e Acquacoltura, Lodi

"Foraggi di qualità dal campo al caseificio"

Venerdì 22 Febbraio 2019

ore 10.00

HOTEL CROWNE PLAZA

Sala Mirò

Via Po 197 Limena (PD)

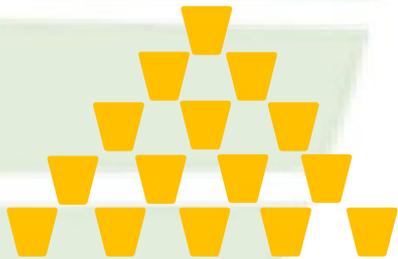
1. **Obiettivi insilamento**
2. **Raccolta e pre-appassimento**
3. **Silomais e modalità trinciatura**
4. Pianificazione cantiere di insilamento
5. **Inoculi**
6. **Coperture**
7. **Perdite sostanza secca**
8. Monitoraggio qualità compattamento e stabilità aerobica
9. **Insilati e sporigeni**
10. **Conclusioni**

Quali obiettivi per la dieta della bovina da latte

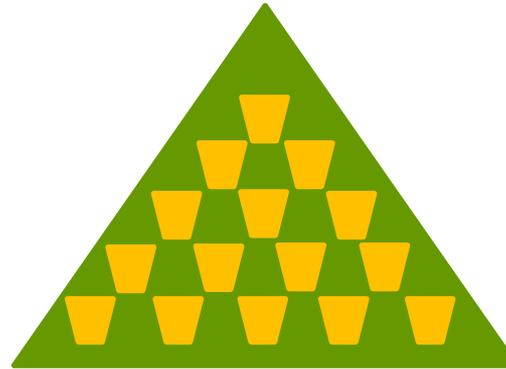
- introdurre nutrienti, soprattutto energia da fibra digeribile (+ amido per silomais) a costi contenuti**
- avere un prodotto ben conservato (sicurezza su requisiti microbiologici) e disponibile tutto l'anno (costanza della dieta)**
- avere un prodotto che si inserisce correttamente nella struttura fisica dell'unifeed (azione fisica sul rumine)**

Introdurre nutrienti (soprattutto energia da fibra digeribile e amido) a costi contenuti

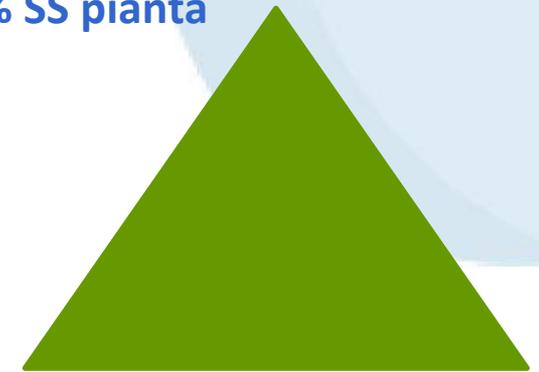
- Granella ~40-45% SS pianta**
- media 28% amido SS pianta
 - granella : stocco variabile



- Da 80 a 98% digeribilità amido**
- maturità
 - dimensione particelle
 - proprietà endosperma

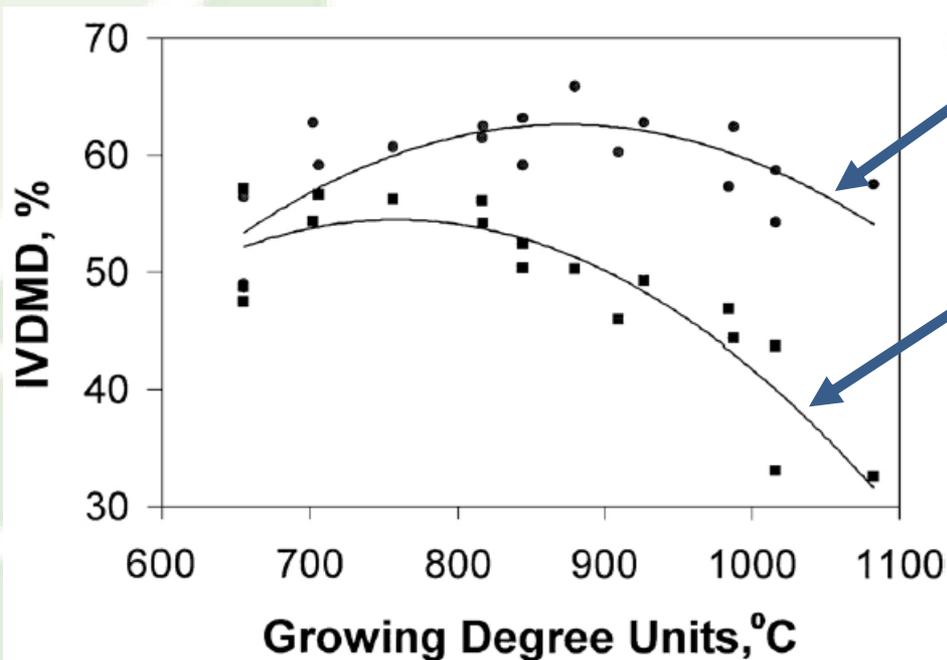


- Stocco = ~55-60% SS pianta**
- Foglie = 15% SS pianta**
- Gambo = 20-25% SS pianta**
- Tutolo + peduncolo + brattee = 20% SS pianta**



- Dal 40 al 70% digeribilità NDF**
- lignina/NDF

Introdurre nutrienti (soprattutto energia da fibra digeribile e amido) a costi contenuti

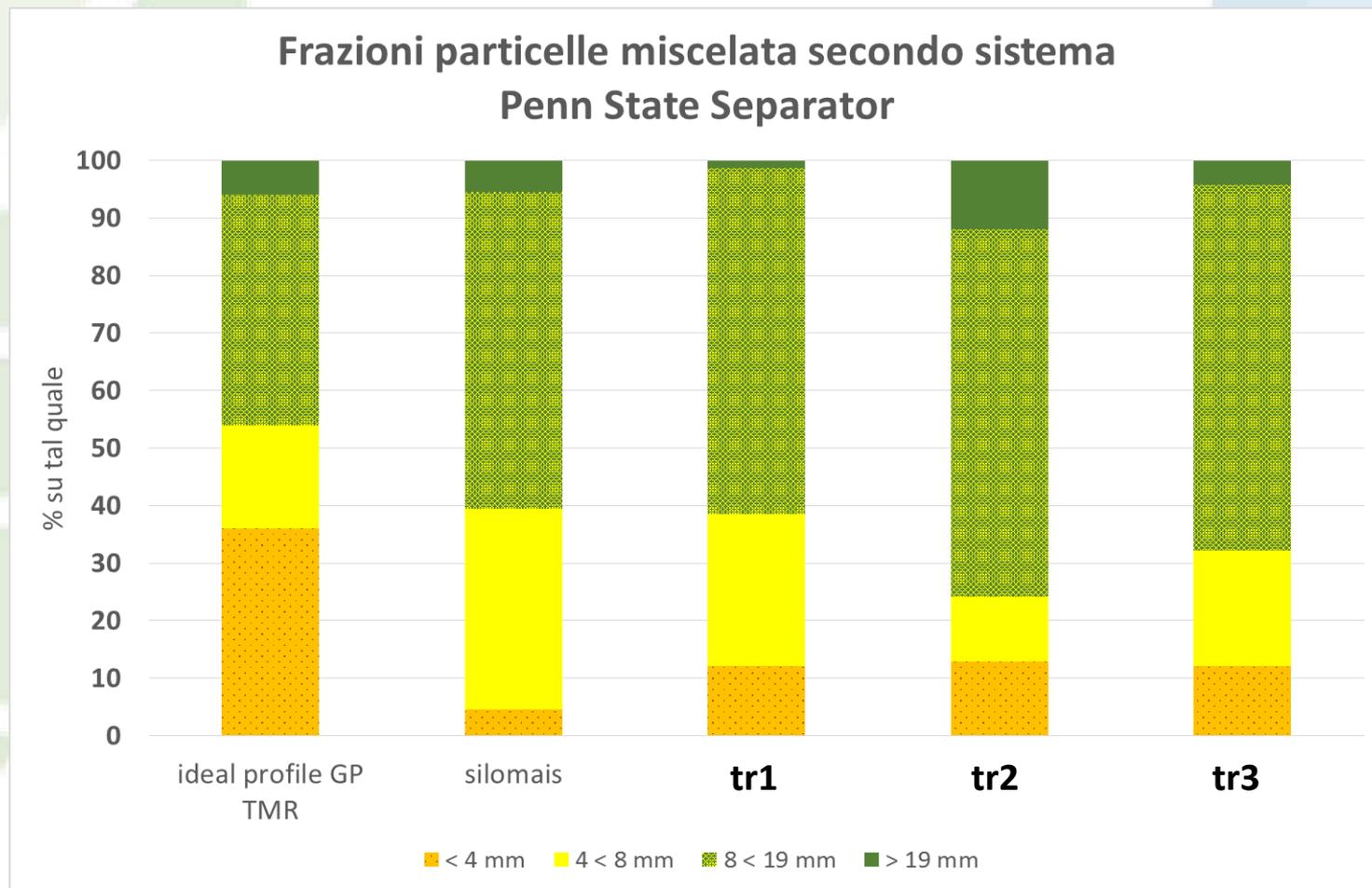


Digeribilità della pianta intera

Sono gli stocchi (quindi la parte fibrosa, l'NDF) a perdere rapidamente digeribilità

Figure 1. The effect of growing degree units on whole plant (●) and stover (■) in vitro DM digestibility. Whole plant, $Y = -0.0002x^2 + 0.3415x - 86.40$, $r^2 = 0.5621$. Stover, $Y = -0.0002x^2 + 0.3309x - 71.032$, $R^2 = 0.8055$. Adapted from Xu et al. (42).

Avere un prodotto che si inserisce correttamente nella struttura fisica dell'unifeed (azione fisica sul rumine)



Raccolta e pre-appassimento

Margini di miglioramento

Le perdite di sostanza secca

Margini di miglioramento

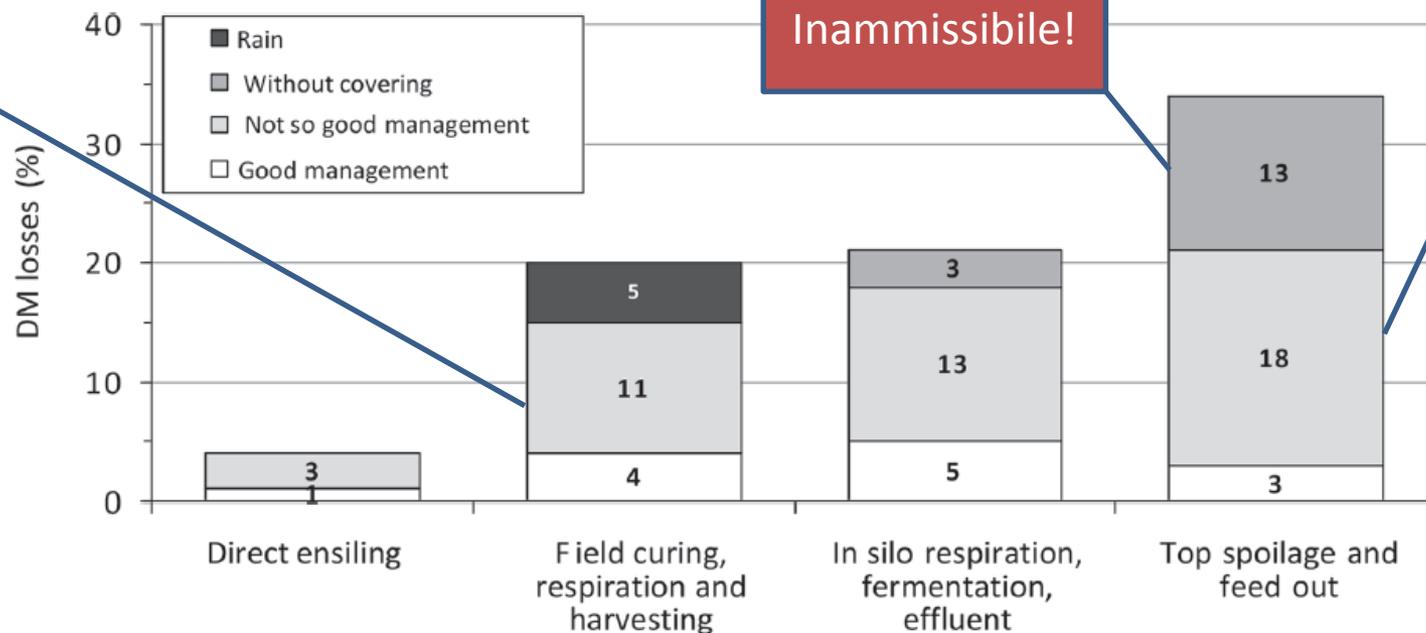


Figure 1. Potential DM losses during silage-making stages. The white portion of bar graph indicates when good management practices are used; the light gray portion is the range of additional losses associated with nonoptimal management practices; and the dark gray portion is the additional losses when no covering is applied (based on Borreani et al., 1999; Bichert et al., 2000; Rankin and Undersander, 2000; Jones, 2001; Muck et al., 2003; Rotz, 2005).

(Borreani et al., 2018)

Lunghezza di taglio nel silomais: verso cosa stiamo andando, perché e come

Cosa ci interessa per la bovina: ruminazione (lunghezza taglio, LT) e disponibilità energia amido (frantumazione granella)

Particelle lunghe → stimolo **masticazione** **salivazione** **ruminazione**

Ma → riduzione **ingestione SS** (a seguito di riempimento rumine)

Riduzione **LT** → ↑ **digeribilità** per aumento siti attacco microbico

Ma se **LT** troppo corta →

↓ **digeribilità** per ↑ velocità transito digesta

↓ **masticazione** e pH ruminale

↑ **LT** silomais e dNDF: > o =, ma anche <; si riduce partendo dai massimi valori (465 g kg⁻¹) a 0,48-0,64 cm sino a 449 g kg⁻¹ con **LT** >3.2 cm

-↑ granella feci quando ↑ **LT**

-↓ **LT** 16 → 8 → 4 mm ⇒ tempo totale masticazione ↓ 60 → 55 min/kg SS

-ruminazione ↓ quando lunghezza < 8 mm

Review

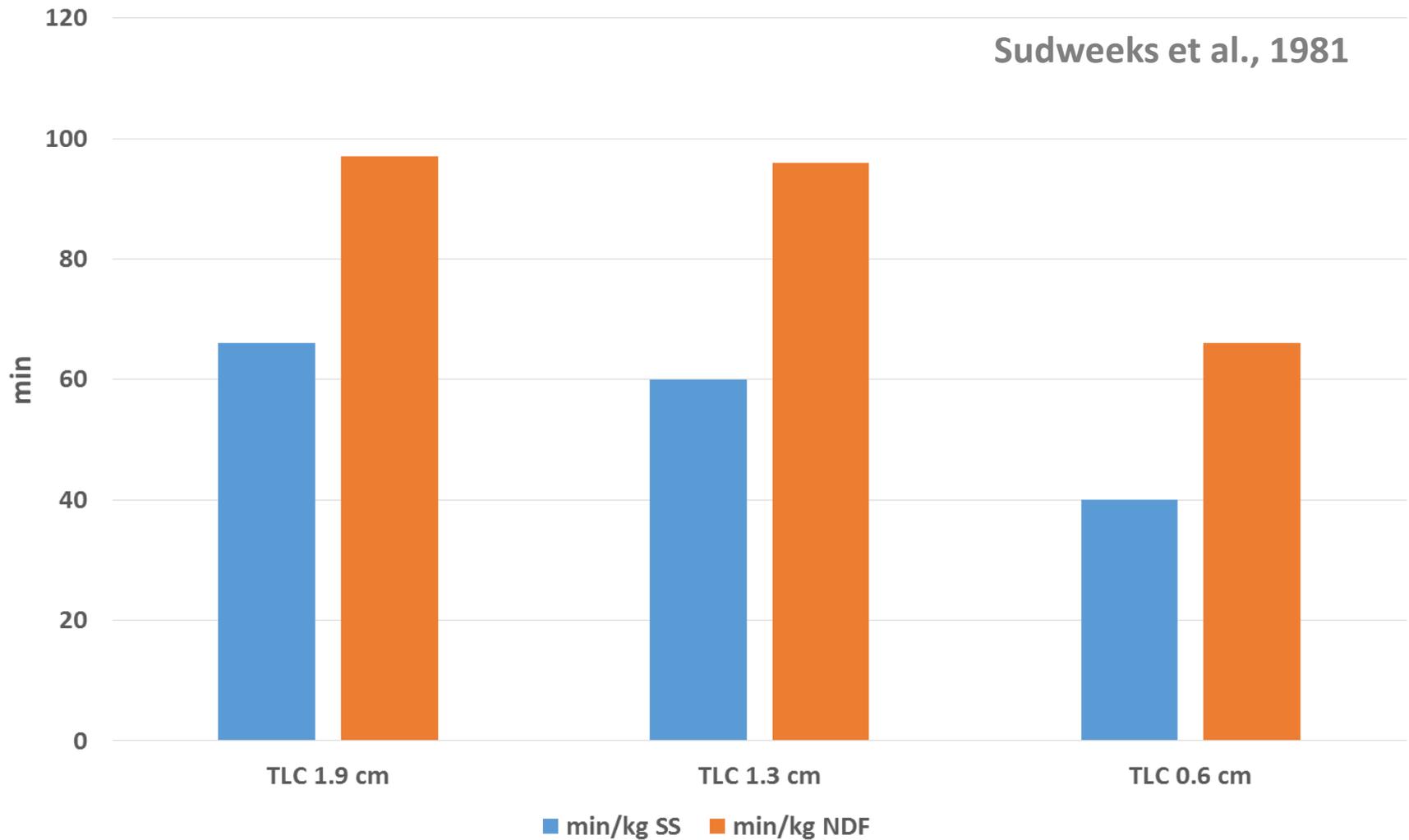
Received: 12 December 2013 Revised: 18 March 2014 Accepted article published: 18 April 2014 Published online in Wiley Online Library: 2 June 2014
(wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/jsa.6703

Nutritive value of maize silage in relation to dairy cow performance and milk quality

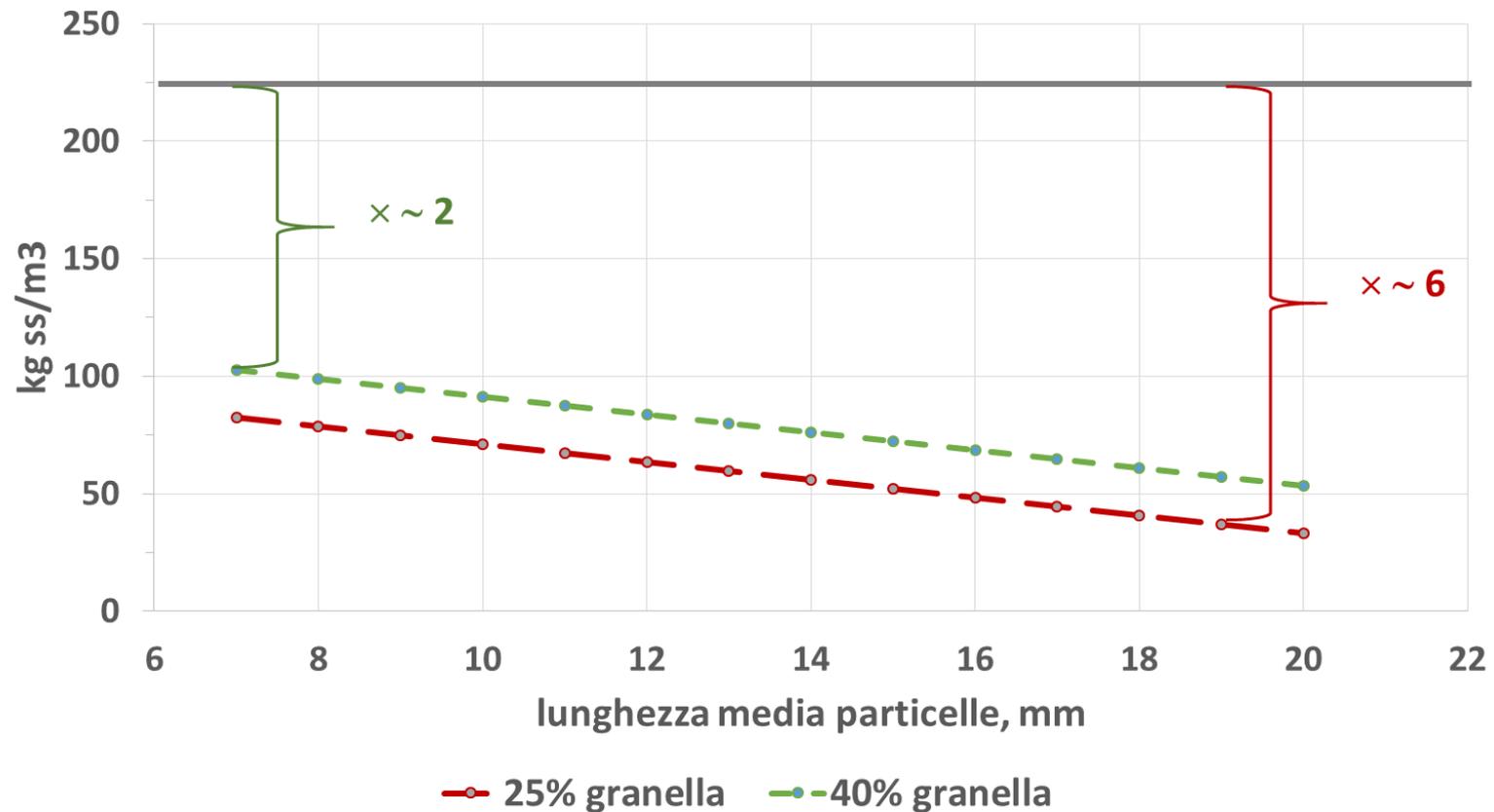
Nazir A Khan,^{a,b,c} Peiqiang Yu,^c Mubarak Ali,^a John W Cone^a and Wouter H Hendriks^{a,d}

Effetto lughezza taglio silomais su tempi di masticazione

Sudweeks et al., 1981



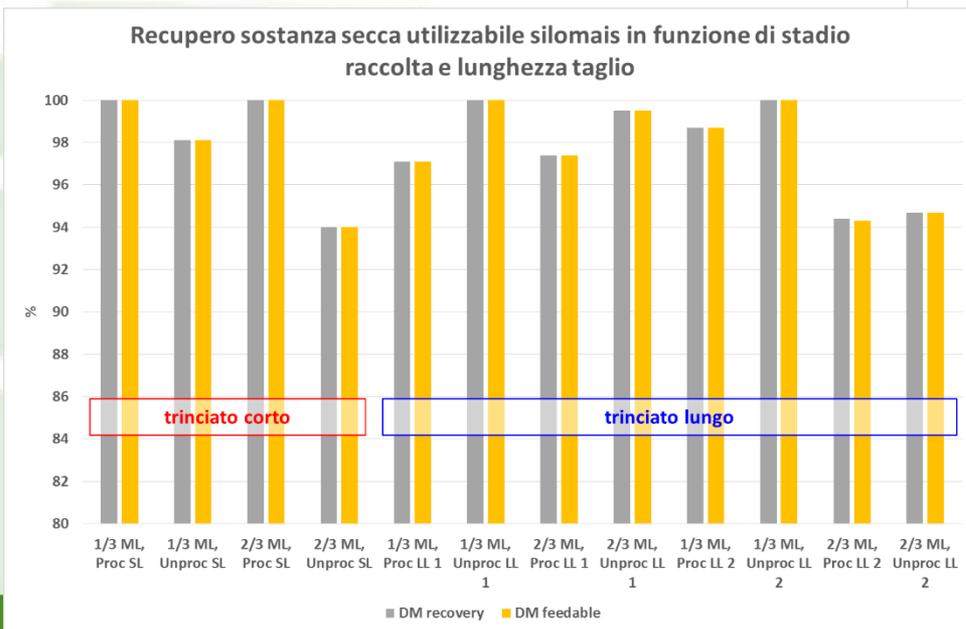
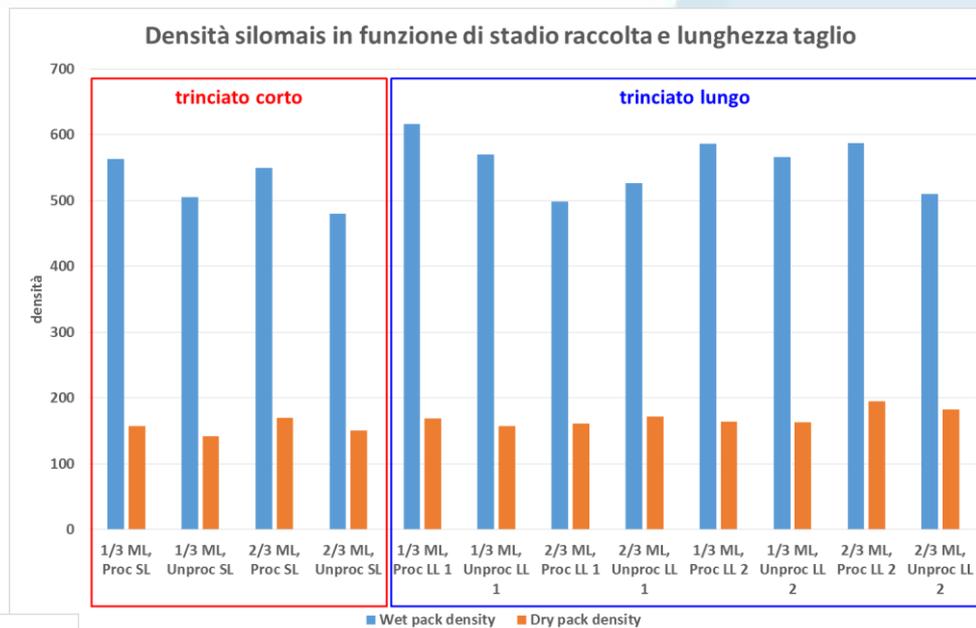
Variazione densità della massa prima del compattamento in funzione di lunghezza taglio trinciato



La lunghezza e le modalità di taglio del silomais Implicazioni per la conservazione

Johnson et al. (2002):

**LT non è fonte principale di
variabilità densità silomais**



Probabilmente, ruolo decisivo è quello di chi opera in trincea

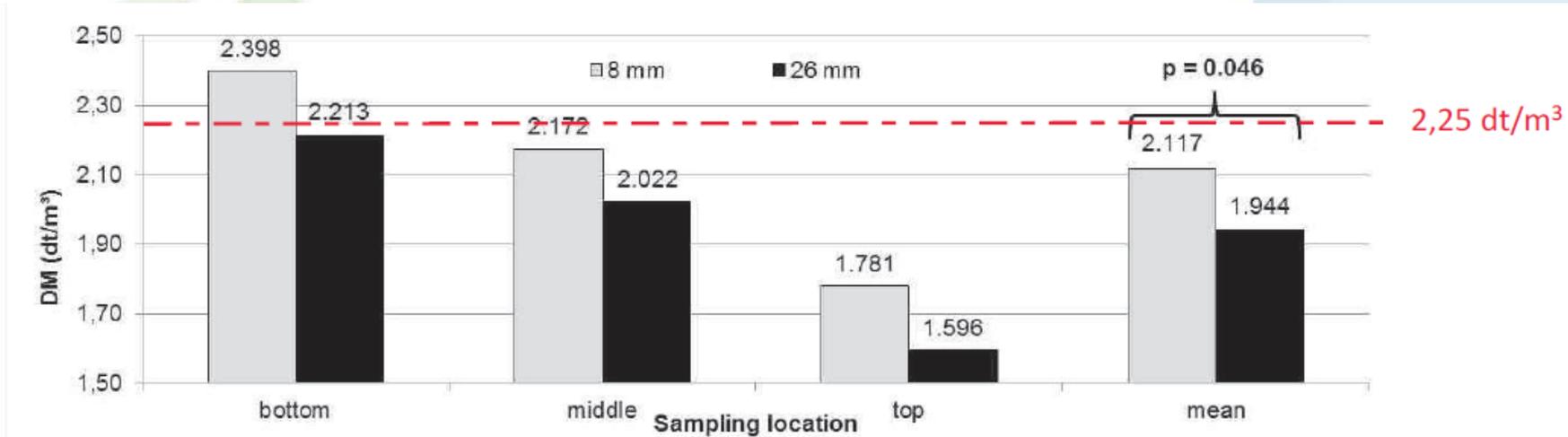


Figure 1. Stacking density of short- and long-cut silage in the silo (average of 4 measuring dates and 3 measuring points each)

Taglio lungo richiede (come già dimostrato) sempre maggiore attenzione all'azione di compattamento!

Effetto su digeribilità del silomais (esperienza Cornell, Prof. Chase)

Foraggio «stracciato» longitudinalmente, apparenza soffice

Pezzi di stocco di dimensioni analoghe a parti di steli di medica; lunghezza tipica 26-30 mm

Cariossidi schiacciate

Densità compattamento comparabile con tradizionale

Aumento dimensione media particelle rispetto a tradizionale

Parametro	Shredlage®	Tradizionale
Sostanza secca, %	32,1	30,7
NDF, %	41,7	44,1
NDFD – 30 ore %	57,1	56,6
Amido, %	33,5	30,7
Digeribilità amido 7 ore, %	81,7	76,8
CSPS	59,5	50,7

Effetto su prestazioni e qualità del latte

-risultati variabili (e contrastanti) su DMI e ruminazione

-possibili spiegazioni nell'interferenza di altri fattori locali

-probabilmente, effetto positivo soprattutto dove altre caratteristiche profilo dimensionale miscelata non sono ottimali

Table 2. Experimental results of feeding trials with shredlage and long cut maize silage in rations for lactating dairy cattle.

Location/ Authors	VBZL Haus Riswick				VBZL Haus Riswick		Achsel-schwang		Achsel-schwang		D. Kampf (unpublished)	
	KOS	KMS	SOS	SMS	KMS	SMS	KMS	SMS	KOS	SOS	KMS	LMS
DM Intake (kg/d)	23.2 ^a	24.1 ^{ab}	23.2 ^a	25.0 ^b	21.9	22.3	24.4 ^a	22.7 ^b	24.9	24.7	22.2	21.8
Milk (kg/d)	38.5	38.2	38.4	39.1	35.2	36.1	35.9	34.6	38.9	39.0	38.9	38.0
Fat (%)	3.70	3.73	3.61	3.67	3.77	3.81	3.82	3.83	3.69	3.72	3.62	3.67
Protein (%)	3.26	3.26	3.24	3.25	3.07	3.01	3.66	3.61	3.68	3.64	3.21	3.26
ECM* (kg/d)	37.2	36.6	36.2	37.0	33.8	34.6	35.7	34.3	38.2	38.2	36.9	36.4
Rumination (min/d)	544 ^a	623 ^{ab}	653 ^b	678 ^b	606	602	485	502	591	557	n.d.	n.d.

KOS: conventional maize silage without straw supplement in ration, KMS: conventional maize silage with straw supplement in ration, SOS: Shredlage maize silage without straw supplement in ration, SMS: Shredlage maize silage with straw supplement in ration, LMS: Long cut maize silage (Scherer special rollers) with straw supplement, n.d.: not determined, * energy corrected milk (kg) = ((0,38 x fat (%) + 0,21 x protein (%) + 1,05) x milk yield (kg)) / 3,28, ^{a,b} indicate P < 0.05.

Speit et al., (2018), Proc. XVIII International Silage Conference 2018

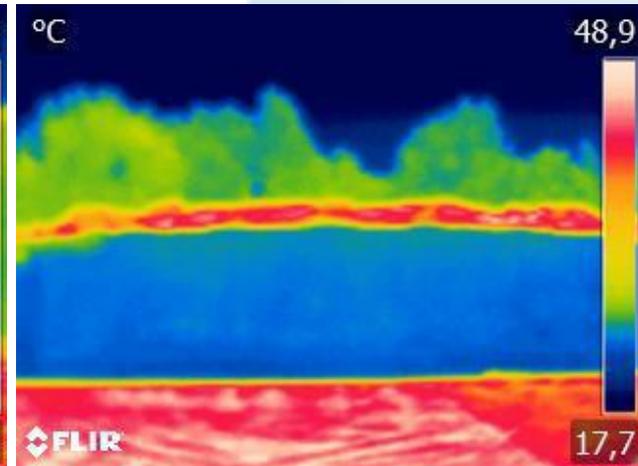
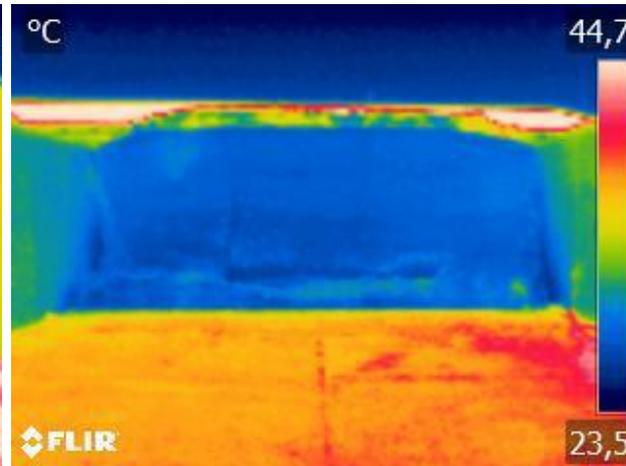
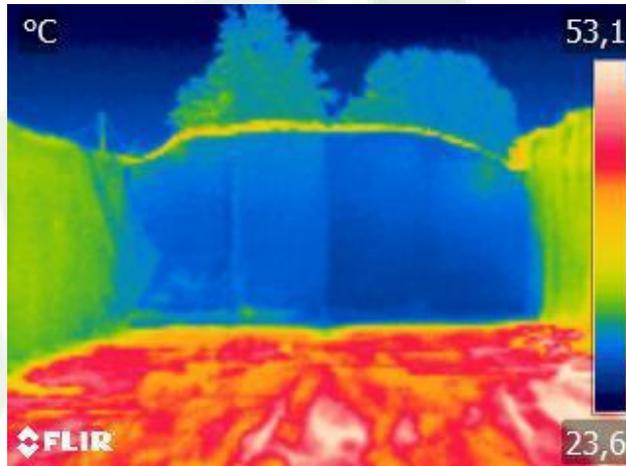
Collaborazione CREA – Pioneer

12 allevamenti che hanno trinciato con sistema shredding nel 2016: alti livelli produttivi, medio-grandi dimensioni mandria, importante ruolo silomais nella dieta

Comparazione con silomais di aziende limitrofe con caratteristiche sovrapponibili

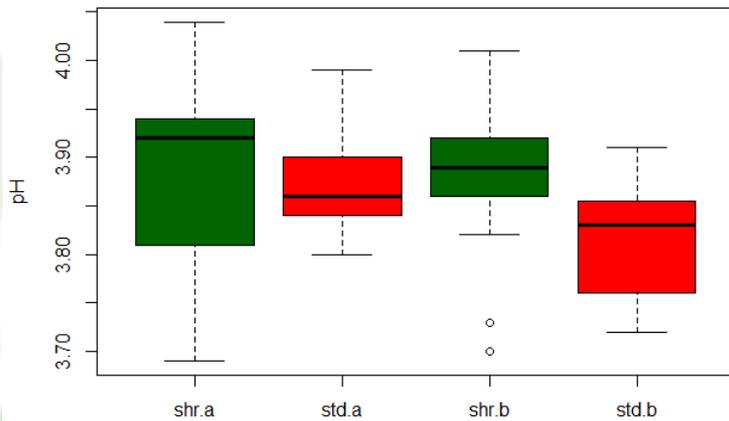
- **Sili a trincea orizzontale**
- **Registrate informazioni su epoca di taglio e trattamento con inoculi**
- **Registrato livello di utilizzo nella miscelata**
- **Esame termografico + calcolo densità**
- **Campionato silomais in 2 epoche con T ambientale differente: esame frazioni PSPS; analisi composizione e conservazione**
- **Campionata miscelata contenente il silomais controllato: esame frazioni PSPS; analisi composizione**

Esame termografico

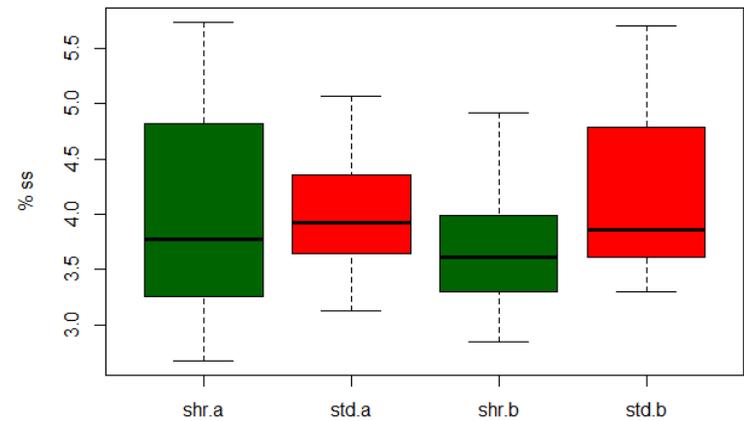


La qualità dei processi di conservazione sembra comparabile ...

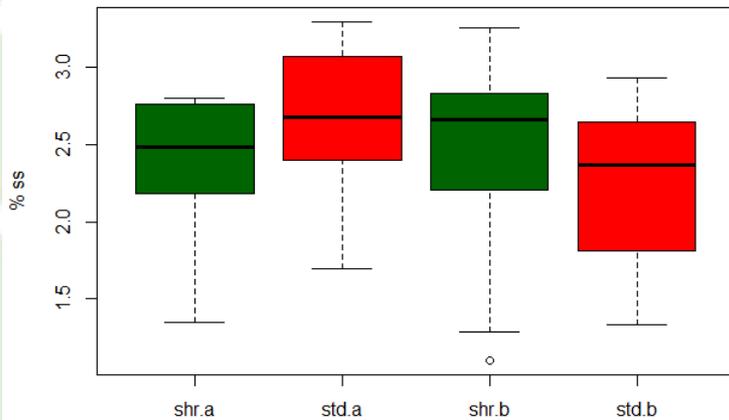
pH



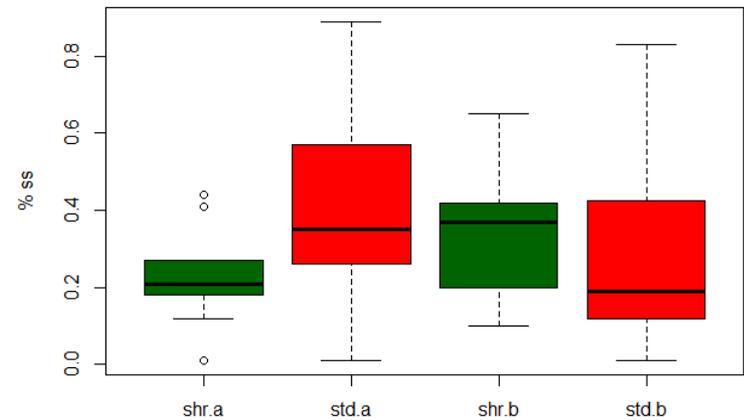
Acido lattico, % ss



Acido acetico, % ss



Etanolo, % ss



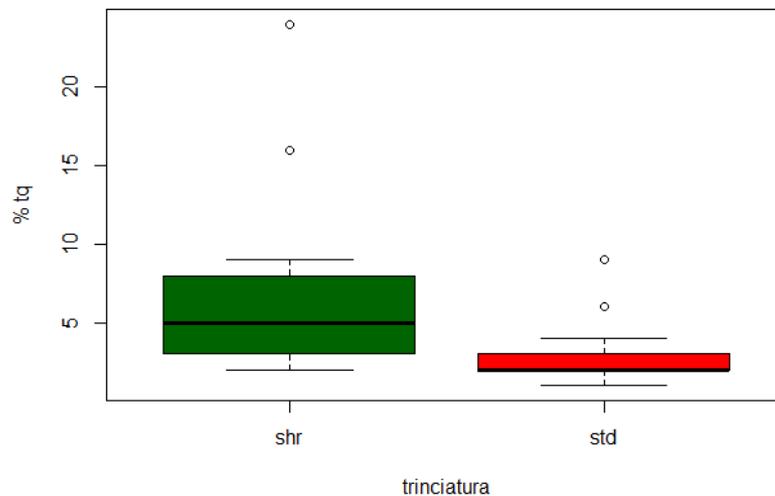
trinciatura

trinciatura

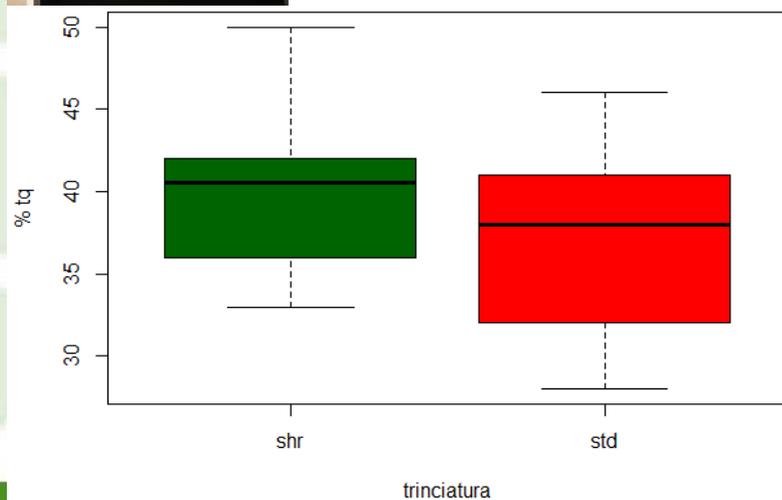
I nostri primi risultati: la miscelata



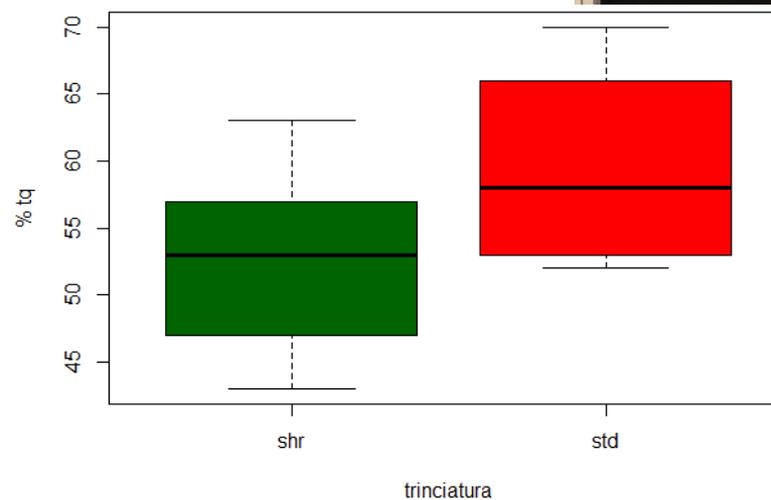
Particelle sopra i 19 mm



Particelle tra 8 e 19 mm



Particelle sul fondo

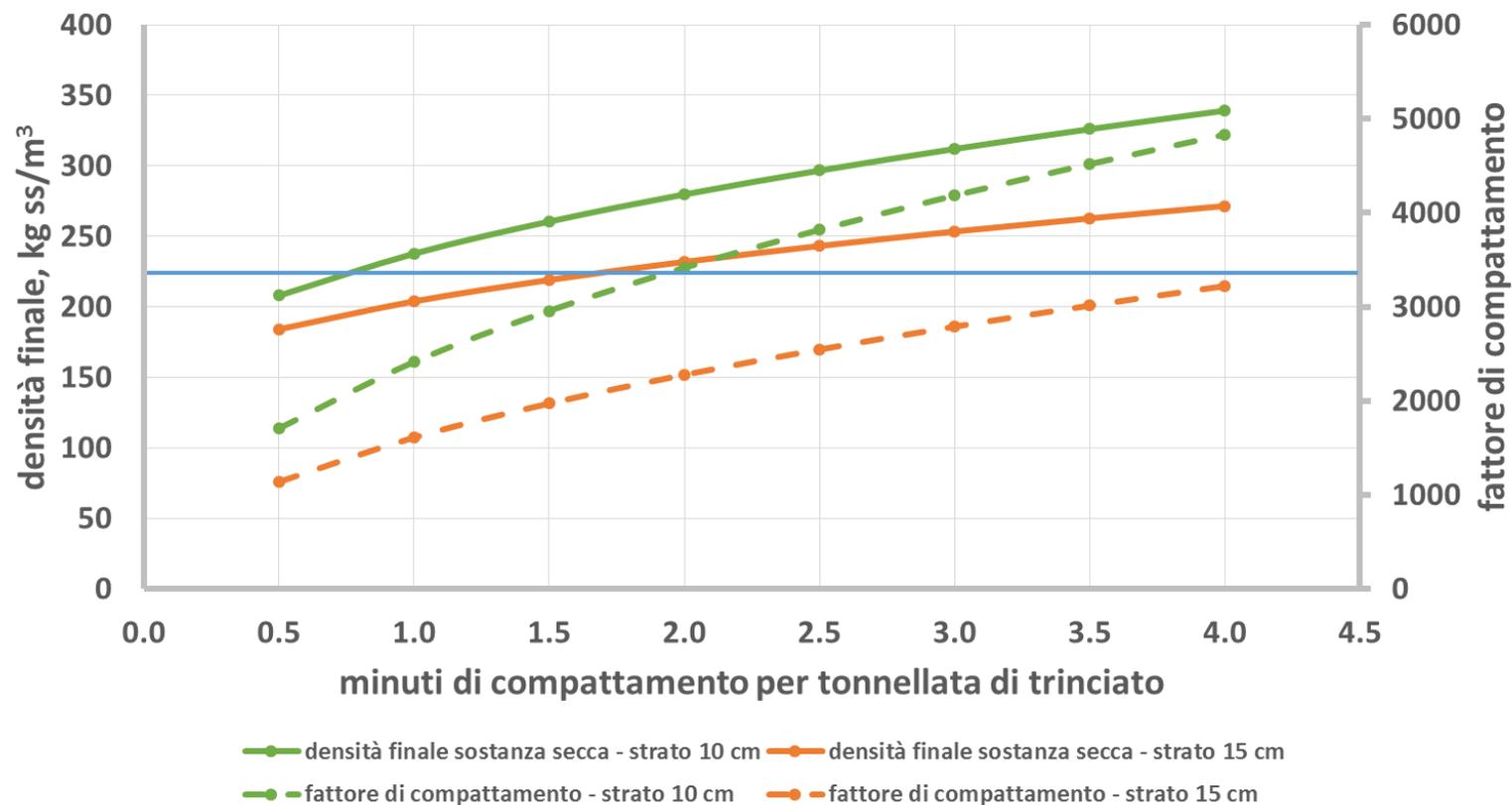


Analisi chimica frazioni miscelata

Setaccio Penn State 3	Tipo di Processing Attuale Standard			Tipo di Processing Lungo e Aggressivo		
	% sui vagli	Analisi Vaglio	%	% sui vagli	Analisi Vaglio	%
> 19 mm	1	P.G.	11	14	P.G.	11
		Amido	2		Amido	0
		Fibra g.	23		Fibra g.	21
> 8 mm	68	P.G.	9	59	P.G.	8
		Amido	19		Amido	17
		Fibra g.	17		Fibra g.	19
Fondo	31	P.G.	7	27	P.G.	6
		Amido	32		Amido	44
		Fibra g.	12		Fibra g.	8

Il compattamento

Effetto dello spessore dello strato iniziale di insilato sparso in trincea su fattore di compattamento e conseguente densità finale dell'insilato



Pianificazione cantiere insilamento

Pianificazione cantiere di insilamento per raggiungere obiettivi qualitativi per corretto impiego e riduzione problemi deterioramento aerobico

P = fattore di compattamento

L = spessore strato da compattare

D = sostanza secca del prodotto

W = peso trattori che compattano

T = tempo destinato al compattamento

$$P = \frac{W}{L} \sqrt{T \times D}$$

Muck and Holmes, 2000

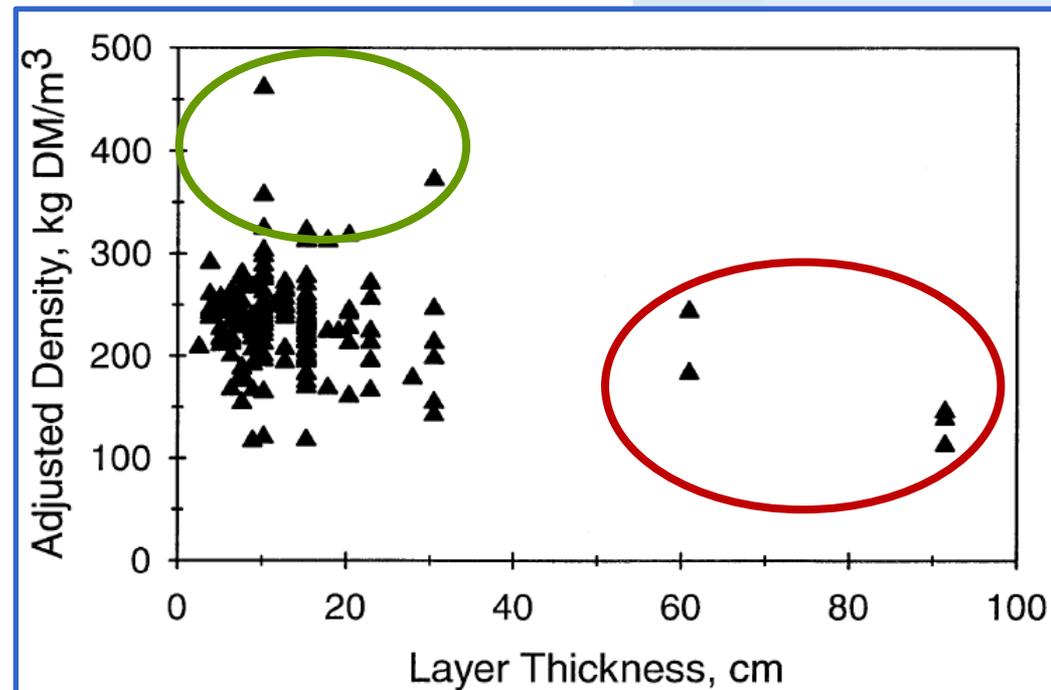


Figure 4—Adjusted dry matter densities as correlated with the initial layer thicknesses of the spread loads. (Multiply kg/m³ by 0.0624 for lbs/ft³, cm by 0.394 for in.)

Stabilità aerobica

-silomais NT: 25 h

-silomais trattato con ≤ 100.000 cfu *Lb. buchneri*/g di foraggio fresco: 35 h

-silomais trattato con > 100.000 cfu *Lb. buchneri*/g di foraggio fresco: 503 h

Kleinschmit e Kung (2006)

Situazione commerciale: applicazione da 100.000 a 400.000 cfu/g di foraggio fresco, sino a 600.000 cfu/g per pastone granella (?)

Considerazioni pratiche: quando > 100.000 (sino a 400.000) cfu *Lb. buchneri*/g di foraggio fresco → maggiori perdite SS in silomais di ~ 1% (Kleinschmit e Kung, 2006) possono essere accettabili a fronte di un sostanziale miglioramento della stabilità aerobica in fase di consumo (teniamo presente anche effetti a valle di deterioramento aerobico)

Acido ferulico esterasi: miglioramento digeribilità fibra

Grandi perdite di SS nei primi 90 cm sotto teli tradizionali (+ in estate)

Principali caratteristiche copertura

- Alta forza meccanica (resistenza punture) per resistere maneggiamento, vento, animali, ghiaccio
- Bassa permeabilità ossigeno
- Resistenza a UV

Vecchi teli: permeabilità a O₂ **178,000** cm³ μm/m² per 24 h

Perdite ridotte ↑ spessore da 25 a 200 μm: da 24.4 a 3.2 g/kg di SS per 30-d conservazione

(Borreani et al., 2018)

Poliammidi (PA): permeabilità O₂ per nylon-6, **1,500** cm³ μm/m² per 24 h

Ethylene-vinyl alcohol copolymer (EVOH): da **4** a **24** cm³ μm/m² per 24 h

Obiettivo: < 100 cm³/m² per 24 h

Ritorno economico a livello aziendale usando **HOB** vs PE tradizionale per t di foraggio fresco insilato:

2.00 € (Borreani and Tabacco, 2014)

4.50 € (Bolsen et al., 2012)

(Borreani et al., 2018)

Le differenze nelle perdite

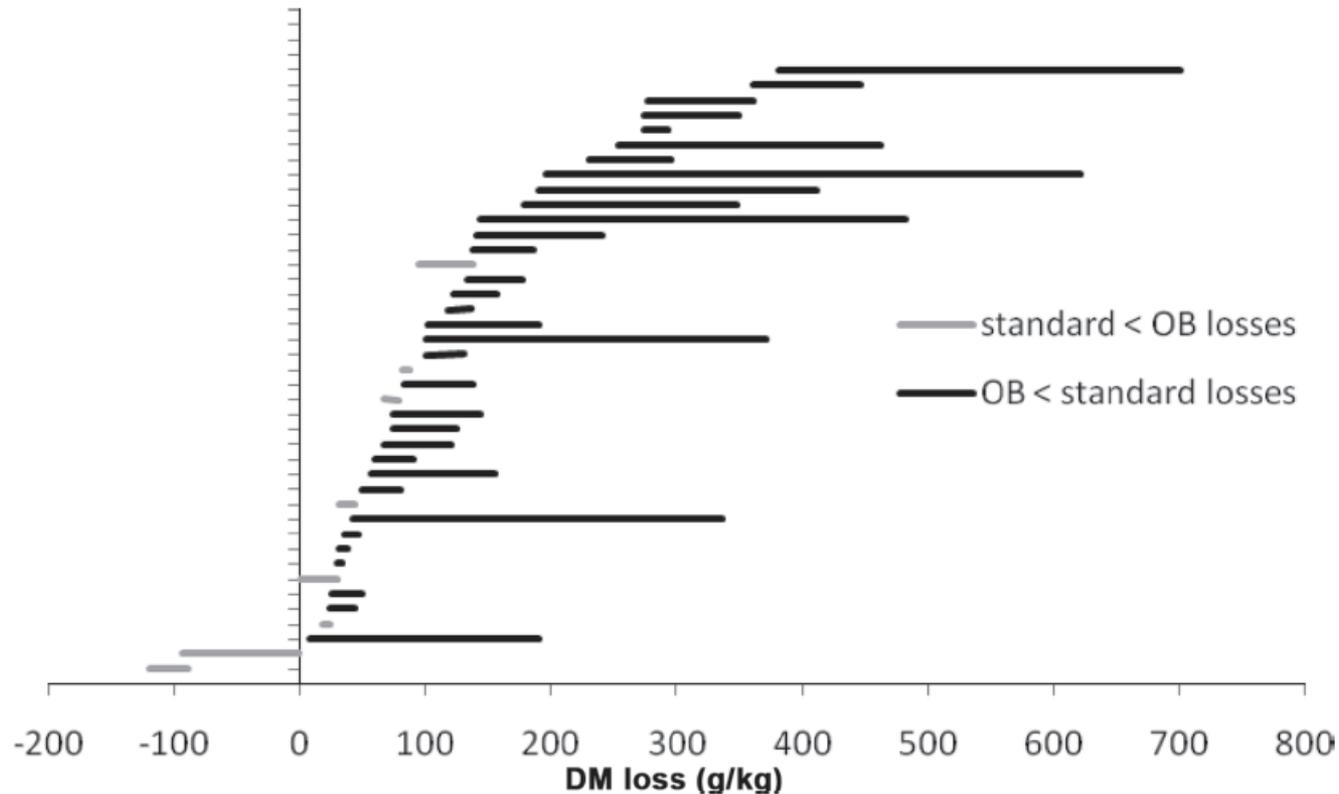


Figure 12. Horizontal silo comparison-differences [standard polyethylene (PE) vs. oxygen barrier (OB) film losses of DM] ordered by OB loss (from Wilkinson and Fenlon, 2014).

Come monitorarle

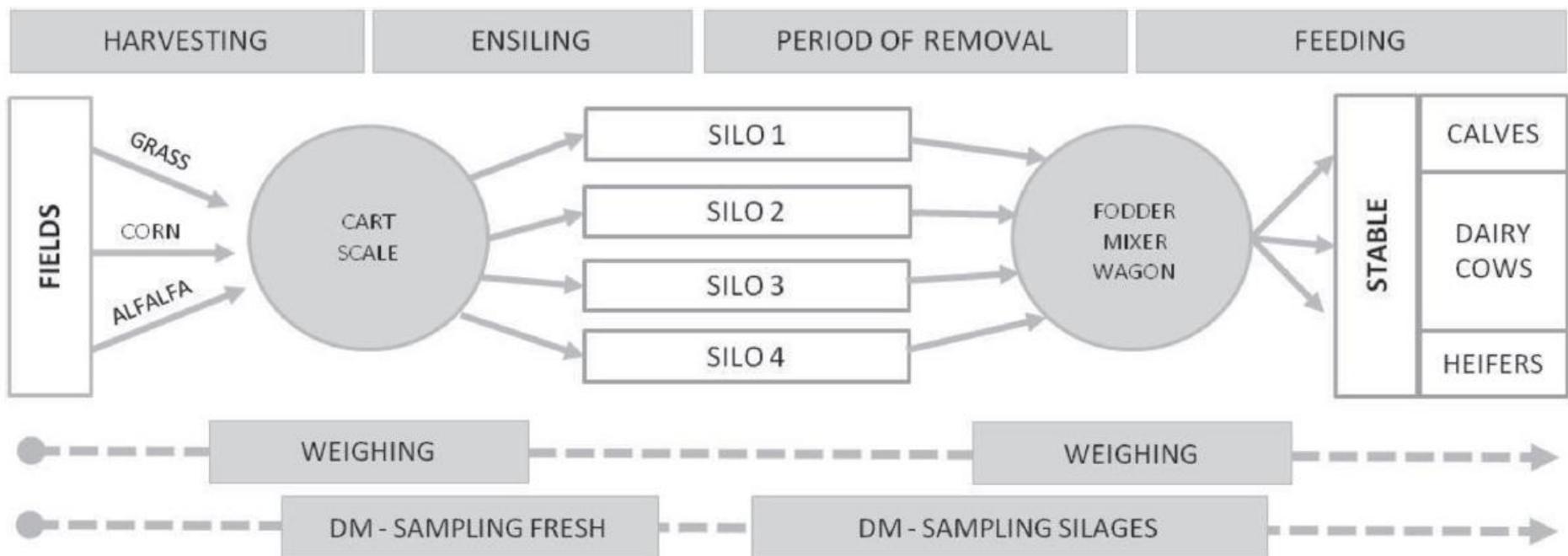
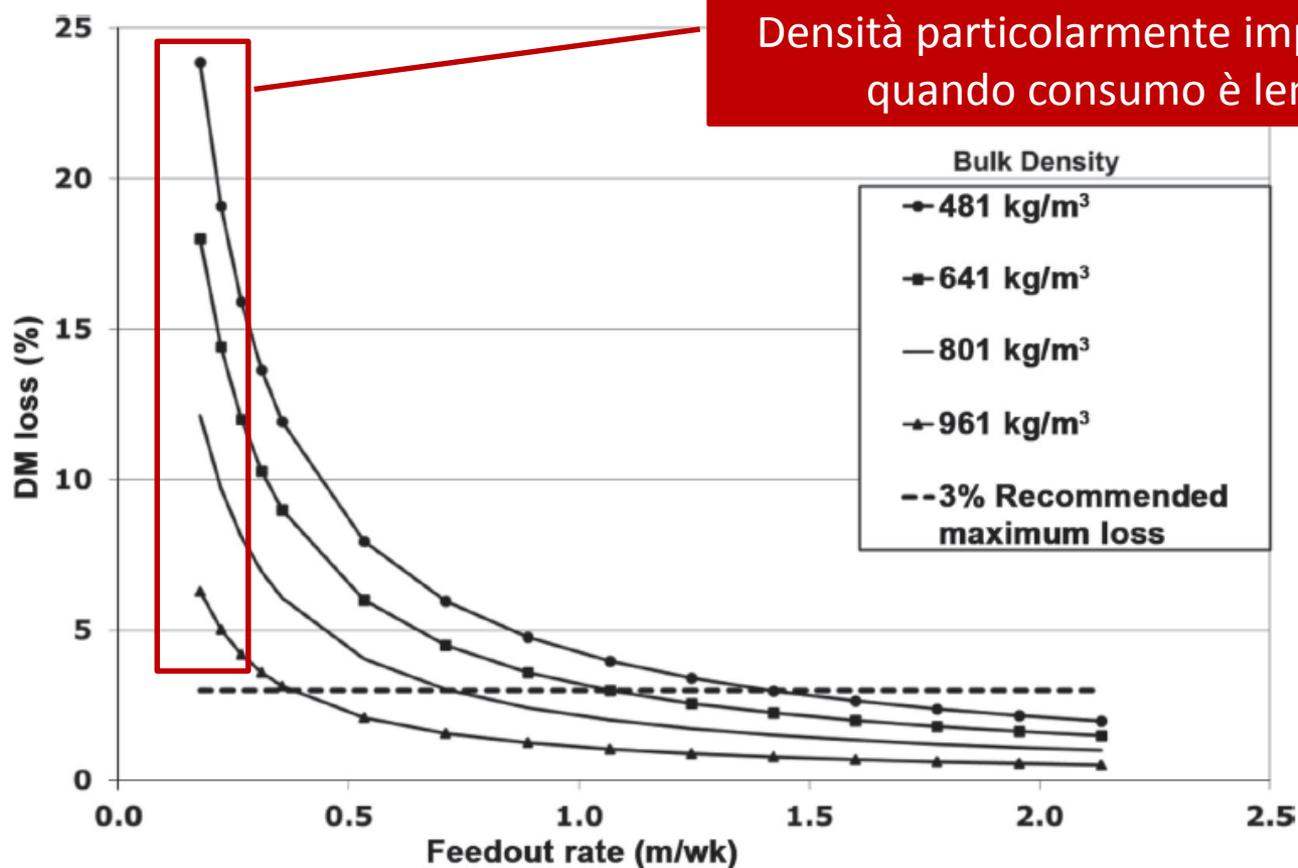


Figure 8. Principle of measurements used for the total-in versus total-out method (adapted from Köhler et al., 2013).

(Borreani et al., 2018)

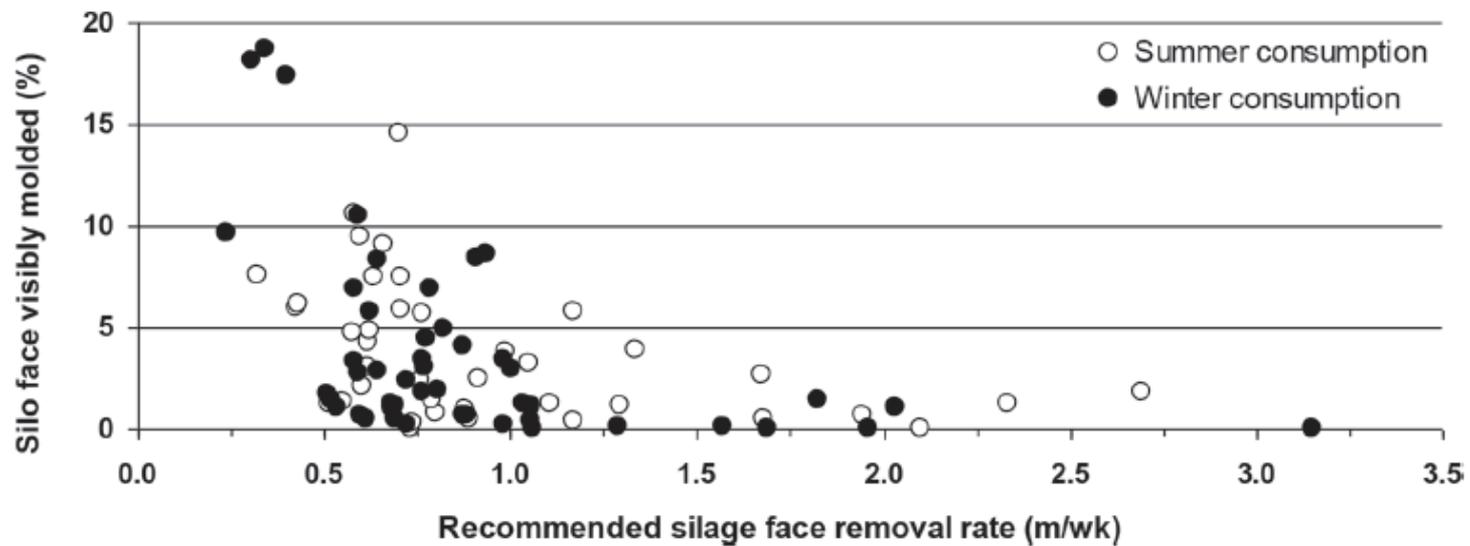
Densità + consumo



Densità particolarmente importante quando consumo è lento

Figure 13. Dry matter loss at the feed-out face of a silo as influenced by bulk density and feed-out rate (adapted from Holmes and Muck, 2007).

Rapporto tra consumo e comparsa muffe



Campionamento con trivella



Pesatura immediata del campione a volume noto

Campionamento con trivella



Pesatura immediata del campione a volume noto

Misurazione sforzo massimo in N/cm^2

Vissers et al. (2007)

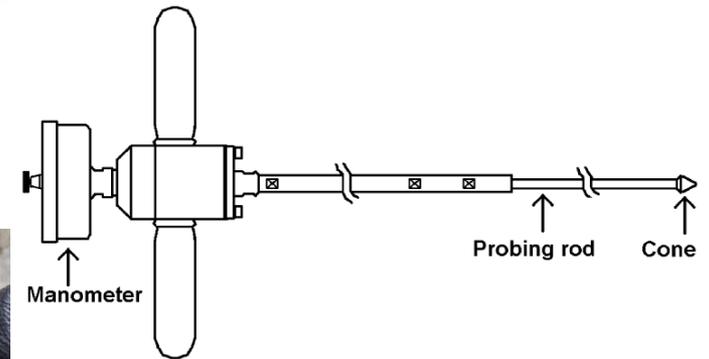


Figure 2. Schematic representation of hand penetrometer (Eijkkamp Agrisearch Equipment, Giesbeek, the Netherlands).

Table 2. Concentration of butyric acid bacteria (BAB) spores, concentration of yeasts and molds, temperature difference between silage section and ambient temperature ($dT_{\text{section-ambient}}$), pH, and penetration resistance of samples from core and 3 layers of corn silage (survey 2)

Layer	Concentration of BAB spores, ^{1,2} \log_{10}/g			\log_{10} concentration of yeasts and molds, ² \log cfu/g			$dT_{\text{section-ambient}}$, ² °C			pH ²			Penetration resistance, N/cm^2		
	Mean ²	SEM	Range	Mean	SEM	Range	Mean	SEM	Range	Mean	SEM	Range	Mean	SEM	Range
Surface layer, n = 40	3.7 ^c	0.3	<1.5–7.0	7.5 ^b	0.1	5.5–8.7	10.9 ^c	1.4	0.4–32.4	4.4 ^c	0.11	3.7–6.4	25 ^d	1.8	10–60
Second layer, n = 40	3.0 ^b	0.2	<1.5–7.4	6.8 ^a	0.2	4.3–8.6	5.8 ^b	1.1	–0.1–25.7	4.0 ^b	0.05	3.7–5.1	50 ^c	1.9	26–76
Third layer, n = 40	2.5 ^a	0.1	<1.5–4.0	6.4 ^a	0.2	<4.0–8.7	3.4 ^b	0.6	–0.7–15.3	3.8 ^a	0.04	3.6–5.2	76 ^b	1.7	54–94
Core, n = 8	2.3 ^a	0.2	<1.5–2.9	5.4 ^a	0.7	<4.0–9.0	1.4 ^a	0.5	–0.4–3.3	3.8 ^a	0.05	3.6–4.1	96 ^a	3.7	80–108

^{a–d}Within columns, values with different superscripts are different ($P < 0.05$; the lowest value is marked with an a).

¹The concentration of BAB spores was determined using the most-probable-number technique for enumeration.

²A t -test was applied for groups with unequal variance.

Alcuni riferimenti in diverse condizioni di insilamento

Gallo et al. (2016)

Table 3. Fermentative parameters, penetration resistance and temperature measured in samples collected from different zones (Z) of feed-out face (i.e., core or co, lateral or la and apical or ap sampling zones) of corn silages ensiled through different ensiling procedures (EP^a)

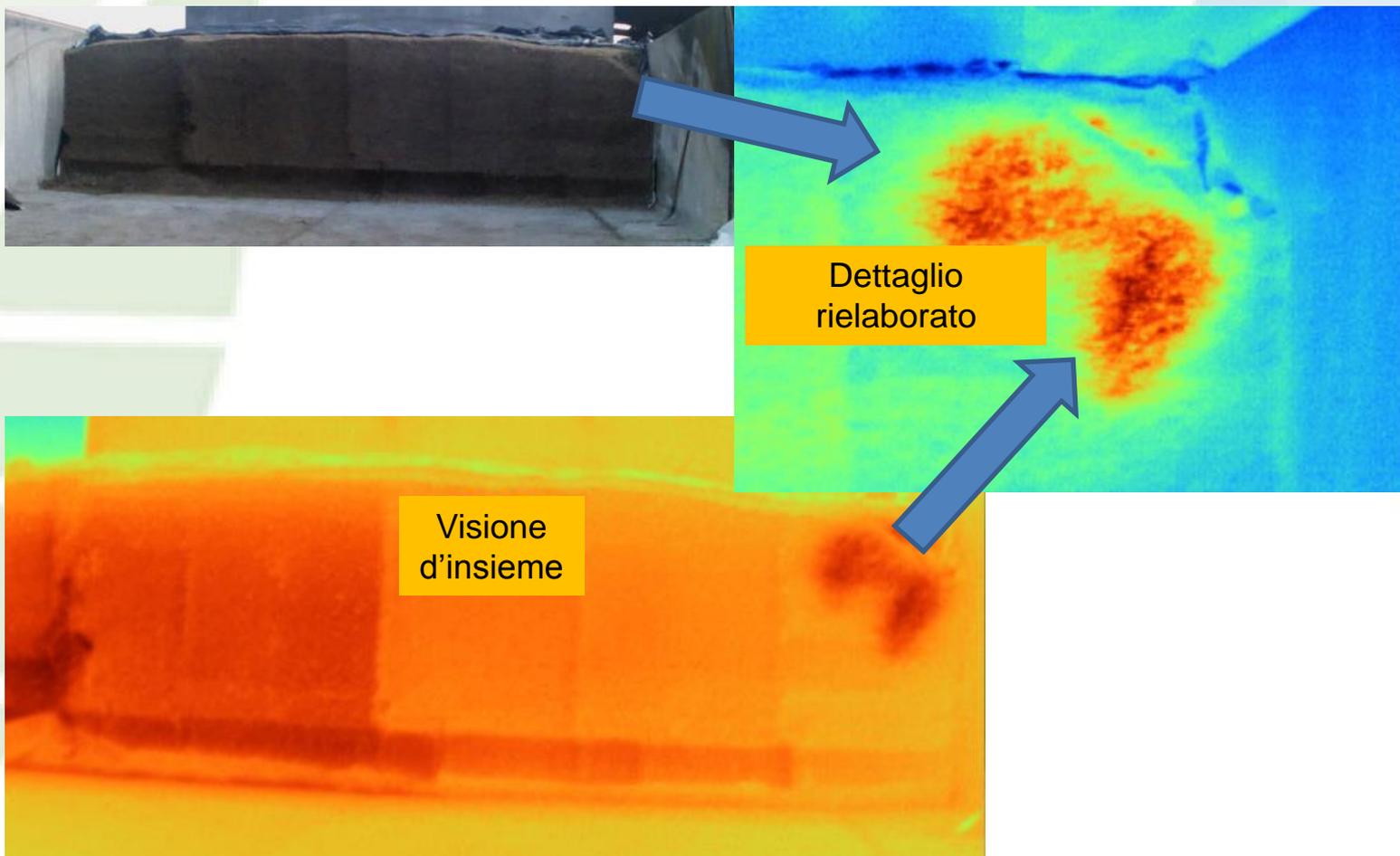
Item ^b	Cluster 1			Cluster 2			Cluster 3			Cluster 4			P <			
	co	la	ap	RMSE	Z	EP	Z* EP									
<i>Fermentative parameters</i>																
pH	3.65	5.62	4.67	3.68	4.38	5.09	3.70	5.38	4.39	3.72	4.37	4.49	0.986	< 0.05	0.225	< 0.05
NH ₃ -N (g kg ⁻¹ TN)	54	29	50	70	59	59	64	39	36	57	34	38	28.8	< 0.05	< 0.05	0.565
AA (g kg ⁻¹ DM)	22.1	15.6	21.6	26.7	21.1	22.1	30.2	18.3	23.8	28.1	25.9	31.4	12.38	< 0.05	< 0.05	0.665
PA (g kg ⁻¹ DM)	1.0	2.7	2.5	1.7	3.8	4.6	2.5	3.1	2.8	2.2	3.0	2.3	3.46	0.080	0.311	0.671
BA (g kg ⁻¹ DM)	0.5	3.8	2.0	0.1	1.9	3.1	0.7	4.1	0.4	0.9	2.5	1.0	3.53	< 0.05	0.896	0.083
Iso-BA (g kg ⁻¹ DM)	0.3	0.4	0.4	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.67	0.859	0.174	0.426
VA (g kg ⁻¹ DM)	0.1	0.3	0.4	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.36	< 0.05	0.169	0.185
Iso-VA (g kg ⁻¹ DM)	0.1	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.5	0.60	0.141	0.296	0.602
Ethanol (g kg ⁻¹ DM)	2.7	0.7	0.6	3.7	2.4	1.6	5.4	2.4	1.4	5.5	0.7	3.8	3.82	< 0.05	0.129	0.382
LA (g kg ⁻¹ DM)	54.0	17.4	53.4	61.8	38.2	60.7	58.5	15.9	56.3	43.9	21.5	49.4	21.21	< 0.05	< 0.05	0.341
<i>Mass density and temperature</i>																
PenR (N cm ⁻²)	121	64	48	123	62	43	132	62	39	80	57	38	22.9	< 0.05	< 0.05	< 0.05
dT (°C)	1.2	5.7	7.5	-2.5	0.2	5.0	-4.8	2.2	3.9	-1.9	5.2	7.0	6.41	< 0.05	< 0.05	0.788

^a Based on results of cluster analysis, four different corn silage groups differing for ensiling procedures were identified: cluster 1 = piles and bags; cluster 2 = bunkers uniformly covered with tyres, gravel bags, tile or sand; cluster 3 = bunkers irregularly covered with tyres or gravel bags; cluster 4 = uncovered bunkers.

^b NH₃-N, ammonia nitrogen; TN, total nitrogen; AA, acetic acid; DM, dry matter corrected for the volatile losses that occur during oven drying in agreement with NorFor²⁷ equations; PA, propionic acid; BA, butyric acid; Iso-BA, isobutyric acid; VA, valeric acid; Iso-VA, isovaleric acid; LA, lactic acid; PenR, penetration resistance; dT, feed-out face temperature minus environment temperature.

Valutazione rapida insilati: termografia

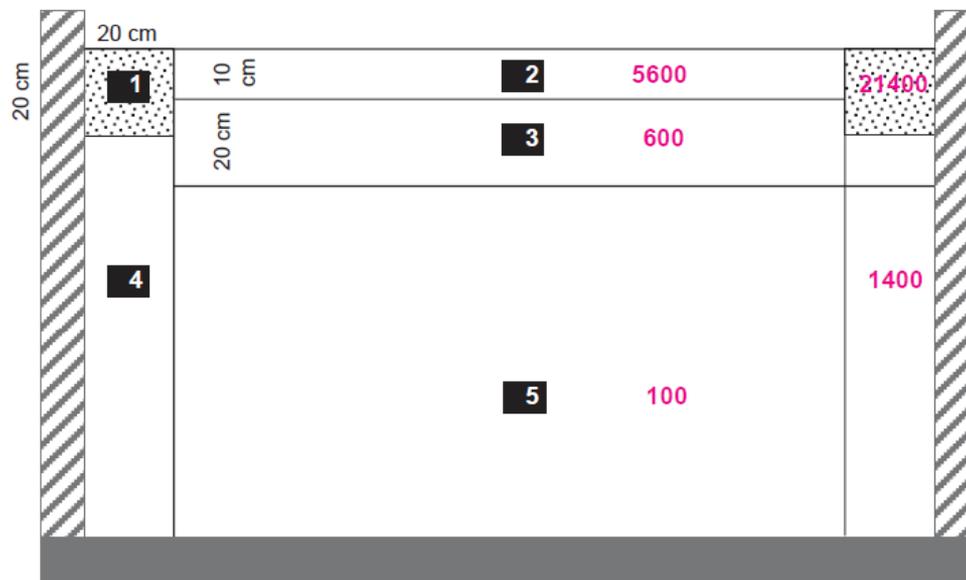
Monitoraggio qualità e stabilità silomais con uso termocamere
-possibile campionamento mirato di zone «problema»



Insilati e sporigeni

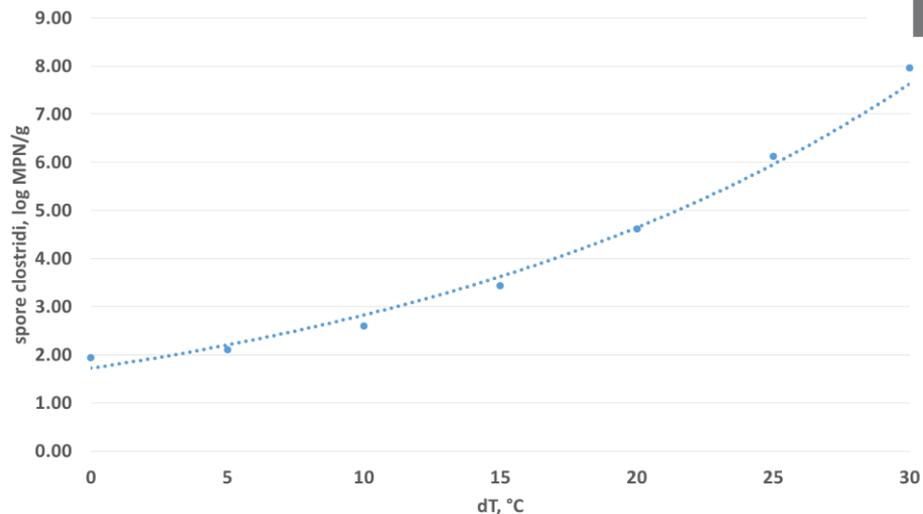
Demarquilly C. (1998)

Figure 1. Répartition de la contamination butyrique en nombre de spores/g à l'intérieur d'un silo (moyenne de 4 silos d'ensilage de maïs). D'après ITEB 1985.



Tabacco et al. (2009)

Contenuto in spore di clostridi in funzione del differenziale di T tra silomais e esterno



Le fonti di variabilità

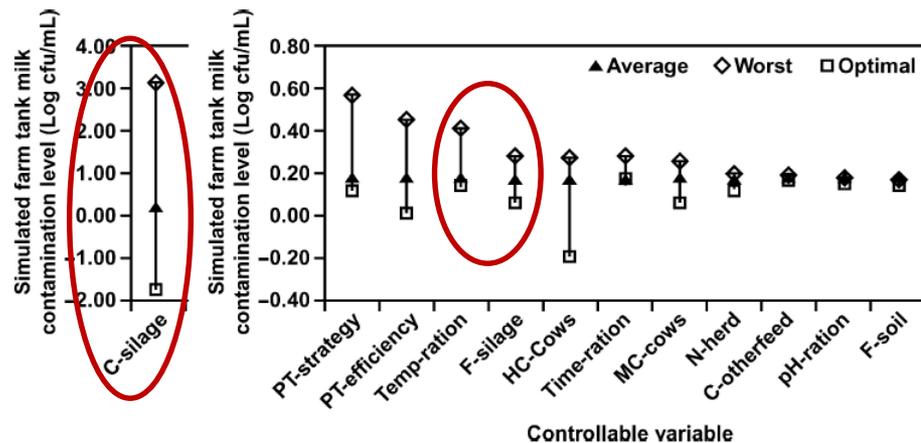


Figure 1. Simulated impact of the different controllable variables on the mean bulk tank milk contamination level; the controllable variables (x-axis) are defined in Table 3. ▲ = All controllable variables fixed on average value; ◇ = specific variable fixed on worst value and all other variables on average value; □ = specific variable fixed on optimal value and all other variables on average value. Average, worst, and optimal values are given in Table 3. A separate y-axis was used for the average silage contamination level because the impact of this controllable factor exceeded, by far, the impact of the other factors.

Variabilità contenuto spore silomais

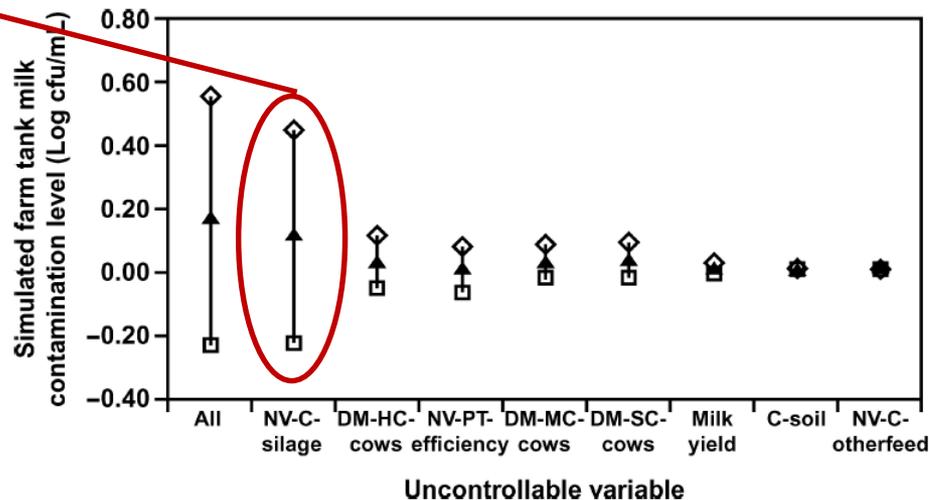


Figure 2. Simulated impact of uncontrollable variables on the variation of bulk tank milk contamination with average values for the controllable variables; uncontrollable variables (x-axis) are defined in Table 4. ▲ = Mean of the bulk tank milk contamination level; ◇ = 95% percentile value of the simulated farm tank milk contamination level; □ = 5% percentile value of the simulated farm tank milk contamination level.

Vissers et al., (2006)

La relazione tra pianta e specie contaminante (e località?)

C. beijerinckii

C. tyrobutyricum

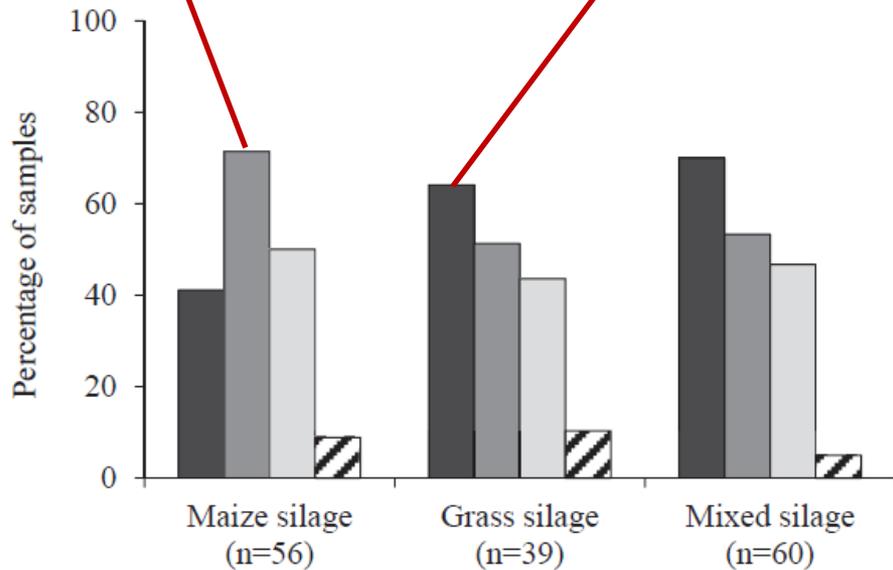


Fig. 1. The incidence of *C. tyrobutyricum* (■), *C. beijerinckii* (■) and *Paenibacillus* spp. (□) in samples of maize, grass and mixed silage, as assessed by PCR assays for these bacteria in positive MPN tubes obtained in BAB spores determination. The hatched bar (▨) depicts the proportion of samples in which none of the three species was detected.

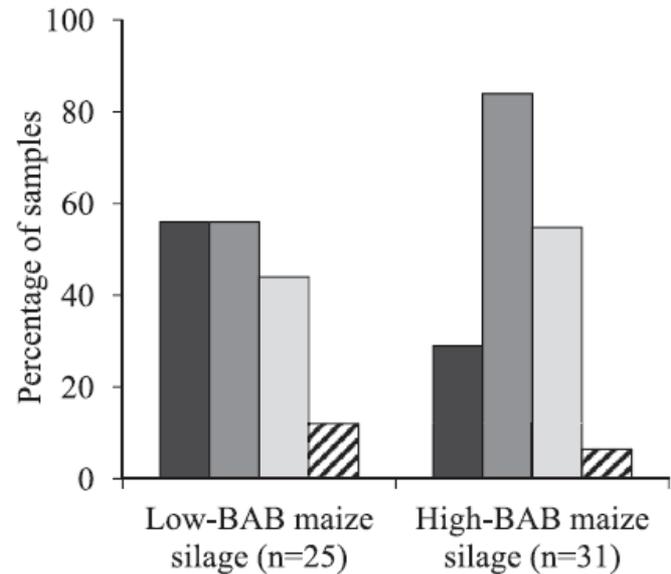


Fig. 2. The incidence of *C. tyrobutyricum* (■), *C. beijerinckii* (■) and *Paenibacillus* spp. (□) in samples of maize silage with less or more than 4.0 log BAB spores g⁻¹ (Low-BAB maize and High-BAB maize, respectively), as assessed by PCR assays for these bacteria in positive MPN tubes obtained in BAB spores determination. The hatched bar (▨) depicts the proportion of samples in which none of the three species was detected.

Driehuis et al., (2016)

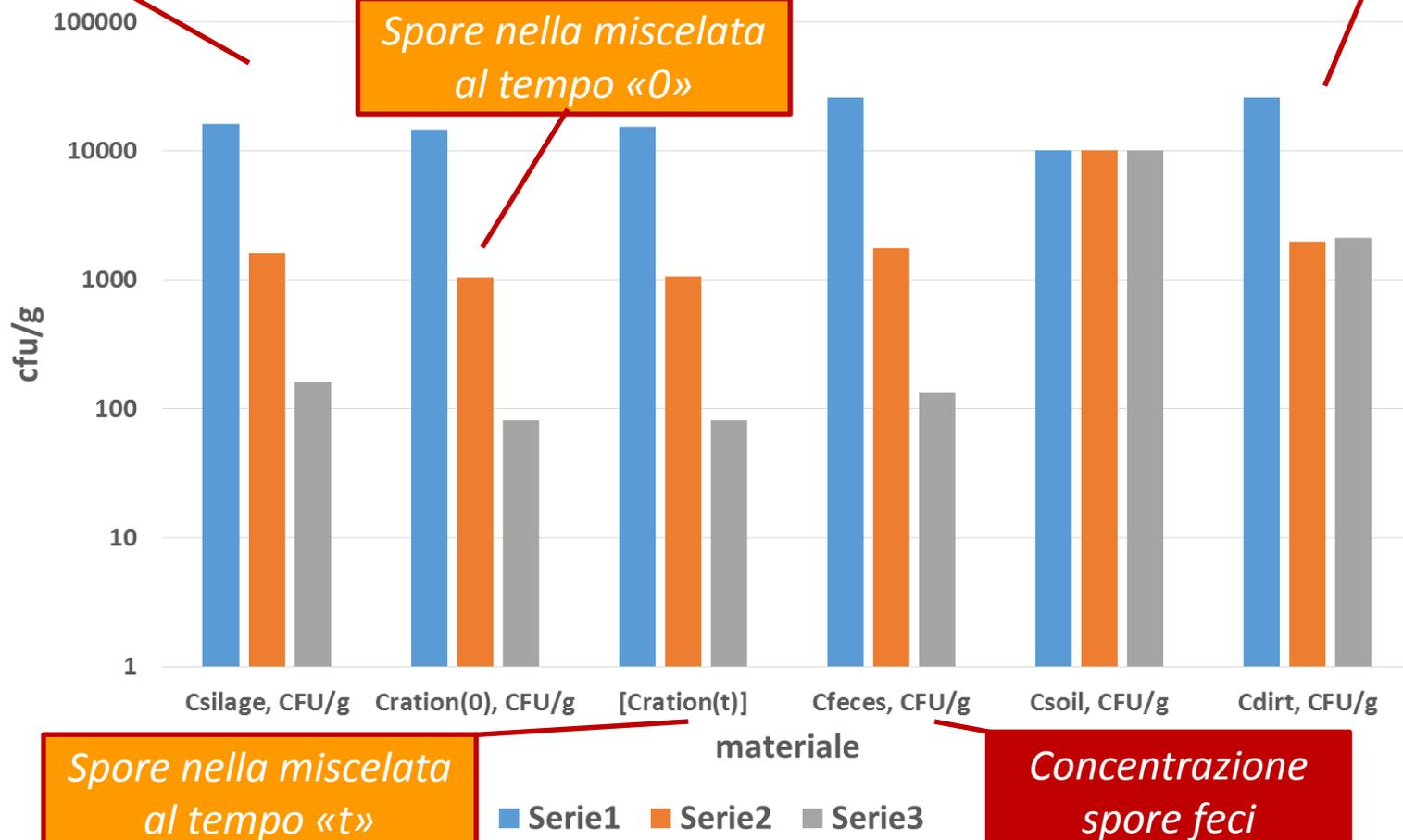
La contaminazione da sporigeni

Le fonti di variabilità Vissers et al., (2006)

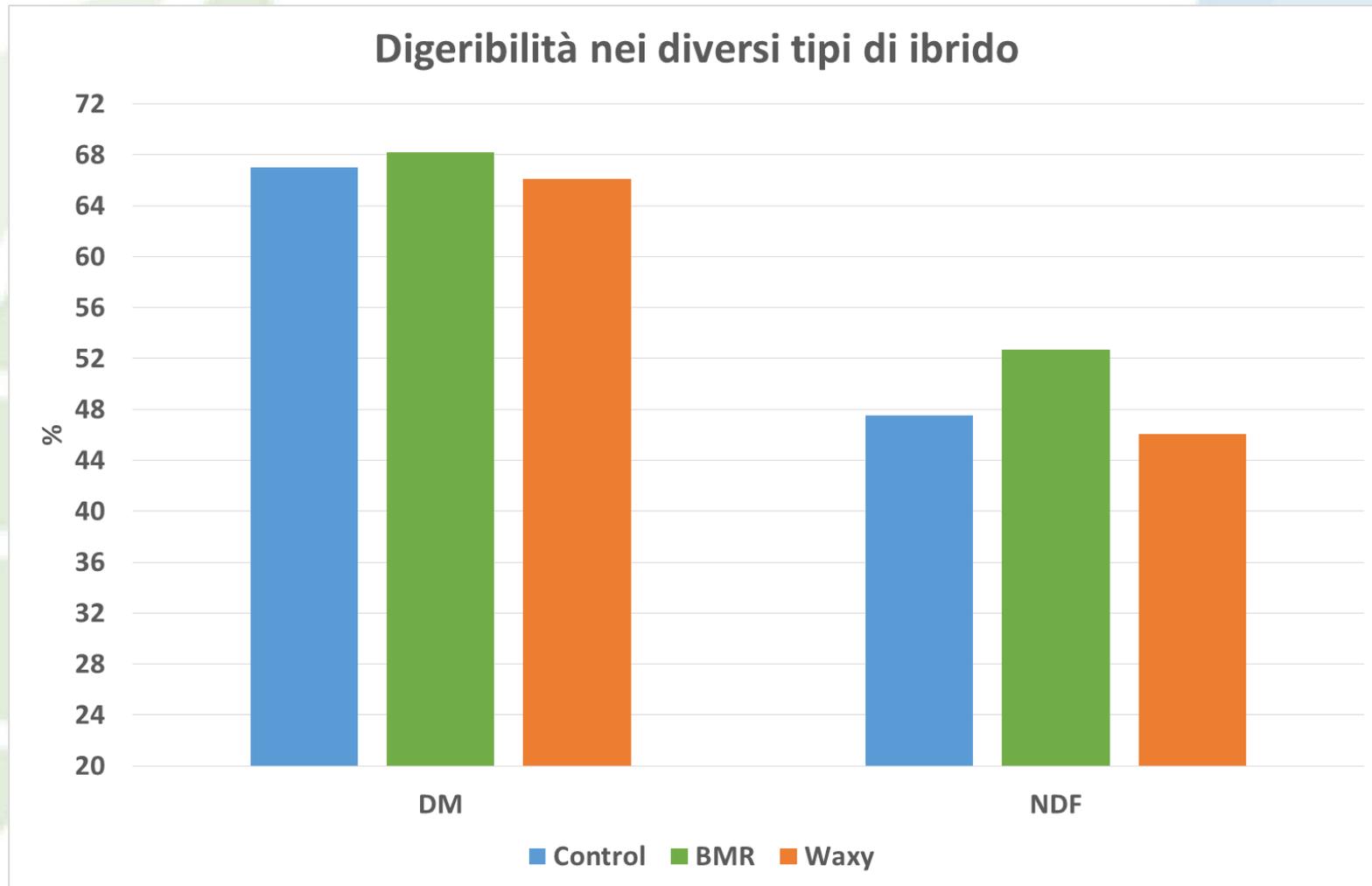
Spore insilato

*Sporco
mammella*

Ciclo aziendale degli sporigeni



Dati di Barlow et al. (2012)



Nuovi tipi trattamento meccanico alla raccolta sono interessanti (ma da approfondire su bovina)

- Non crea particolari problemi alla conservazione (se si lavora bene in compattamento)
- **Da chiarire effetto su parametri digeribilità**
- TMR risulta più equilibrato

Insilato è solo una componente del sistema, ma la cura nella sua realizzazione è la base per contenere possibili problemi derivanti da microflora sporigena

-avere un prodotto ben conservato (sicurezza su requisiti microbiologici) e disponibile tutto l'anno (costanza della dieta) ⇒ monitoraggio qualità conservazione anche tramite sistemi rapidi (es. termocamere)

Progetti in corso

PSR 1.02.01 DIM4ZOO: per conoscere le opportunità delle tecnologie digitali in allevamento

rosanna.marino@crea.gov.it

PSR 1.02.01 NEW4REP: per conoscere le novità nella gestione della riproduzione bovina e suina

francesca.petrera@crea.gov.it

Cremona Food-LAB (Fondazione Cariplo + Regione Lombardia): per la qualità degli insilati nella filiera Grana Padano DOP

fabiopalmiro.abeni@crea.gov.it

Ringraziamenti

ASSOCIAZIONE VENETA ALLEVATORI



A tutti voi per l'attenzione

fabiopalmiro.abeni@crea.gov.it