



**divas**

DIPARTIMENTO DI MEDICINA  
VETERINARIA E SCIENZE ANIMALI

# La tecnica unifeed: una procedura chiave nella moderna zootecnia

F.M. Tangorra<sup>1</sup>, A. Calcante<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Medicina Veterinaria e Scienze Animali

<sup>2</sup>Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Produzione, Territorio, Agroenergia

Cremona, 2 dicembre 2022



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO

## Cos'è la tecnica unifeed, nota anche come TMR (total mixed ration)?

- È un metodo di alimentazione delle bovine che combina prodotti diversi (foraggi, cereali, mangimi proteici, minerali, vitamine, additivi,...) in un'unica miscela



- Implica che:
  - I singoli componenti siano pesati in modo da ottenere razioni corrispondenti ai fabbisogni energetici e nutrizionali delle bovine, stimati in base al loro stato fisiologico e produttivo;
  - Tutti gli ingredienti siano accuratamente miscelati tra loro in modo da limitare la possibilità che gli animali scelgano quelli più appetibili e, quindi, garantire che ogni boccone ingerito contenga tutti gli alimenti secondo gli apporti stabiliti dalla razione teorica;
  - La razione sia il più possibile costante durante l'anno in termini di presenza di foraggi, quindi deve essere basata su foraggi conservati (fieni e insilati) e non sull'alternanza tra foraggi verdi (primavera-estate) e foraggi conservati (autunno-inverno);
  - Gli animali siano divisi in gruppi omogenei per esigenze fisiologiche e livello produttivo;
  - Vi sia un certo livello di meccanizzazione in cui il carro (trincia) miscelatore costituisca il dispositivo principale e indispensabile.



- Le prime notizie note sulla somministrazione di "razioni complete" a vacche da latte risalgono circa al 1950:

K.E. Harshbarger **Self-feeding a ground hay and grain ration to dairy cows**  
J. Dairy Sci., 35 (1952), p. 501 (Abstr.)

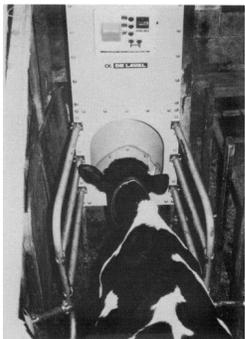
- Uno dei primi articoli riportanti i vantaggi della somministrazione di razioni complete (TMR) rispetto alla somministrazione di foraggi integrati con concentrati risale al 1966:

McCoy et al. **Complete Feed Rations for Lactating Dairy Cows**  
J. Dairy Sci., 49 (1966), pp. 1058-1063



- Cronologia dei principali sviluppi relativi all'alimentazione con razioni TMR e fattori concomitanti:

Inizio  
anni '60

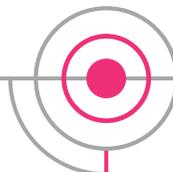


Sviluppo primi  
carri miscelatori



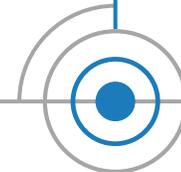
Fine  
anni '60

Anni '70



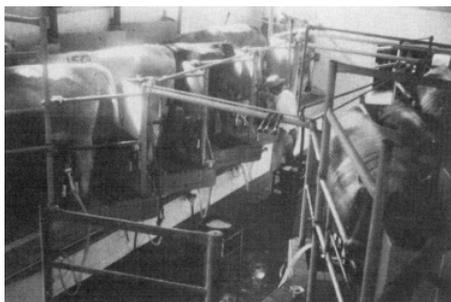
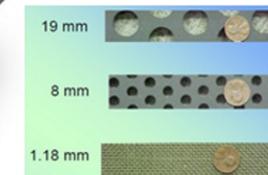
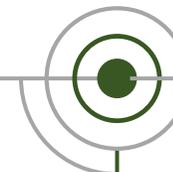
Spostamento verso la  
stabulazione libera e  
la stabulazione in  
grandi gruppi

Aumenta l'uso  
dei sottoprodotti  
agroindustriali  
nelle razioni



Anni '90

1996

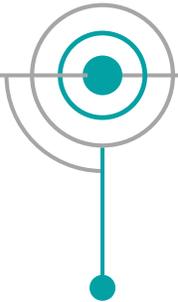


## Utilizzo TMR altri Stati:

- Israele: 100% delle aziende ( $\bar{X}$  = 125 capi);
- Giappone: quasi totalità delle aziende medio-grandi (> 100 capi);
- Sud Africa: 38% aziende ( $\bar{X}$  = 360 capi);
- Australia: 1% delle aziende ( $\bar{X}$  = 490 capi)

(FAO and IDF, 2014)

2014



2021



2029



## Mercato globale dei miscelatori per alimenti zootecnici:

**698.8 mil USD**

Fortune Business Insight

**927.5 mil USD**  
**CGAR = 3.7%**

Fortune Business Insight

## Tipologie:

trainato  
a coclee orizzontali



trainato  
a coclee verticali



semovente  
a coclee orizzontali



semovente  
a coclee verticali



autonomo trainato  
da autocarro



semovente  
a 3 ruote



stazionario  
con motore elettrico

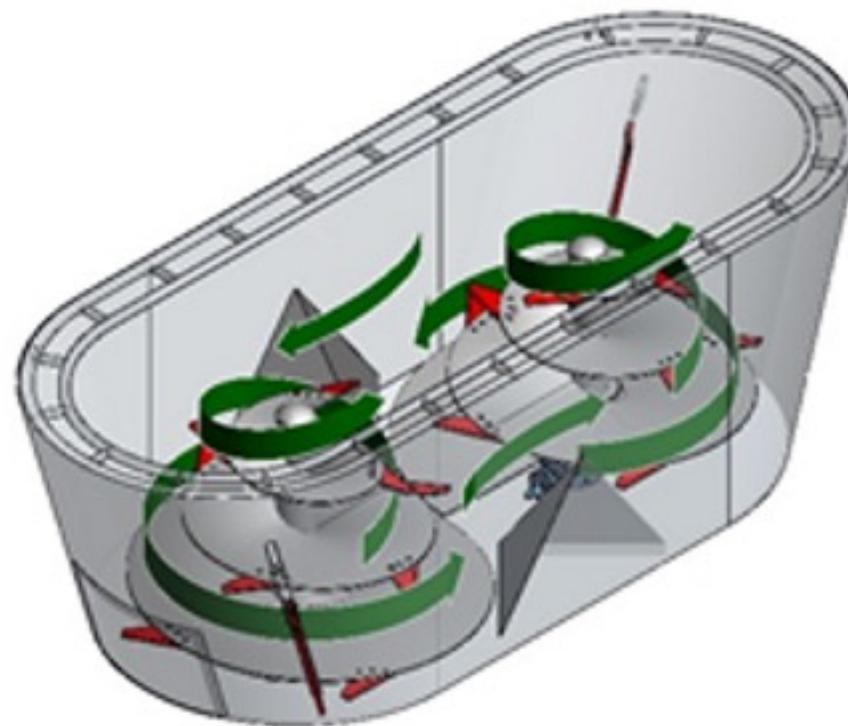


## Sistemi a 3-4 coclee orizzontali

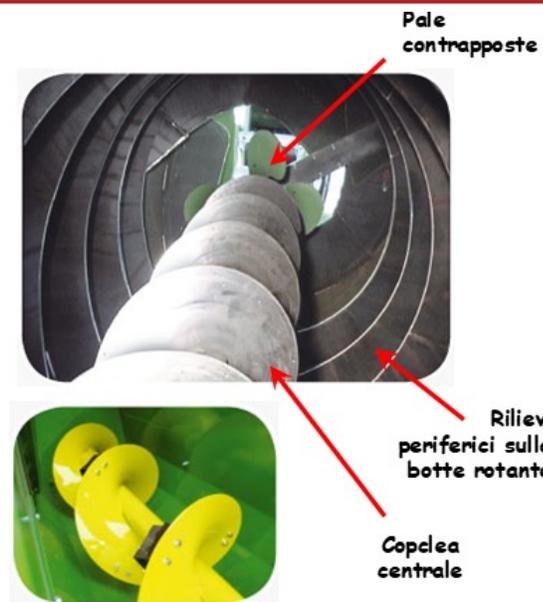
## Sistemi a 1-2 coclee orizzontali



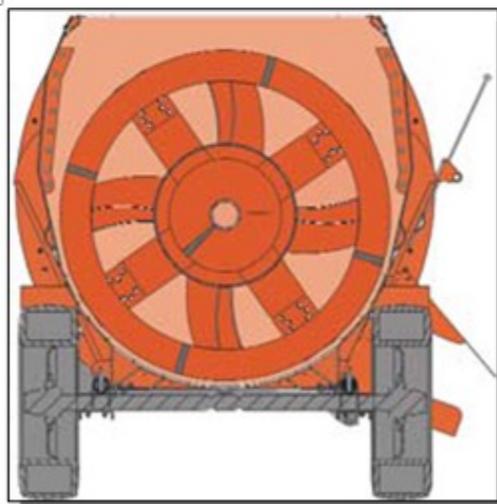
## Sistemi a 1-3 coclee verticali



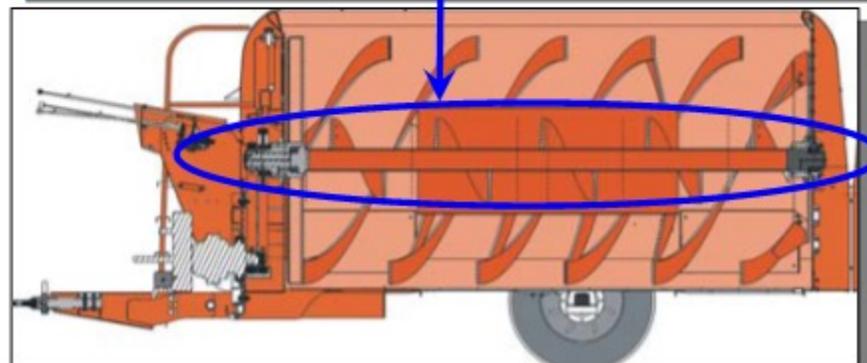
# Sistemi a botte rotante



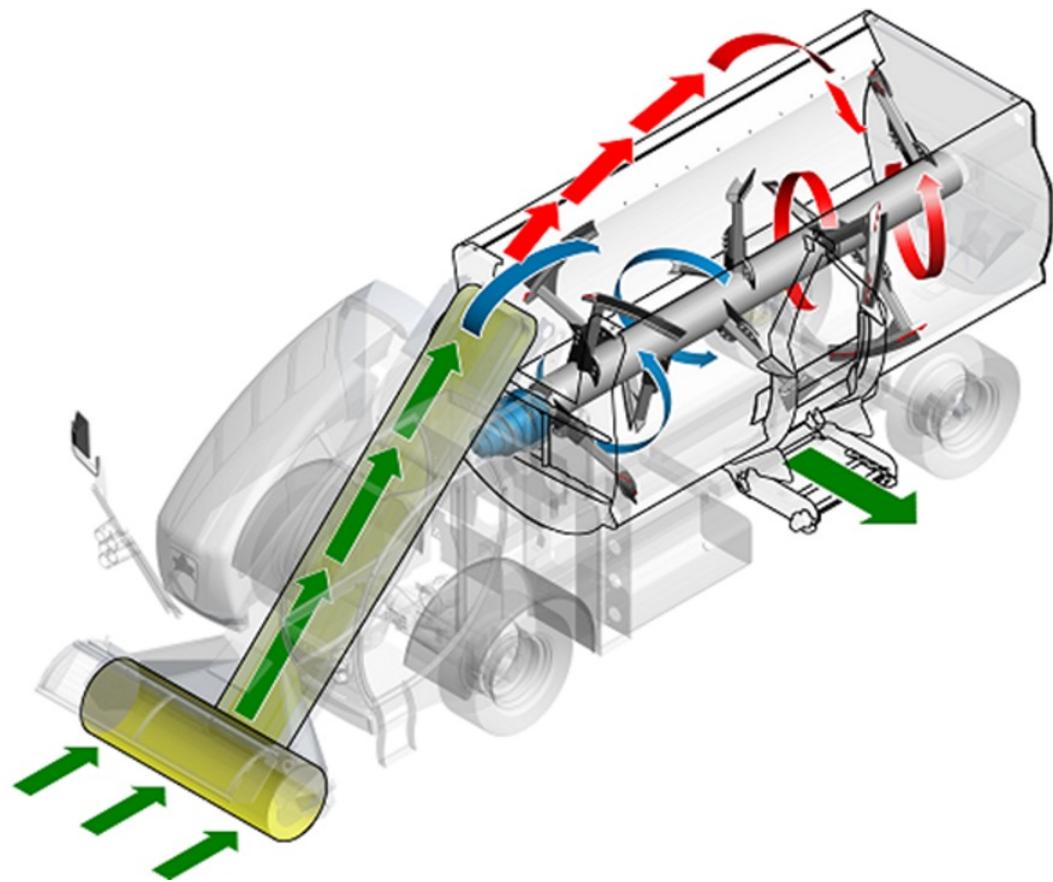
## Sistemi ad aspo



Coclea tubolare contro-rotante : completa il flusso di miscelazione longitudinale



# Sistemi a pale

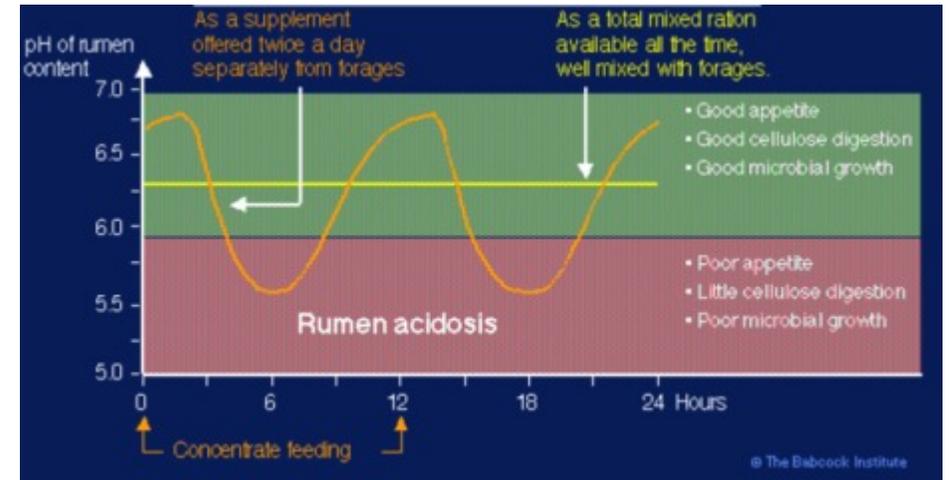


# Principali vantaggi della razione TMR:

- Sono riconducibili ai seguenti punti:

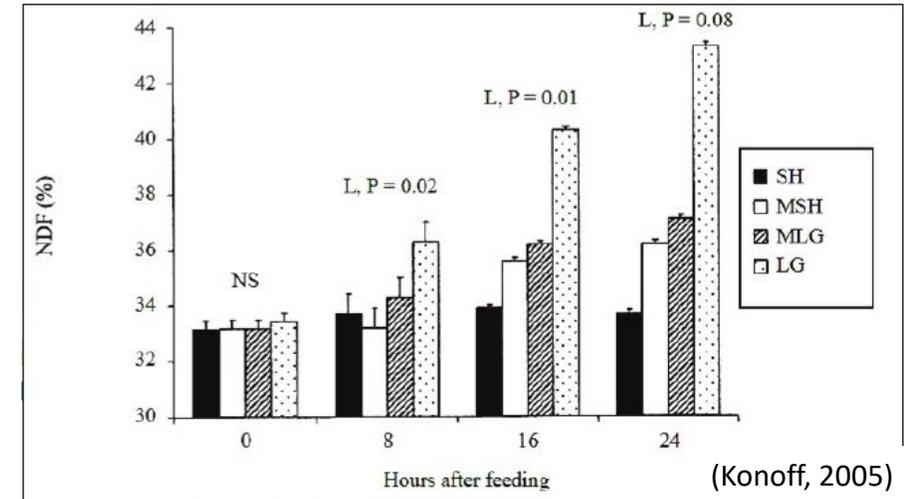
- Il sistema di pesatura del carro consente di dosare con precisione la quantità di alimenti che costituiscono la razione;
- La razione viene utilizzata in più pasti nell'arco della giornata garantendo un andamento più costante ed equilibrato delle fermentazioni;
- Aumenta l'ingestione di SS per la riduzione dell'effetto ingombro dei foraggi che vengono trinciati;
- Gli stoccaggi degli alimenti possono essere gestiti più razionalmente;
- Si riducono i costi di manodopera legati alla preparazione e alla distribuzione delle razioni

**Maggior produzione di latte**



## Alcune criticità della razione TMR:

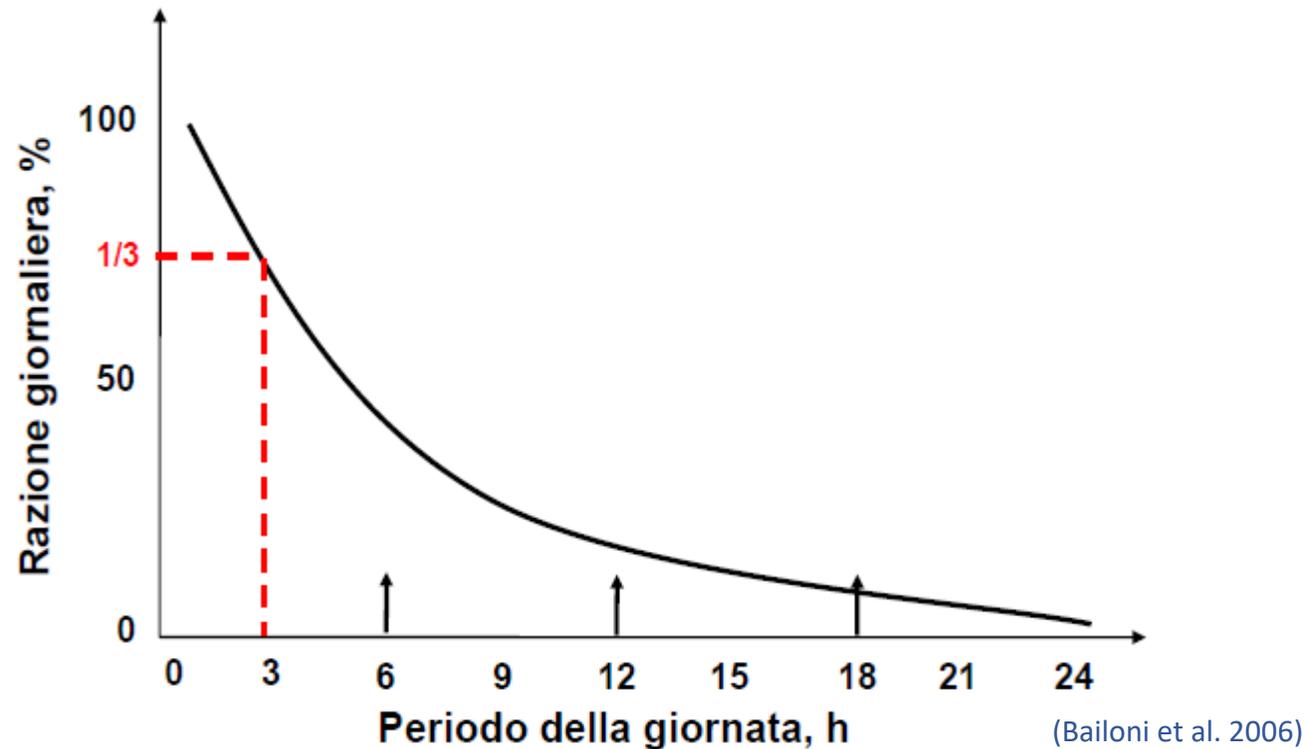
- Sono riconducibili ai seguenti punti:
  - Soddisfa i fabbisogni nutrizionali della «vacca media»;
  - Accetta che ci siano animali sovra- o sotto-alimentati all'interno dello stesso gruppo;
  - Si basa sul «residuo in mangiatoia» (6-8%) per valutare la giusta quantità distribuita;
  - Sono potenzialmente soggette a selezione variando nella loro composizione chimico-fisica nel corso del periodo di disponibilità in mangiatoia;



Tenore in NDF della razione distribuita (h 0) e dei relativi residui in mangiatoia dopo 8, 16 e 24 h dalla distribuzione in funzione del grado di trinciatura:

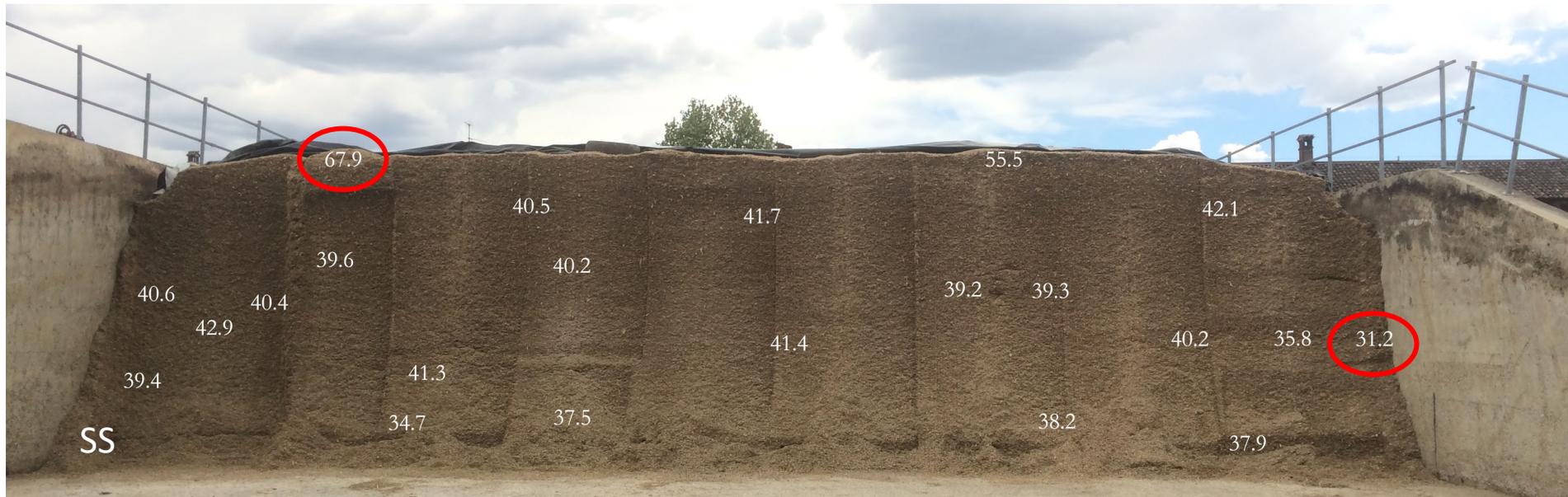
- SH=foraggio corto (TMR  $\geq$  19 mm = 2,8 %);
- MSH=foraggio mediamente corto (TMR  $\geq$  19 mm = 6,7 %);
- MLG=foraggio mediamente lungo (TMR  $\geq$  19 mm = 11,1 %);
- LG=foraggio lungo (TMR  $\geq$  19 mm = 15,5 %).

- Il limitato numero di distribuzioni (una o due al giorno) spinge le bovine ad assumere rapidamente circa il 30% della quantità giornaliera di alimento entro le prime 3 ore dalla distribuzione, attivando un'evidente competizione in mangiatoia;

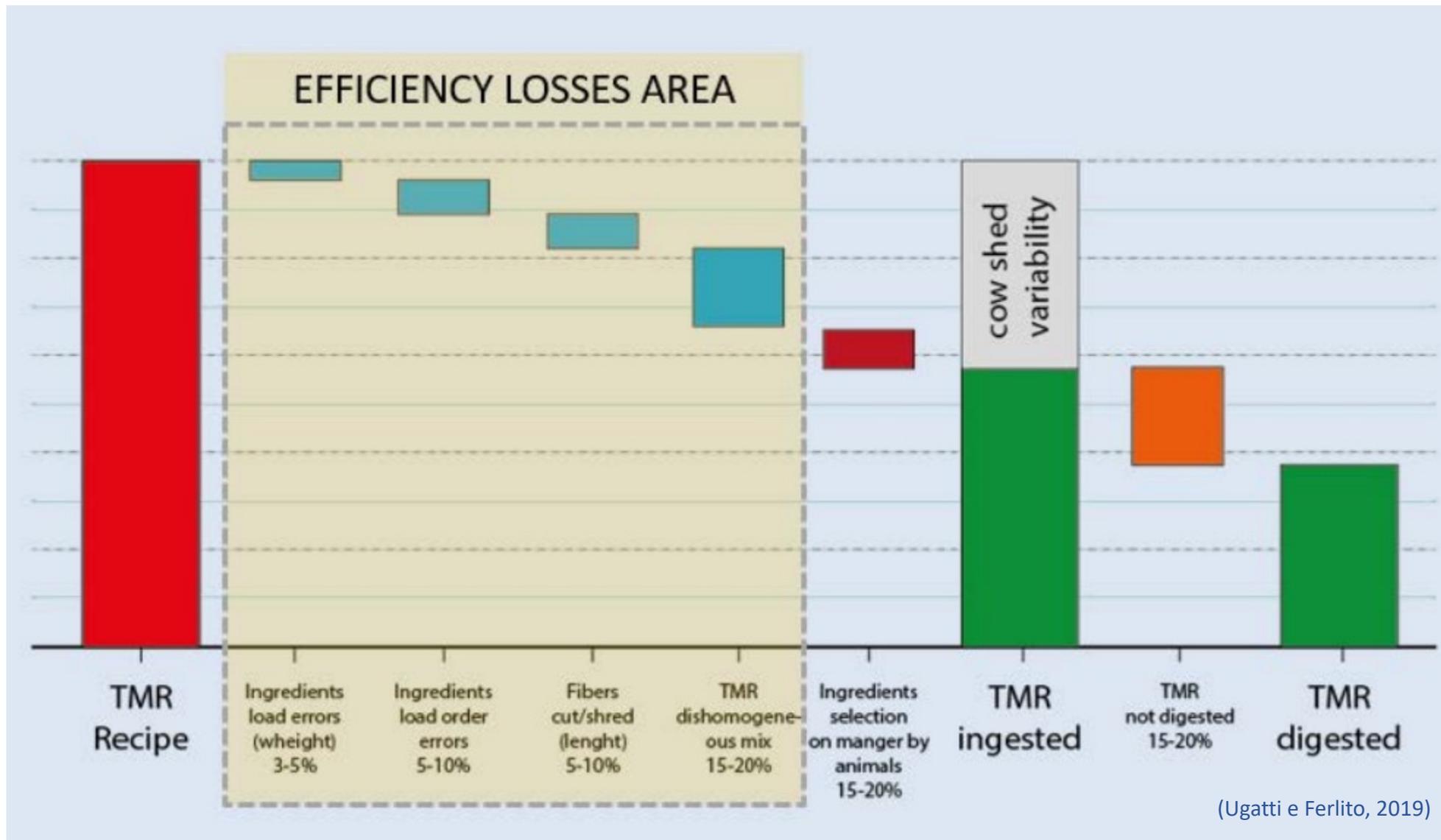


Grado di riempimento della mangiatoia nelle 24 ore successive alla distribuzione di razioni unifeed

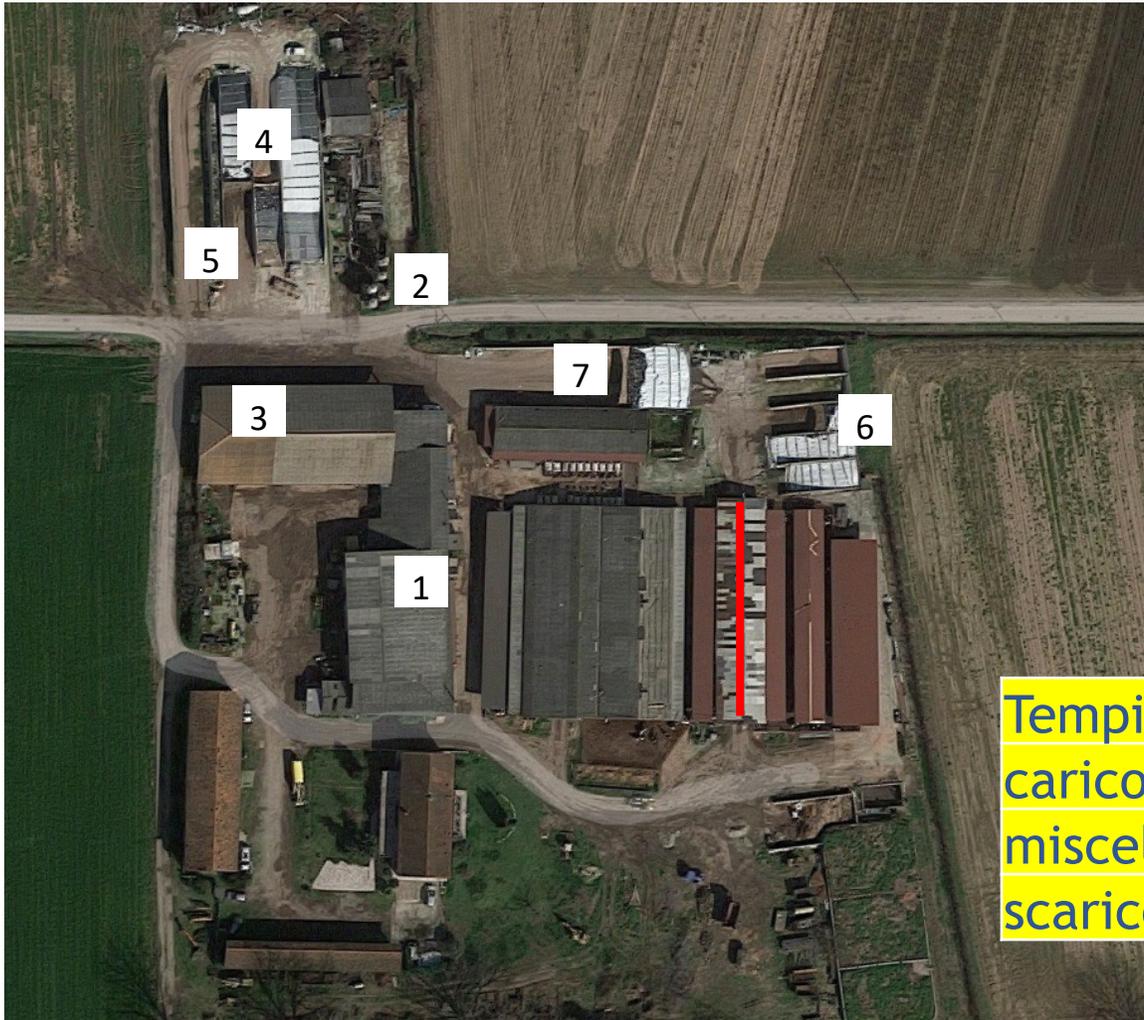
- i diversi componenti usati per preparare la razione possono subire variazioni del contenuto di umidità durante la conservazione (tipo di stoccaggio, condizioni meteo) che possono condizionare l'ingestione complessiva di sostanza secca e la produzione di latte



- fortemente soggetto ad errori gestionali (personale, attrezzature, tarature, ecc.)



# Sequenza di carico e tempi

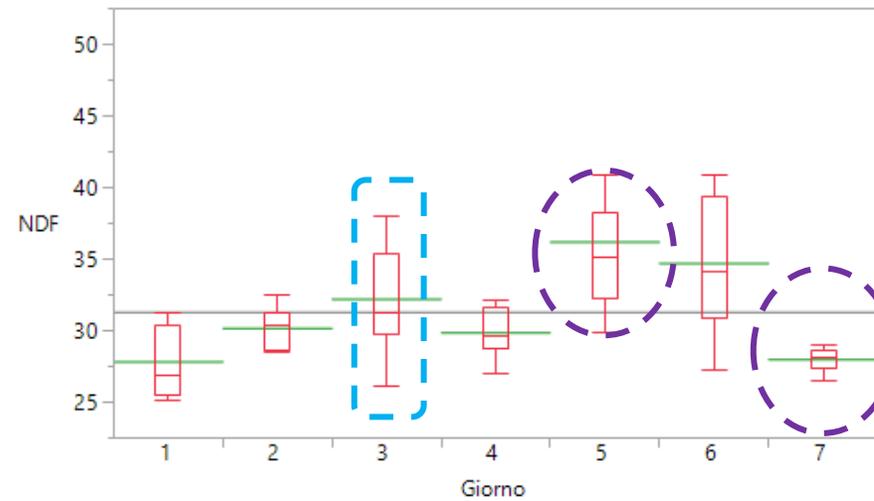
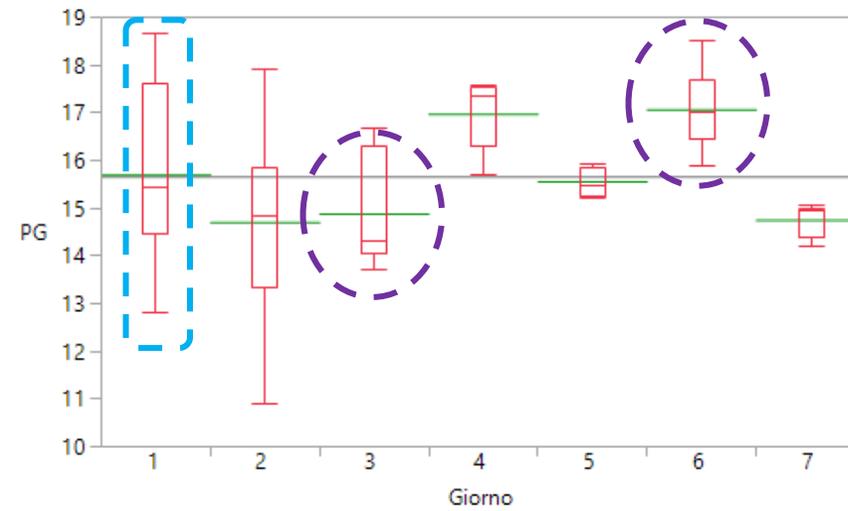
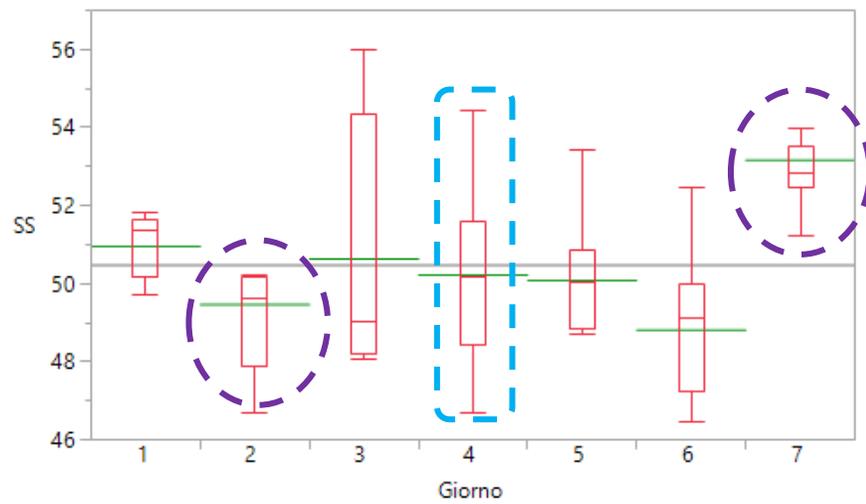


1. Farina di mais
2. Nucleo + farina di soia
3. Paglia + fieno
4. Pastone
5. Insilato d'erba I taglio
6. Insilato d'erba IV taglio
7. Silomais

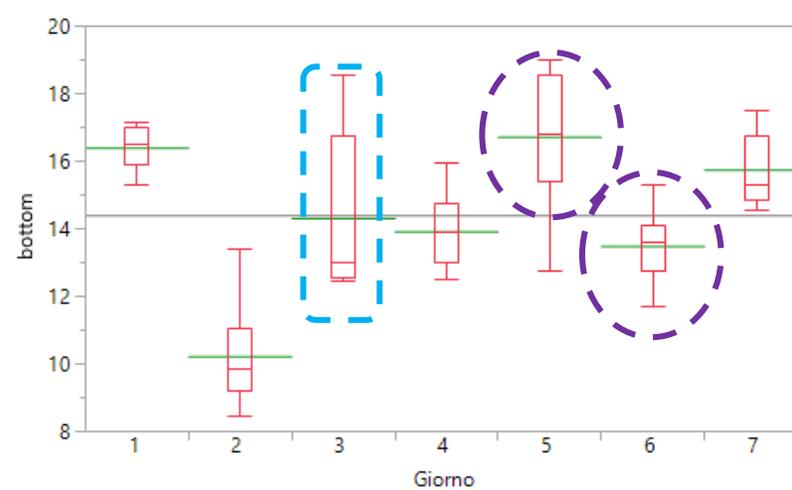
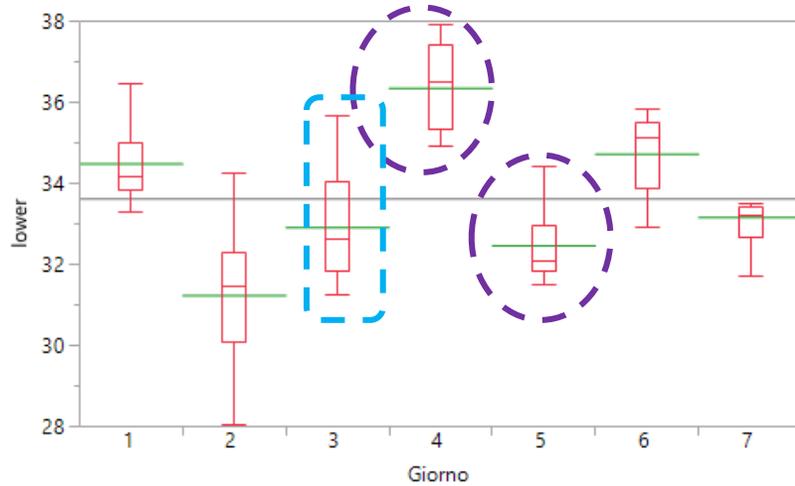
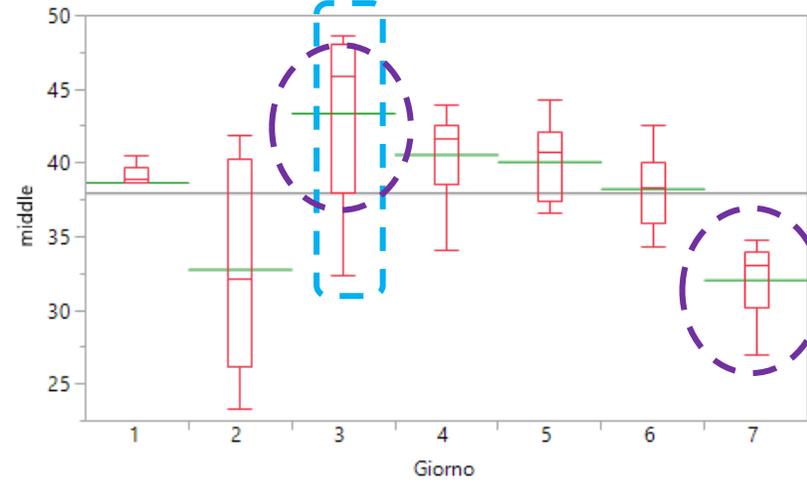
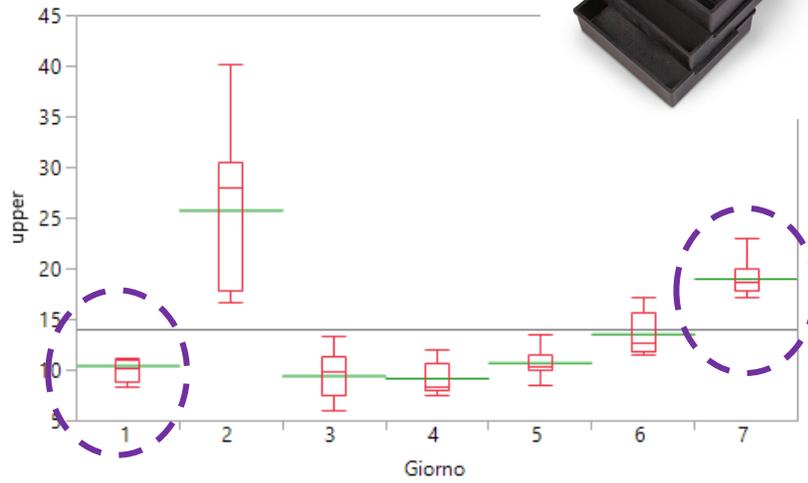
Tempi (min)*	Media	Dev. Std
carico	30,5	5,5
miscelazione	8,8	4,6
scarico	4,0	1,3

\*rilevi su 7 giorni

# SS, PG, NDF



# PennState Separator



	upper (%)	middle (%)	lower (%)	bottom (%)
Linee guida	2-8	30-50	10-20	30-40



# Effetto del livello di riempimento, tempo di trinciatura e tempo di miscelazione sull'omogeneità di una razione unifeed

- Per valutare simultaneamente l'effetto dei fattori ( $x_1$  = livello di riempimento,  $x_2$  = tempo di trinciatura,  $x_3$  = tempo di miscelazione) sull'omogeneità della razione unifeed è stato utilizzato un Face Centered-Central Composite Design (FC-CCD)
- Ogni fattore è stato valutato a tre diversi livelli:
  - $x_1$  = 40-70-100 % del volume nominale del cassone;
  - $x_2$  = 4-5-6 minuti;
  - $x_3$  = 4-5-6 minuti.
- L'omogeneità della razione è stata valutata in termini di coefficiente di variazione (CV, %) del contenuto in: Sostanza secca (SS, %tq); Proteina grezza (PG, %ss); Fibra neutro detersa (NDF, %ss);



Carro trincia-miscelatore 2 coclee verticali

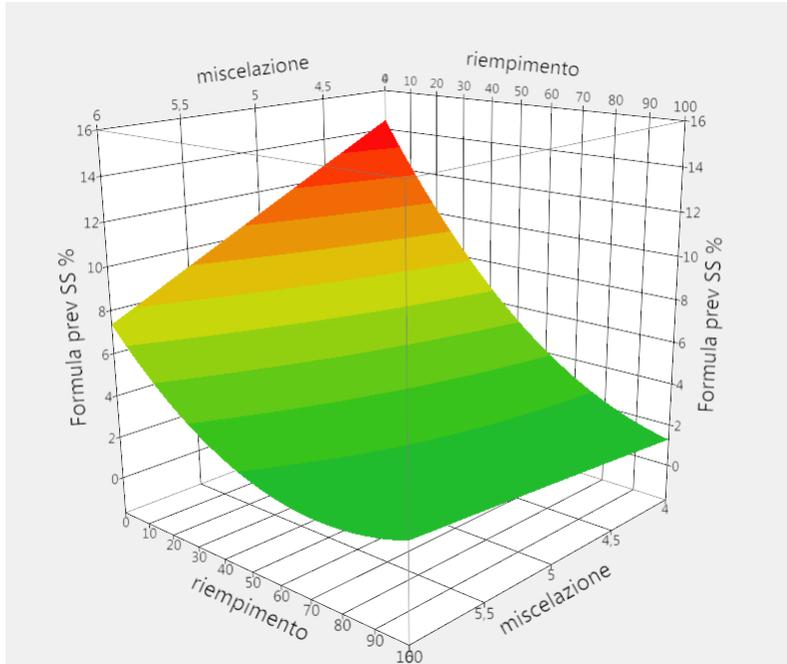
N.	NOME INGREDIENTE	[Kg]
1	SILOMAIS	21,5
2	NUCLEO AZIENDALE	8,2
3	FIENO POLIFITA FASCIATO	2
4	FIENO DI MEDICA	2
5	FIENO LOIETTO	1,7
6	PASTONE MAIS GRANELLA	1,4
7	MELASSO CANNA DA ZUCCHERO	0,7
	TOT.	37,5

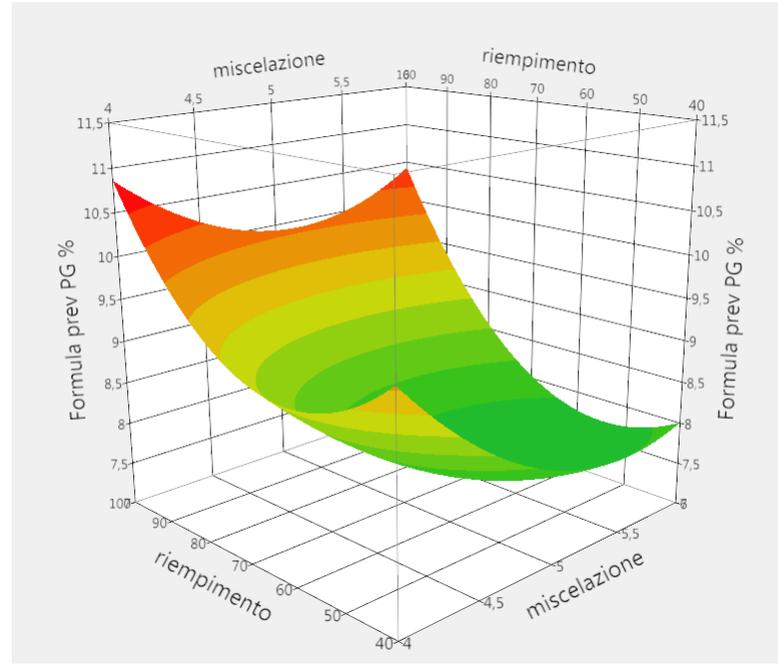
SS %tq	Cen %ss	PG %ss	EE %ss	FG %ss	NDF %ss
54,3	6,8	12,8	2,6	14,4	35,1

# Superfici di risposta

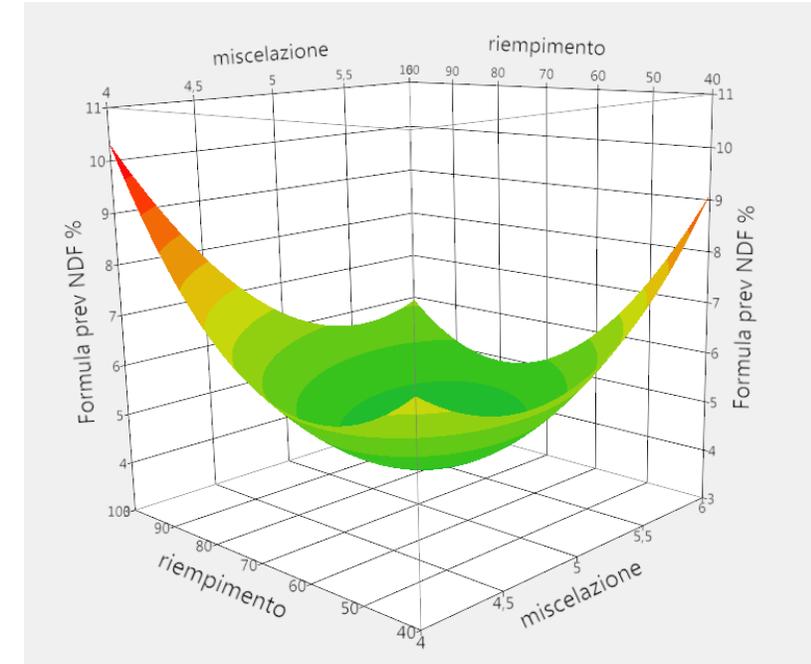
*CV (%), SS (%tq)*



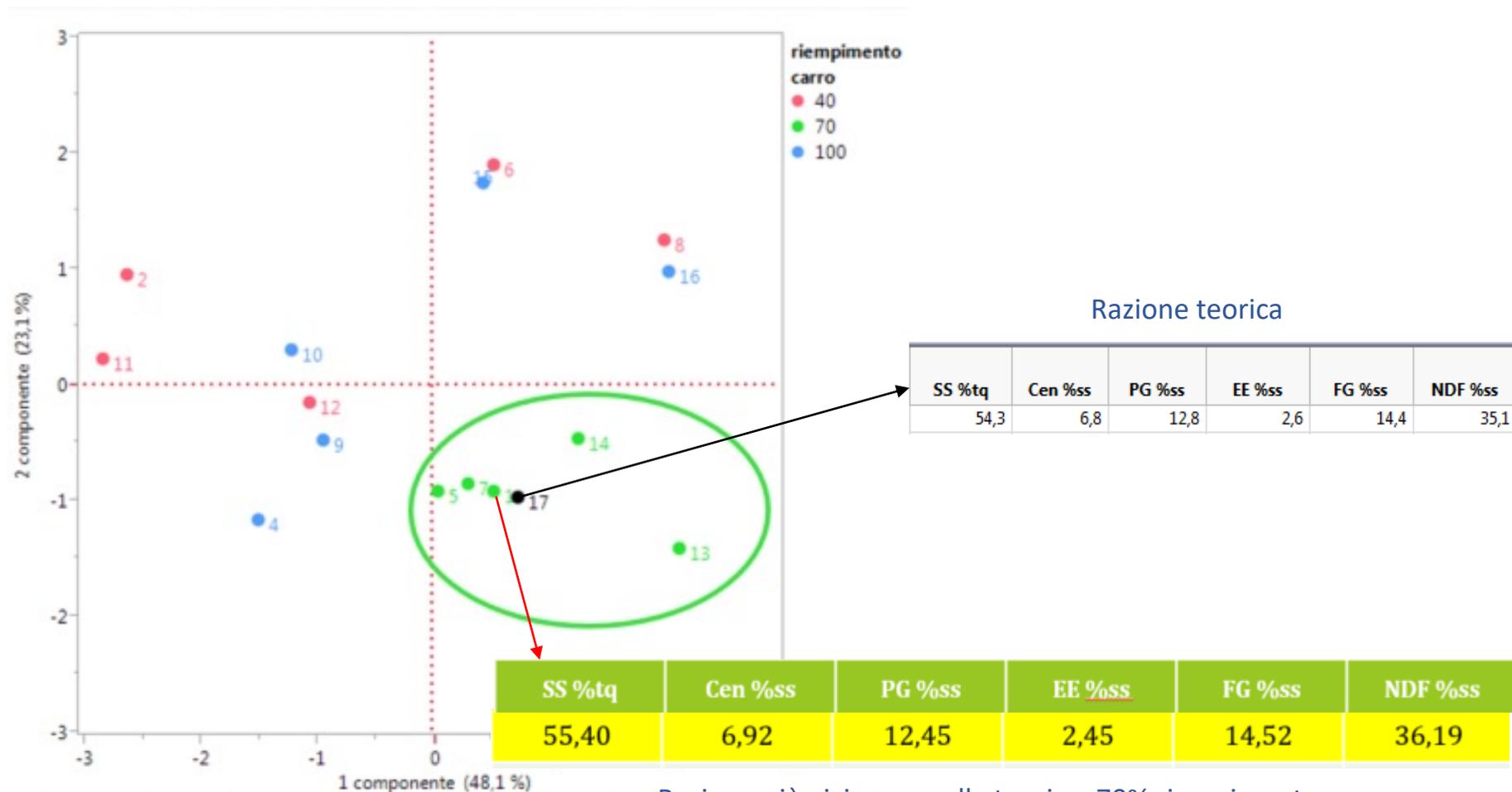
*CV (%), PG (%ss)*



*CV (%), NDF (%ss)*

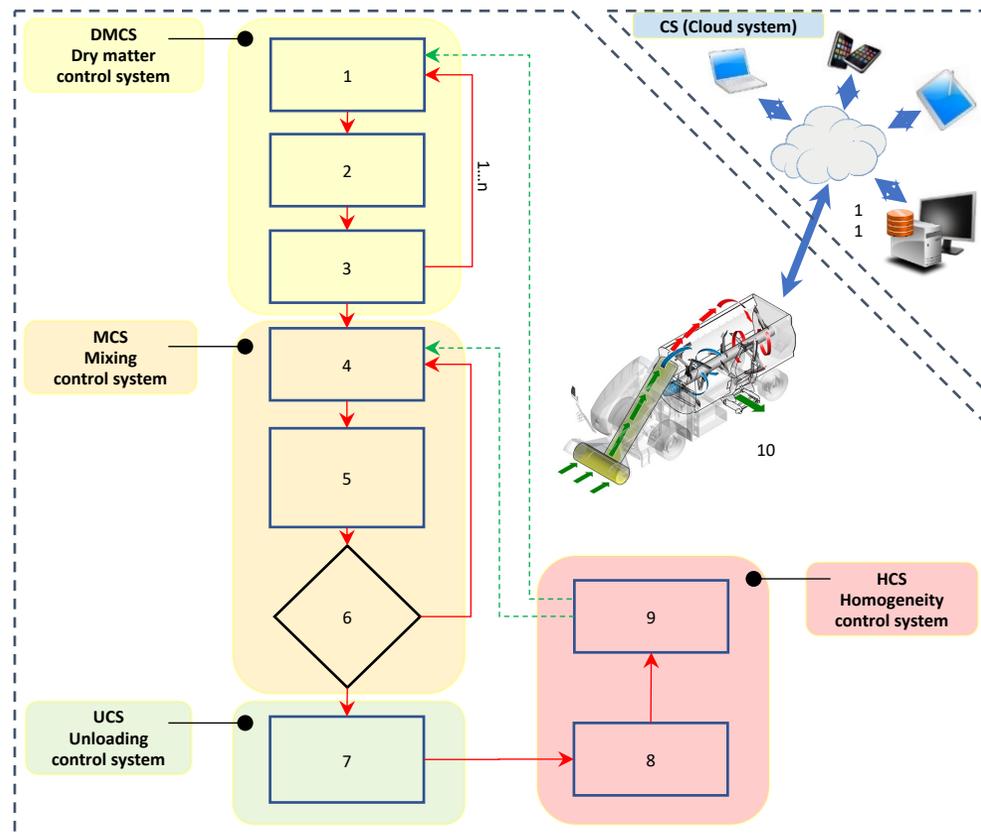


# Analisi delle componenti principali



Razione più vicina a quella teorica: 70% riempimento,  
5 min trinciatura, 4 min miscelazione





1 to 11: subsystems network

## Precision Livestock Unifeed System (PLUS)

**Beneficiari:** Sgariboldi s.r.l., PTM s.r.l., Università degli Studi di Milano (Dipartimenti VESPA e DISAA)

**Descrizione progetto e finalità:** Il progetto si propone di sviluppare un carro trincia-miscelatore semovente innovativo per la preparazione e distribuzione assistite della razione unifeed (TMR) alle bovine da latte. Il termine "assistite" rappresenta la parola chiave del progetto e si riferisce alla realizzazione di un "sistema carro" che integri diversi sottosistemi sensoristici di controllo in grado, sia di assistere l'operatore nelle fasi di preparazione e distribuzione della razione, sia di fornire all'agricoltore uno strumento per valutare l'efficienza tecnico-economica del processo.

### Risultati attesi:

- Controllo in tempo reale e in remoto di: carico, miscelazione e distribuzione della razione unifeed;
- Riduzione degli scostamenti tra razione teorica e distribuita;
- Aumento delle prestazioni produttive, stato di salute e benessere delle bovine da latte;
- Maggiore produttività del lavoro e minor consumo di energia.

REALIZZATO CON IL SOSTEGNO DI



**UNIONE EUROPEA**  
Fondo europeo di sviluppo regionale



Regione  
Lombardia



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
DIPARTIMENTO DI MEDICINA VETERINARIA  
E SCIENZE ANIMALI

POR FESR 2014-2020 / INNOVAZIONE E COMPETITIVITÀ





Fig. 1. The microwave moisture sensor positioned behind the loading drum of the TMR mixer wagon.



Fig. 1. NIR sensor mounted outside the mixing hopper (on the left); spectrometer measuring head at the bottom of the hopper and close to the unloading belt conveyor (on the right).

**Table 2.** Dry matter (DM) content (%), crude protein (CP), ether extract (EE), ash, neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF) and starch (% of DM) contents of TMR. Values are expressed as means  $\pm$  SD

TMR nutrients	TMR delivered	TMR inside the hopper	<i>P</i>
DM	48.6 $\pm$ 2.1	48.8 $\pm$ 2.8	> 0.05
CP	14.6 $\pm$ 0.5	15.9 $\pm$ 1.0	< 0.01
EE	3.7 $\pm$ 0.2	3.1 $\pm$ 0.6	< 0.01
Ash	6.0 $\pm$ 0.5	6.5 $\pm$ 0.9	< 0.01
NDF	34.9 $\pm$ 2.5	35.4 $\pm$ 3.1	> 0.05
ADF	18.2 $\pm$ 1.3	23.0 $\pm$ 2.5	< 0.01
Starch	26.1 $\pm$ 1.8	25.8 $\pm$ 0.8	> 0.05

# Conclusioni

- La tecnica unifeed ha dei vantaggi innegabili;
- Alcune criticità, tuttavia, rischiano di compromettere la validità di questo tipo di razionamento: il fattore uomo è l'anello debole;
- L'implementazione di sistemi sensoristici (NIR, microonde, ultrasuoni, ...) può compensare, ma non eliminare, il fattore uomo, contribuendo a ridurre le inefficienze del processo





# Grazie per l'attenzione

## Domande?

