

# La zootecnia di precisione per una alimentazione sostenibile

**Fabio Abeni**

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

**22° Seminario annuale Bovini**  
**West Garda Hotel – Padenghe sul Garda**  
**Giovedì 23 – Venerdì 24 Gennaio 2020**  
**Giovedì, 23 gennaio 2020**



**PSR**  
2014 2020  
LOMBARDIA  
L'INNOVAZIONE  
METTE RADICI



Regione  
Lombardia

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale:  
l'Europa investe nelle zone rurali

## 1. evoluzione del controllo dell'alimentazione nella bovina da latte

**Alimentazione di precisione: processo di miglioramento delle tecniche di alimentazione degli animali, attraverso una **appropriata gestione quantitativa degli alimenti** disponibili con il supporto delle tecnologie digitali per la **gestione dell'informazione****

-inizio anni 80 del secolo precedente: apporto in carboidrati per la bovina era quantificato in **“fibra grezza”** per la parte **“strutturale”** e con il termine **“estrattivi inazotati”** per la parte non strutturale

-fine anni 70: frazioni fibrose neutro e acido deterse e lignina; carboidrati solubili in acqua, carboidrati non-strutturali e amido (Hall and Mertens, 2017)

Comprensione comportamento alimentare bovina:

1- distribuire, in forme e tempi adeguati (**attività della bovina**), l'alimentazione per fornire il giusto apporto in nutrienti come pianificato "a tavolino"

2- gestire (**economicamente sostenibile**) l'alimentazione di bovine tra loro diverse in gruppi (equilibri gerarchici, interazione con strutture)

-time-budget bovine per gestire tempi attività di gestione della mandria

-quando una vacca mangia, un'altra può essere stimolata a fare lo stesso; vacche che mangiano in gruppo mangiano di più rispetto a quando mangiano separatamente (Albright, 1993)

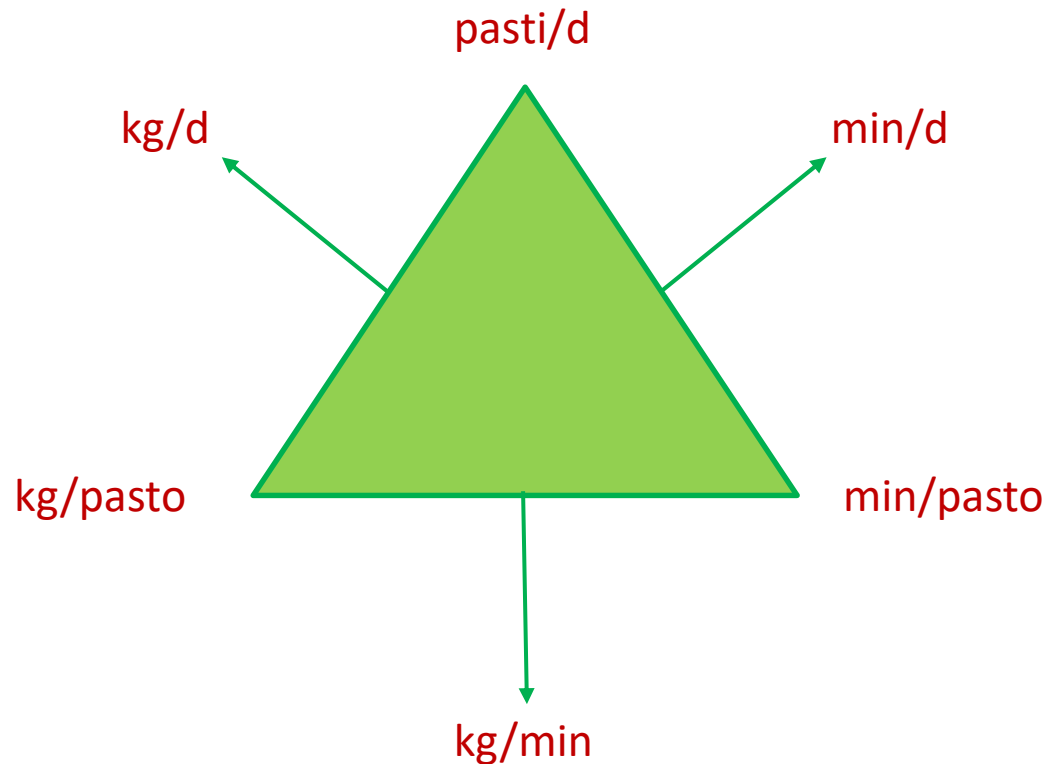
**-sorting**

**Fattori coinvolti, loro interrelazioni e rapporto con comportamento della mandria**

**Intervengono: appetibilità alimento, push-up, densità capi e uniformità gruppo, ecc.**

$$\text{kg/pasto} * \text{pasti/d} = \text{kg/d}$$

$$\text{pasti/d} * \text{min/pasto} = \text{min/d}$$



$$\text{kg/pasto} : \text{min/pasto} = \text{kg/min}$$

Adattato da Tesi Dottorato Bisaglia

## 2. significato economico controllo alimentazione bovina da latte

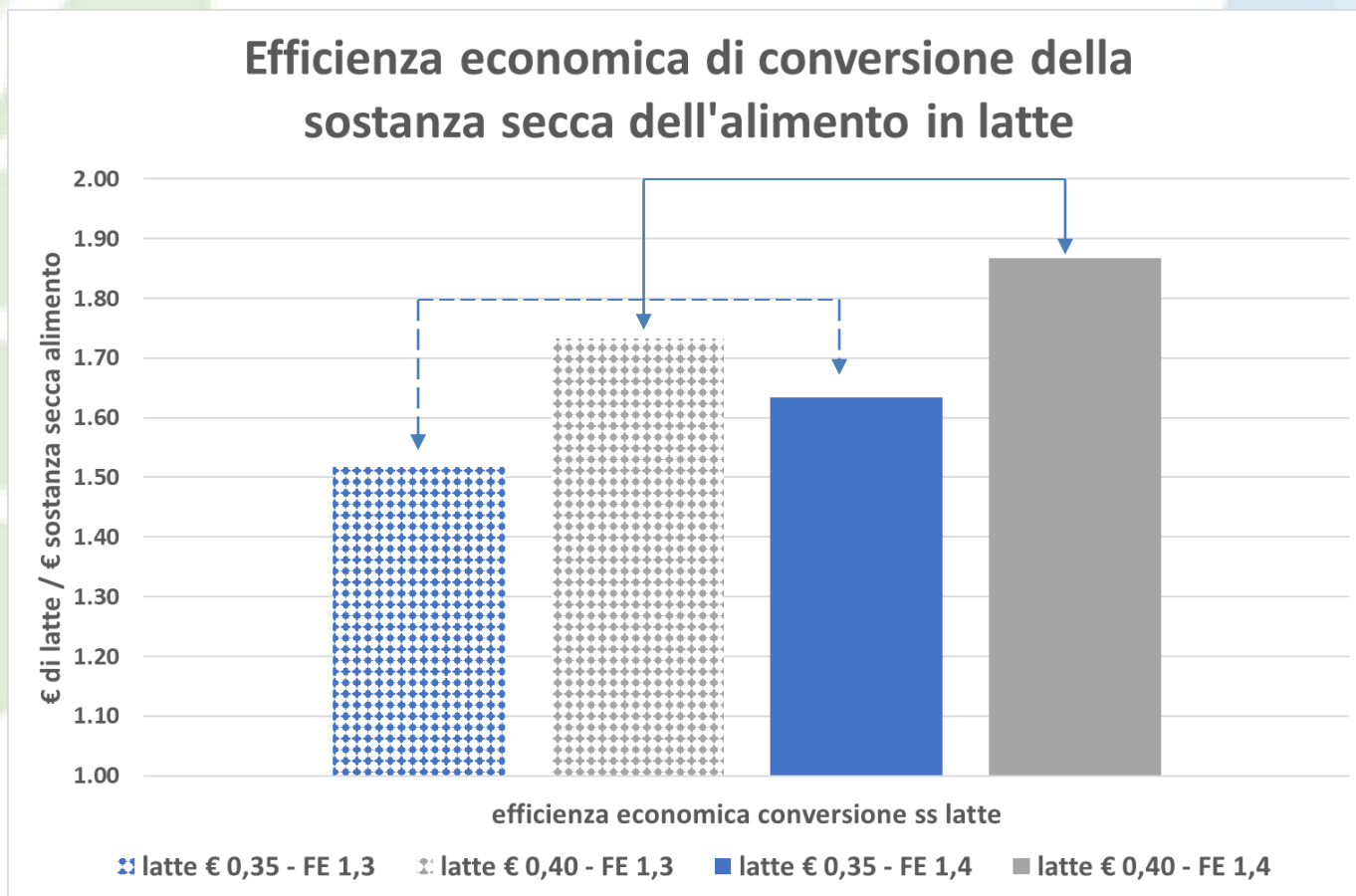
	2015	2016	2017	2018
Costi di alimentazione	39,0	38,9	39,4	40,7
-di cui mangimi acquistati	26,1	25,5	25,4	25,9
-di cui foraggi acquistati	3,5	3,7	3,8	4,7
-di cui alimenti prodotti	9,4	9,7	10,2	10,1
Spese varie di allevamento	6,1	6,1	6,2	6,2
Spese generali e fondiarie	19,4	21,3	21,5	21,2
Quote d'ammortamento	8,6	8,0	7,8	7,7
Costo del lavoro	22,6	22,0	21,6	21,2
Interessi	2,5	2,5	2,1	1,7
Imposte	1,9	1,1	1,3	1,2
<b>COSTI TOTALI / 100 kg</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Costi variabili / costi totali (%)	49,4	48,7	49,0	49,9
Costi fissi / costi totali (%)	50,6	51,3	51,0	50,1
Costi espliciti / costi totali (%)	77,6	78,0	79,0	79,8
Reddito netto + premi / ricavi (%)	18,8	21,8	29,1	25,4
Perdita o profitto / ricavi (%)	-4,6	-0,2	10,2	6,5

-prezzo latte/prezzo alimenti non affidabile (**volatilità prezzi**) (Wolf, 2010)

-indice di efficienza alimentare per la produzione di latte (Britt et al., 2003)

Gruppo	Giorni di lattazione	Efficienza alimentare (kg latte/kg sostanza secca alimento ingerito)
Gruppo unico, tutte le vacche	150 - 225	1,4 – 1,6
Gruppo 1 <sup>^</sup> lattazione	< 90	1,5 – 1,7
Gruppo 1 <sup>^</sup> lattazione	> 200	1,2 – 1,4
Gruppo pluripare	< 90	1,6 – 1,8
Gruppo pluripare	> 200	1,3 – 1,5
Gruppo vacche fresche	< 21	1,3 – 1,6

Variazione dell'**efficienza economica** di trasformazione della sostanza secca dell'alimento in latte in funzione dell'**indice di efficienza alimentare** di trasformazione dell'alimento in latte [nostra simulazione su dati verosimili]



## 3. significato ambientale controllo alimentazione bovina da latte

-ottimizzazione prestazioni ruminanti (minore produzione di GHG per unità di prodotto)

-ottimizzazione uso nutrienti a maggiore impatto ambientale (N e P) con riduzione sprechi

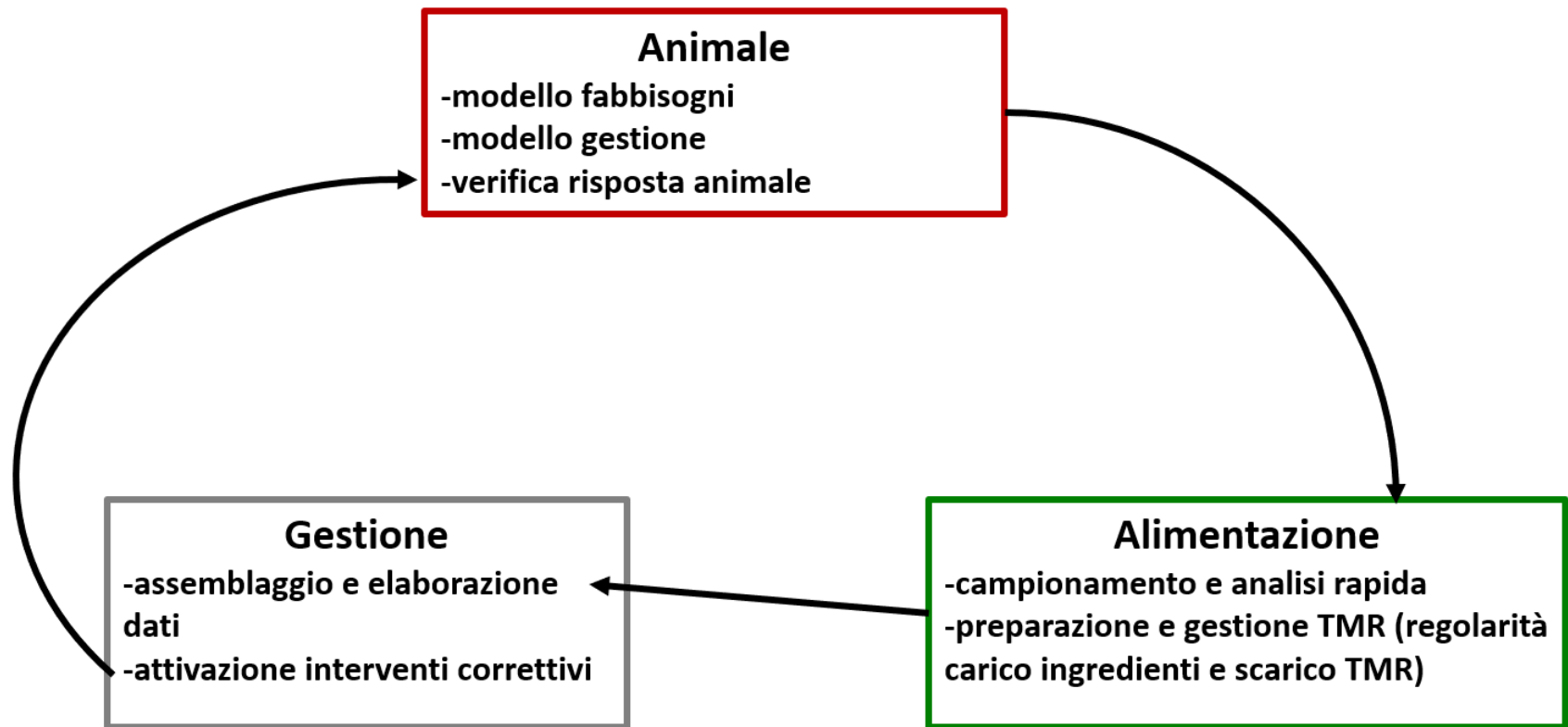
-riduzione quantità di avanzati → ↓ sprechi; spesso sono dirottati alle manze, caratterizzate da fabbisogni differenti (quindi, determinano ulteriori inefficienze di utilizzo di N e P)



## Componenti dell'alimentazione di precisione (o *precision feeding*) della bovina da latte: l'importanza di una **analisi del dominio**

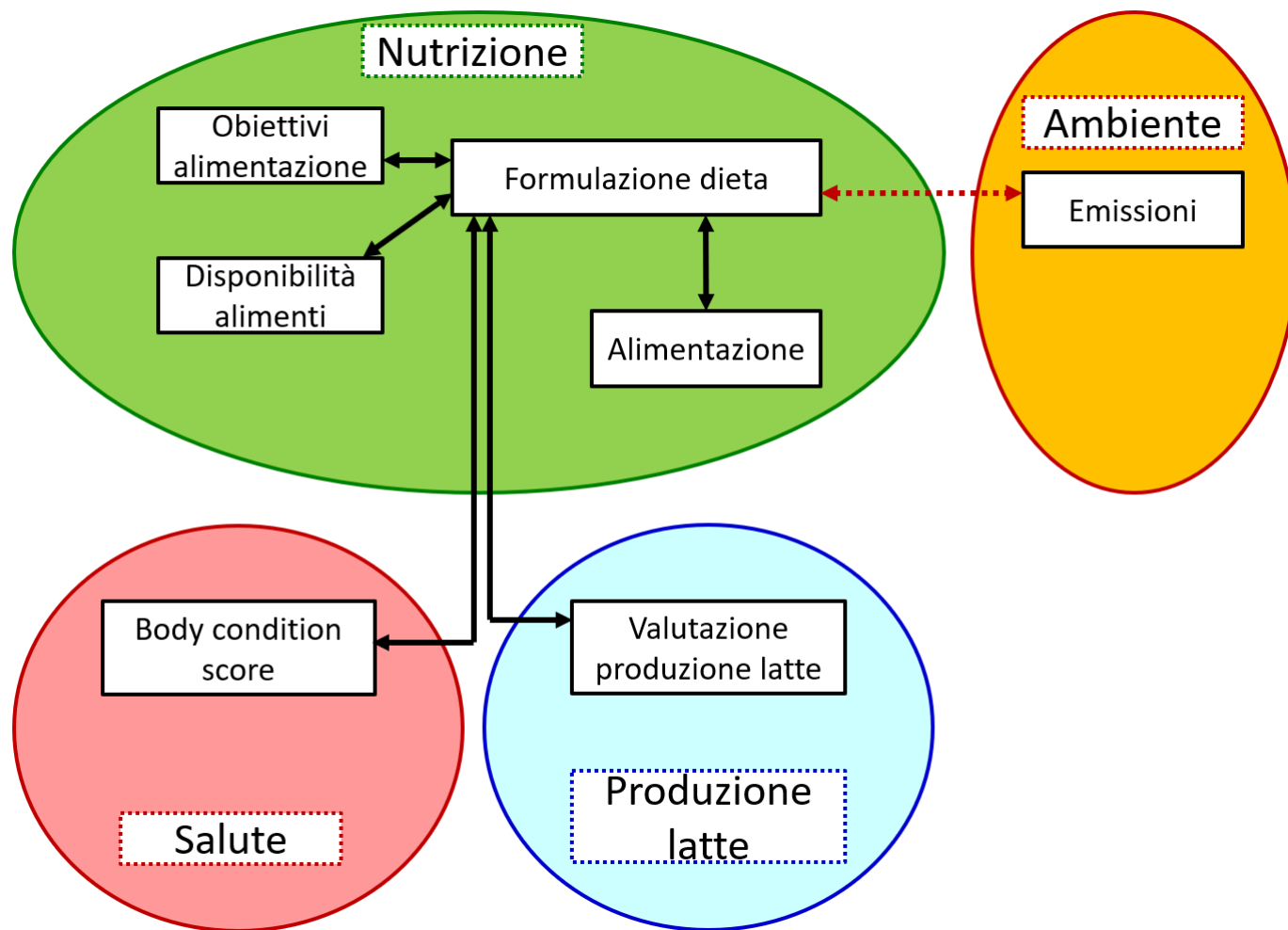
1. alimenti	a. aziendali	Foraggi	pascoli, fieni, insilati
		Concentrati	farine, pastoni
2. sistemi di controllo quanti-qualitativo degli alimenti disponibili	b. extra aziendali	Foraggi	pascoli, fieni, insilati (acquisti su mercato o contratti in essere)
		Concentrati	Materie prime
	a. aziendali		Mangimi concentrati integrati
		Alla raccolta	Ad esempio, sistemi NIR montati su trinciatrici per insilamento
3. diete formulate in allevamento		Durante stoccaggio	
		All'utilizzo	Sistemi NIR installati su carri miscelatori
	b. extra aziendali	Cartellini mangimi all'acquisto	
4. fase verifica su animale		Analisi durante stoccaggio	
			Informazioni su reale quantità ingredienti utilizzati/scartati
			Informazioni su reale qualità ingredienti utilizzati
			Comportamento alimentare (ingestione, ruminazione)
			Problemi metabolici
			Produzione

Elementi da inquadrare in una analisi di dominio delle fonti dati da gestire in un sistema di alimentazione di precisione per la bovina da latte



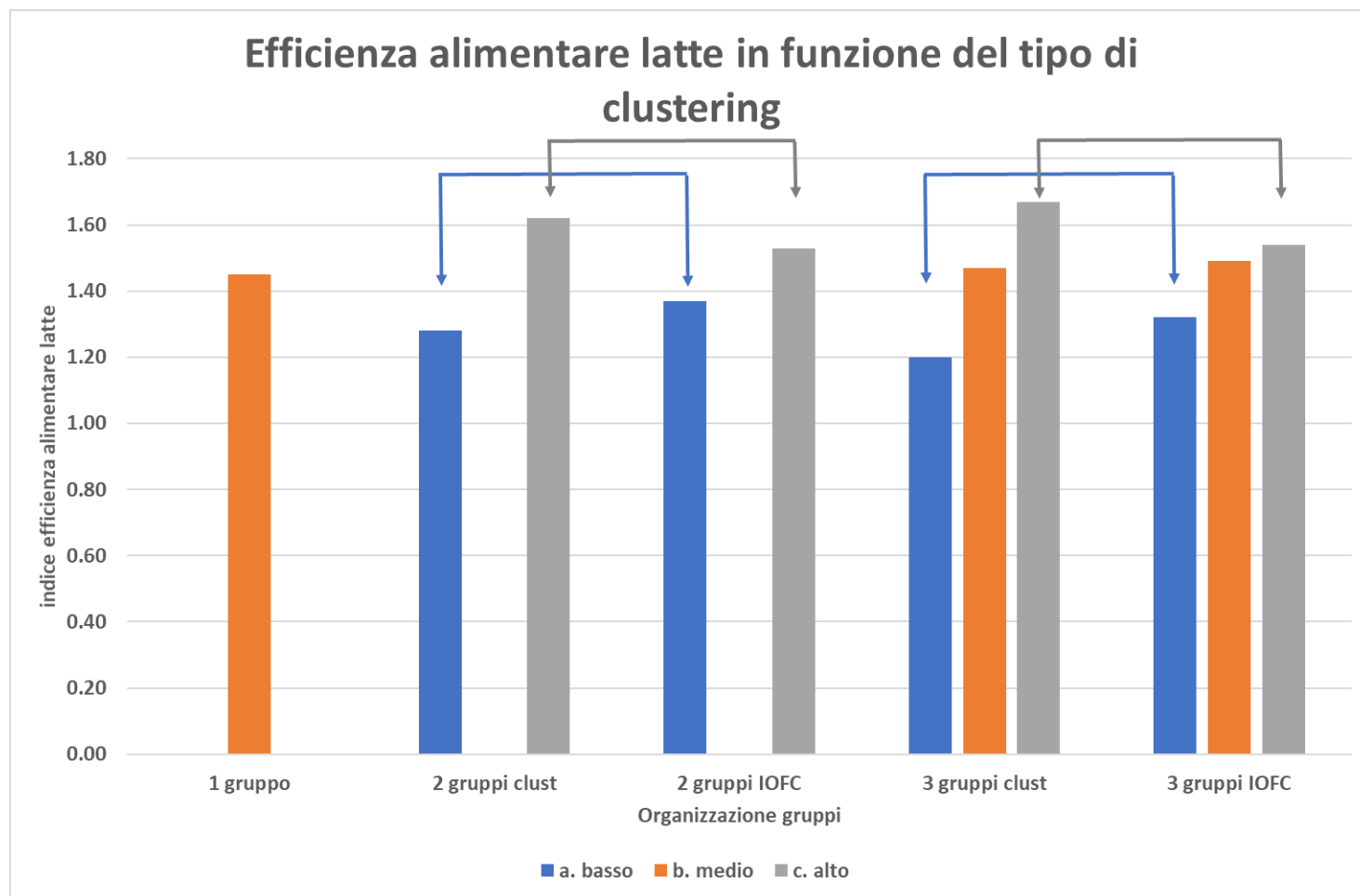
# Alimentazione di precisione

Interazioni tra varie componenti informative aziendali per la realizzazione di un sistema di alimentazione di precisione (adattato da Pietersma et al., 1998)



Dati e informazioni da gestire → bilancio energetico bovina e *clustering*

(Wu et al., 2019)



## Efficiente uso dell'N: effetto gestione gruppi

Numero di gruppi	Gruppo	Proteina grezza (% ss)	Produzione media latte (kg/d)	Escrezione totale N (g/d)	Escrezione N/kg di latte (g/kg)	MN:NEX <sup>(1)</sup>
1	1	17,7	35,1	432	12,31	81,23
2	1	18,0	41,4	473	11,43	87,49
	2	16,9	29,3	371	12,66	78,99
	media	17,5	35,3	423	11,98	83,47
3	1	18,2	44,0	495	11,25	88,89
	2	17,3	35,0	410	11,71	85,40
	3	16,3	27,5	343	12,47	80,19
	media	17,3	35,5	416	11,72	85,32

<sup>(1)</sup> Latte prodotto (kg) per kg di N escreto

# Alimentazione di precisione e controllo statistico di processo

## Frequenza campionamento alimenti

$1/\lambda$  = tempo in cui il processo è «**in controllo**»

$\tau$  = tempo atteso di un evento improvviso dopo ultimo campione con sistema «**in controllo**»

$T_c$  = tempo atteso tra evento improvviso e successivo campionamento

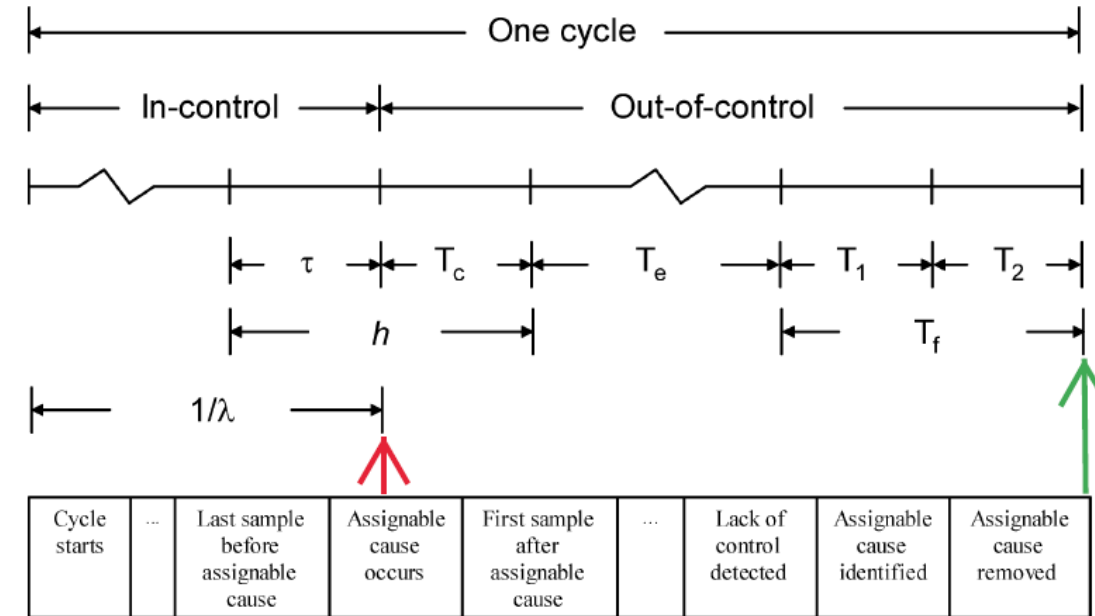
$h$  = intervallo tra campionamenti

$T_e$  = tempo atteso fino a segnale di «**fuori controllo**»

$T_1$  = tempo atteso per investigazione su causa evento cambiamento

$T_2$  = tempo atteso per riformulazione e implementazione nuova dieta

$T_f$  = tempo complessivo per investigare e correggere dieta



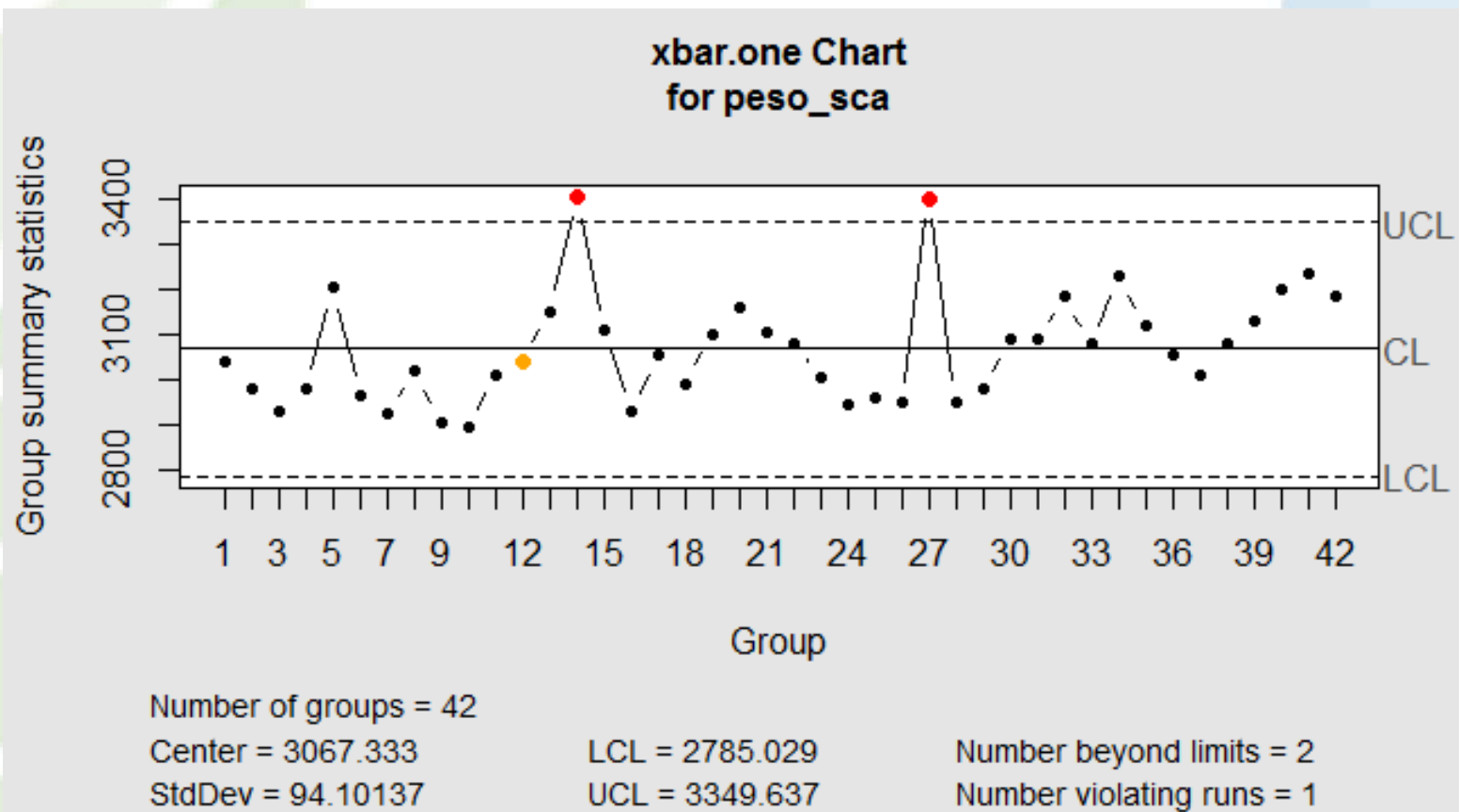
Adattato da St-Pierre e Cobanov (2007)

**Controlli + frequenti = + spese**

**Controlli – frequenti = + rischio  
ritardo intervento correttivo**

# Alimentazione di precisione e controllo statistico di processo

Controllo sulle quantità (carico e scarico)



Importanza della pesatura in carico e scarico (esempio nostro)

## Vantaggi

**La bovina non può scegliere**

**Non è necessario mettere a disposizione integratori minerali**

**Diviene possibile fare razioni mirate per singoli gruppi con diverso livello produttivo**

**Minori problemi nei momenti quali il periparto, con passaggio da una razione altamente fibrosa a una ricca di amido**

**Possibilità di utilizzare meglio fonti di azoto/proteina entro una miscelata bilanciata e completa**

**Possibilità di mascherare ingredienti poco appetibili entro la miscelata grazie alla forte presenza di una base foraggera costituita da insilati**

**Riduzione del lavoro necessario alla preparazione dell'alimento per la mandria**

**Maggiore costanza nel rapporto foraggi:concentrati rispetto a quanto fattibile con alimenti separati**

**Non è necessario distribuire mangime in sala mungitura**

**Possibile fornire miscelata anche a bovine a stabulazione fissa (macchine apposite)**

**La dieta per la bovina è effettivamente formulata e distribuita su basi quantitative (si pesa!)**



## **Come nascono gli errori** (James and Cox, 2008)

Deviazione giornaliera totale kg distribuiti è negativamente associate a produzione latte  $\Rightarrow$  produzione latte aumenta con aumento accuratezza alimentazione

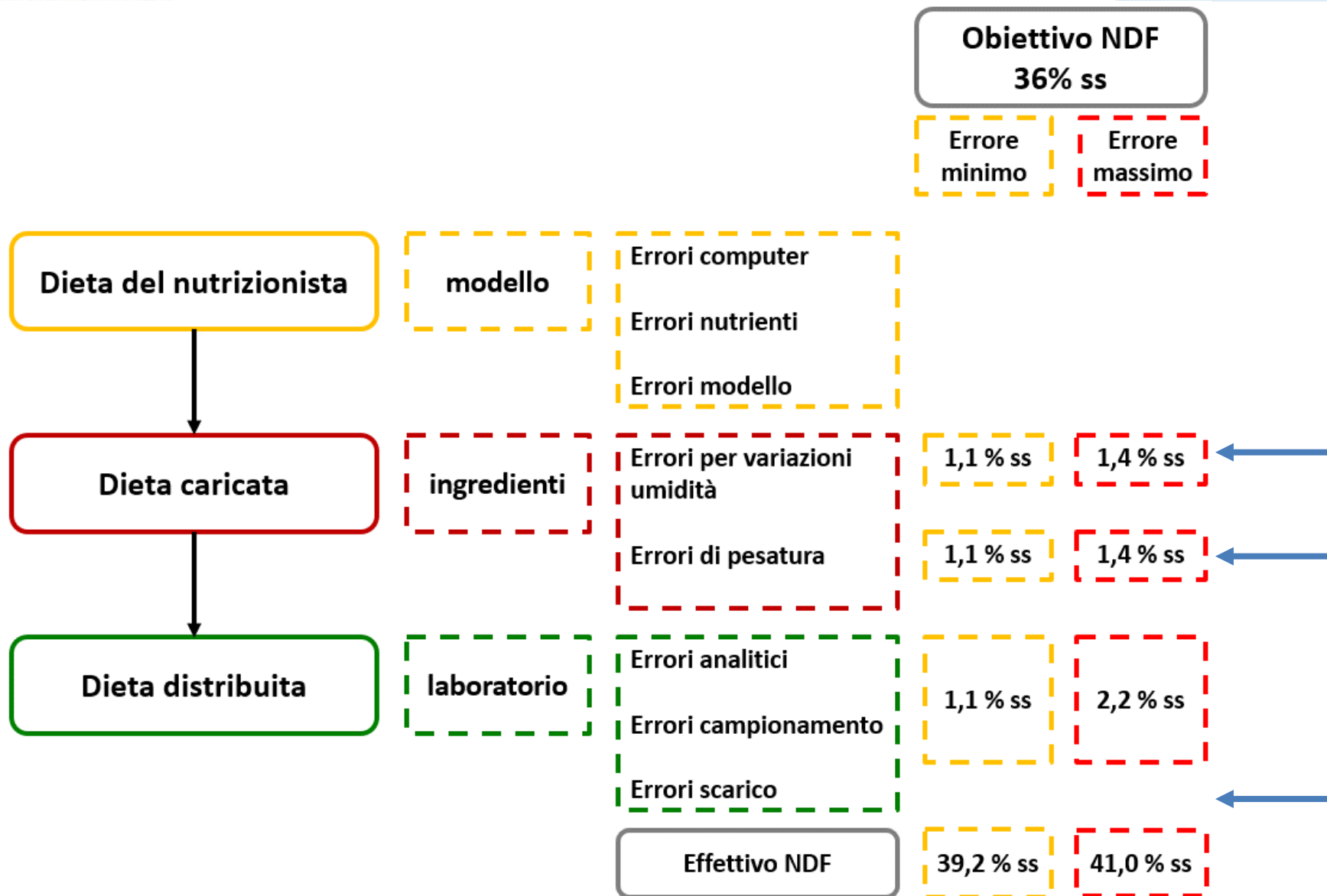
Esempio: variazione produzione latte giornaliera aumentata da 0.5 a 2.0 kg/d per vacca in periodi di gestione inadeguata dell'alimentazione (Tylutki et al., 2004)

Controllo statistico di processo: implementare gestione attenzioni basate su soglia 1 ds anziché 2 ds

## Elementi utili da conoscere

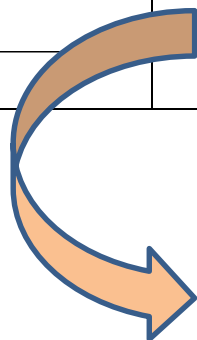
Rilevati	Calcolati
Numero carico ricetta	Tempo totale carico ricetta
Tempo avvio carico	Tempo dal carico dell'ultimo ingrediente alla distribuzione
Livello tolleranza carico	Tempo totale scarico della ricetta
Tempo termine carico	Tempo da avvio preparazione ricetta a termine distribuzione
Tempo avvio distribuzione	Tempo di carico di ciascun ingrediente
Livello tolleranza distribuzione	Tempo carico fieni
Tempo fine distribuzione	Tempo intercorso tra carico ingredienti
Ingrediente	

# L'alimentazione di precisione: dal computer del nutrizionista alla bocca della singola bovina



## L'alimentazione di precisione: dal computer del nutrizionista alla bocca della singola bovina

Variazione nella fonte di incertezza	Variazione incertezza su % PG miscelata	Variazione incertezza su % NDF miscelata
<b>a.</b> Nella pesata, da 1 a 2%	<b>Da 4 a 8%</b>	Da 3 a 4%
<b>b.</b> Nella sostanza secca degli alimenti, da 4 a 8%	Da 3 a > 4%	Da 3 a > 4%
<b>c.</b> Nella concentrazione del nutriente nell'alimento, da 2 a 4%	<b>Da 6 a 12%</b>	Da 3 a 6%



Se ↓ ⇒ prestazioni inferiori alle attese  
Se ↑ ⇒ problemi metabolici per eccesso N

## Dettaglio Analisi NIR



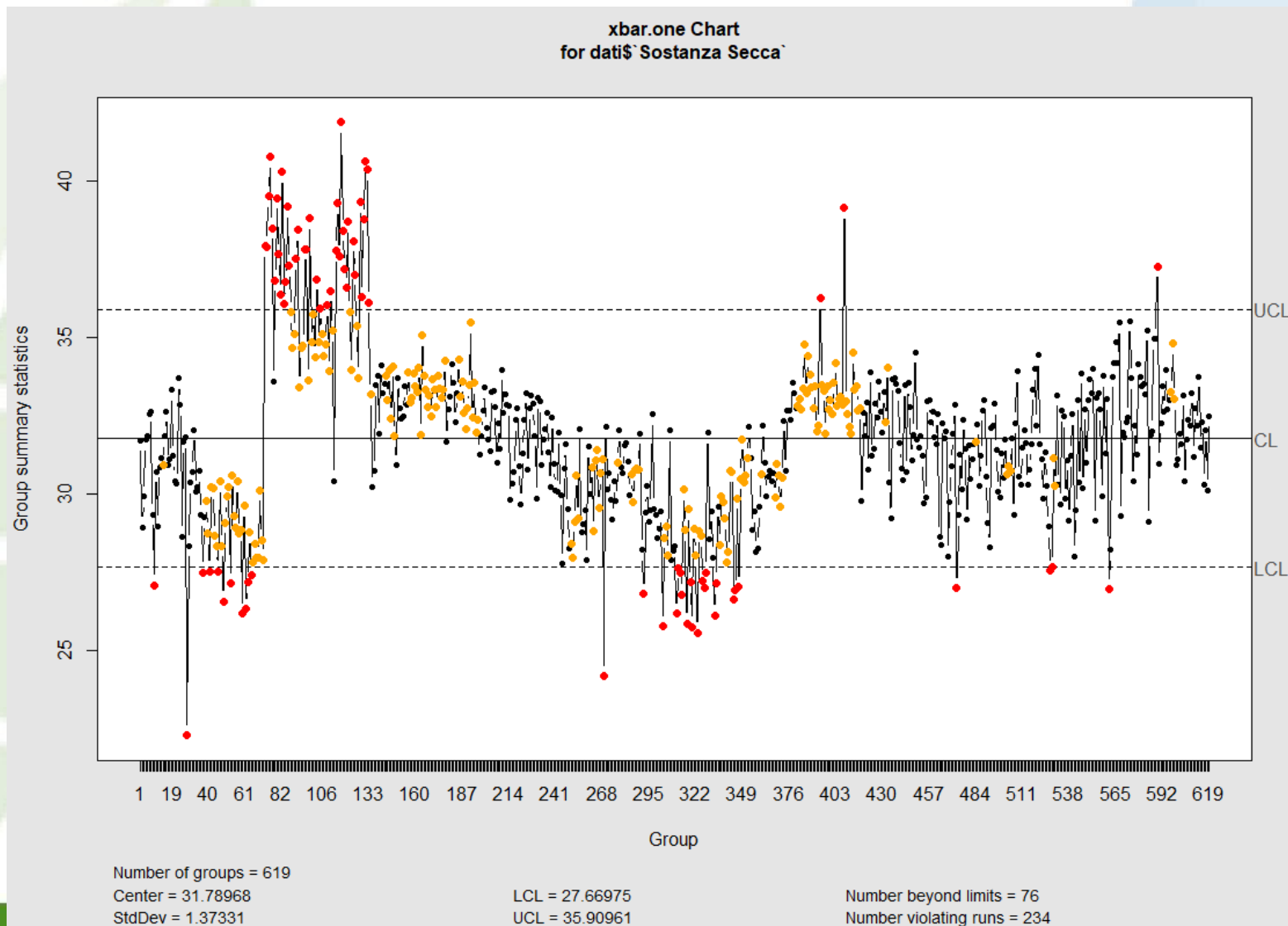
### Dettaglio Analisi NIR

Id Componente	Componente	Famiglia NIR	N° di Analisi
7	Mais Trinciato	Silomais	620

Id Carico	Data	Ora di Inizio	Ora di Fine	Sostanza Secca	ADF	Ceneri	Estratto Etereo	Proteina Grezza	NDF	Amido
1093	13/05/2018	09:11	08:31	31,72	27,77	4,68	2,60	7,17	48,00	24,74
1092	12/05/2018	09:39	08:08	28,94	27,13	4,60	2,63	7,64	47,41	26,12
1091	11/05/2018	09:19	08:25	29,93	29,18	4,60	2,46	7,00	49,29	22,55
1090	10/05/2018	09:28	08:13	31,74	26,58	4,34	2,56	7,50	47,74	26,49
1089	09/05/2018	08:43	08:17	31,87	26,55	4,64	2,62	7,30	46,63	24,26
1088	08/05/2018	09:52	08:24	32,56	26,47	4,52	2,61	7,20	46,23	25,10
1087	07/05/2018	10:04	08:17	32,65	27,90	4,53	2,49	7,11	48,97	24,25
1086	07/05/2018	08:06	09:12	29,35	26,06	4,56	2,56	7,47	46,23	24,16
1085	05/05/2018	09:14	08:26	27,09	27,94	4,68	2,46	8,25	48,99	26,58
1084	04/05/2018	10:12	08:26	30,73	26,78	4,39	2,56	7,31	46,79	25,61
1083	03/05/2018	09:18	08:21	28,98	29,86	4,56	2,38	7,27	50,92	23,77
1082	02/05/2018	09:49	07:56	30,87	27,33	4,67	2,60	7,26	48,38	24,97
1081	02/05/2018	07:49	09:04	31,15	26,90	4,55	2,57	7,18	47,46	24,25
1080	30/04/2018	09:36	08:29	30,93	25,67	4,45	2,69	7,47	46,89	26,68
1079	30/04/2018	07:58	09:12	31,86	25,60	4,48	2,63	7,14	46,13	24,89
1076	26/04/2018	08:48	08:15	32,66	26,32	4,59	2,67	7,06	46,65	24,93

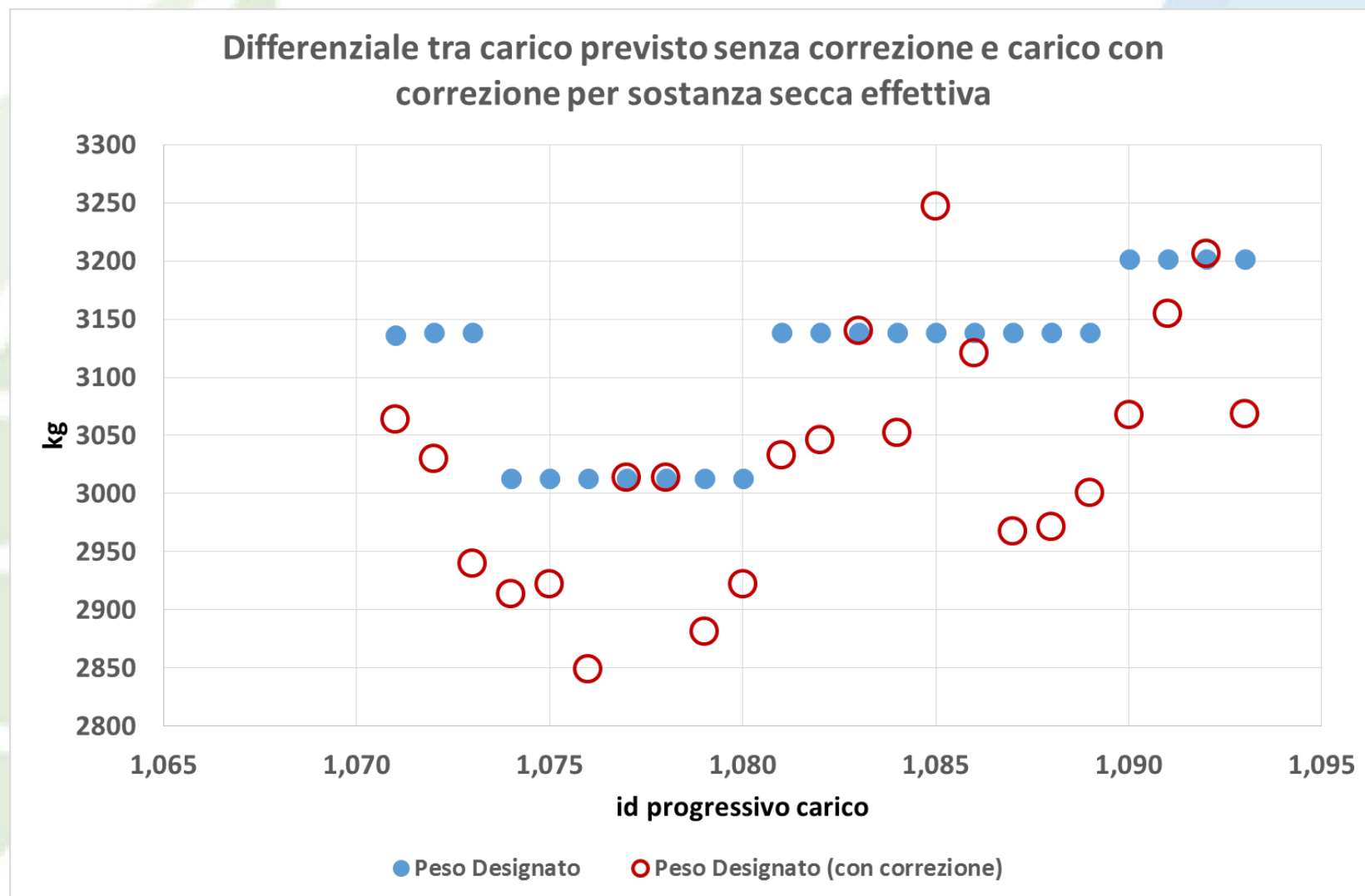
Con sistemi alimentazione di precisione, 1 analisi/d per ogni insilato

## Controllo statistico di processo applicato al silomais



# Alimentazione di precisione in relazione alla variabilità degli alimenti: il grosso ruolo degli insilati

## Corretto inserimento silomais in funzione della sostanza secca



**Alimentazione di precisione e unifeed → possono determinare maggiore efficienza uso risorse e, quindi, minore impatto ambientale**

**Esistono più punti critici da tenere sotto controllo: variabilità ingrediente, variabilità SS insilati, variabilità stagionale**

**Importante avere sotto controllo l'operatività aziendale per la formulazione e distribuzione dieta: controllo statistico di processo**

**Dove insilati sono centrali nella dieta della bovina, investire in strumentazione per il loro controllo può avere un ritorno**



## Progetti in corso (PSR)



**PSR**  
2014 2020  
LOMBARDIA  
L'INNOVAZIONE  
METTERADICI



**Regione  
Lombardia**

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale: l'Europa investe nelle zone rurali

**PSR 1.02.01 DIM4ZOO:** per conoscere le opportunità delle tecnologie digitali in allevamento [rosanna.marino@crea.gov.it](mailto: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](mailto:francesca.petrera@crea.gov.it)

**PSR 16.1.1 LATTE DIGITALE:** per capire come integrare dati e generare informazioni per gli allevatori  
[fabiopalmiro.abeni@crea.gov.it](mailto:fabiopalmiro.abeni@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](mailto:fabiopalmiro.abeni@crea.gov.it)

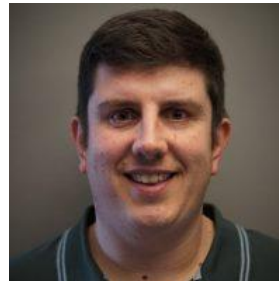
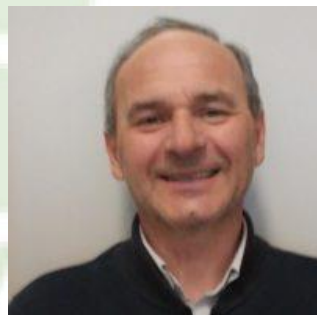


**PSR**  
2014 2020  
LOMBARDIA  
L'INNOVAZIONE  
METTERADICI



Regione  
Lombardia

Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale:  
l'Europa investe nelle zone rurali



**A tutti voi per l'attenzione**  
[fabio.palmiro.abeni@crea.gov.it](mailto:fabio.palmiro.abeni@crea.gov.it)