FEASR

REGIONE DEL VENETO

PSR VENETO 2014-2020

FONDO EUROPEO AGRICOLO PER LO SVILUPPO RURALE: L'EUROPA INVESTE NELLE ZONE RURALI

«Panoramica sulle principali innovazioni digitali per l'impresa agricola»

Codice 2A-15-20

3 e 4 dicembre 2020

Seminario on-line / Formazione a Distanza

FORMAZIONE a DISTANZA FaD

VENETO AGRICOLTURA

Organismo di Formazione accreditato dalla Regione del Veneto

3 e 4 Dicembre 2020

Tecnologie digitali: benefici per una produzione zootecnica sostenibile

a cura di

Fabio Abeni

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

Tecnologie digitali: benefici per una produzione zootecnica sostenibile

Fabio Abeni

CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria

Centro di Ricerca Zootecnia e Acquacoltura, Lodi

Panoramica sulle principali innovazioni digitali per l'impresa agricola

Legnaro (PD), venerdì 4 dicembre 2020

Contenuto della presentazione

-introduzione alle varie «sostenibilità»

-inquadramento dei concetti di zootecnia digitale e zootecnia di precisione

- **-valore dell'informazione (VOI) entro un sistema aziendale di supporto alle decisioni (DSS)**

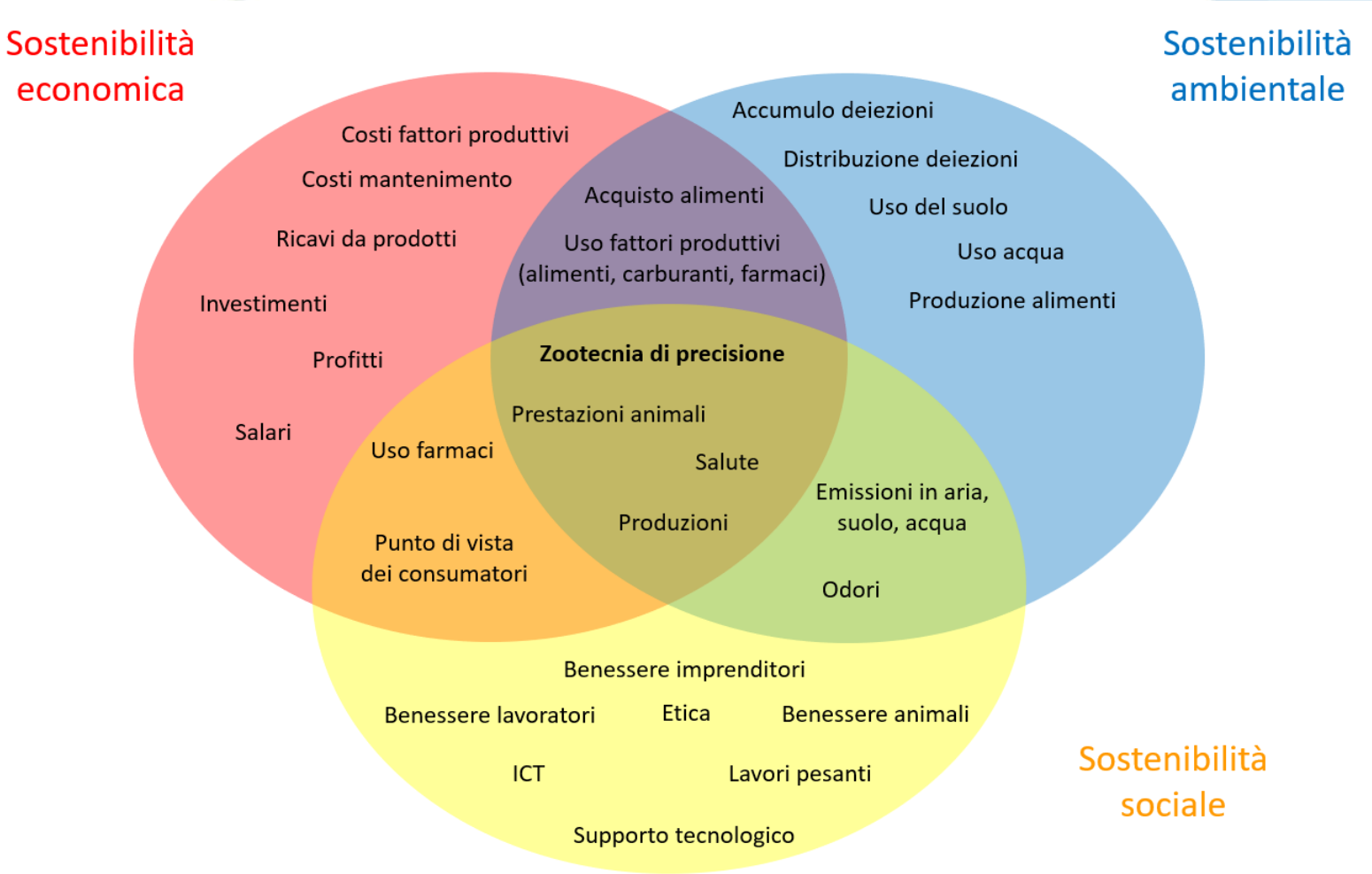
-principali tecnologie digitali per l'impresa zootecnica

- **-importanza nutrizione e alimentazione di precisione**

-benefici (possibili) per sostenibilità impresa zootecnica:

- **-ambientale**
- **-economica**
- **-sociale**

Introduzione alle varie «sostenibilità»



Tesi: un sistema di produzione intensiva, caratterizzato da un elevato grado di organizzazione e di efficienza fornisce le migliori opportunità a favore della sostenibilità

(figura e testo adattati da Lovarelli et al., 2020)

Introduzione alle varie «sostenibilità»

Problemi principali che riguardano i sistemi zootecnici

Consumatori → crescente interesse in benessere animale e qualità dei prodotti alimentari (Becker and Ellis, 2017; Eldesouky et al., 2018)

-allevamento intensivo → molti animali allevati in aree ridotte

-allevamento estensivo → animali allevati in ampi spazi

⇒ limiti (per opposti motivi) alla sorveglianza visiva individuale da parte dell'operatore

Introduzione alle varie «sostenibilità»

3 problemi principali raccolta e gestione dati

(i) Grande mole dati da differenti fonti che non comunicano tra loro

(ii) Affidabilità dati non sempre sufficiente per evitare decisioni non corrette

(iii) Analisi dei dati deve essere estremamente finalizzata e comprensibile per l'operatore (Van Hertem et al., 2017)

Strumenti per il monitoraggio di:

(i) Problemi di salute specifici

(ii) Informazioni ad ampio spettro (salute, comportamento, ecc.)

(iii) Parametri ambientali (monitoraggio condizioni stabulazione)

Introduzione alle varie «sostenibilità»

Zootecnia di precisione e accertamento sostenibilità

Sistemi zootecnici sostenibili richiedono produzioni con profitti, minimizzando l'impatto ambientale e sociale e garantendo salute e benessere ottimali per gli animali allevati (Wathes et al., 2008)

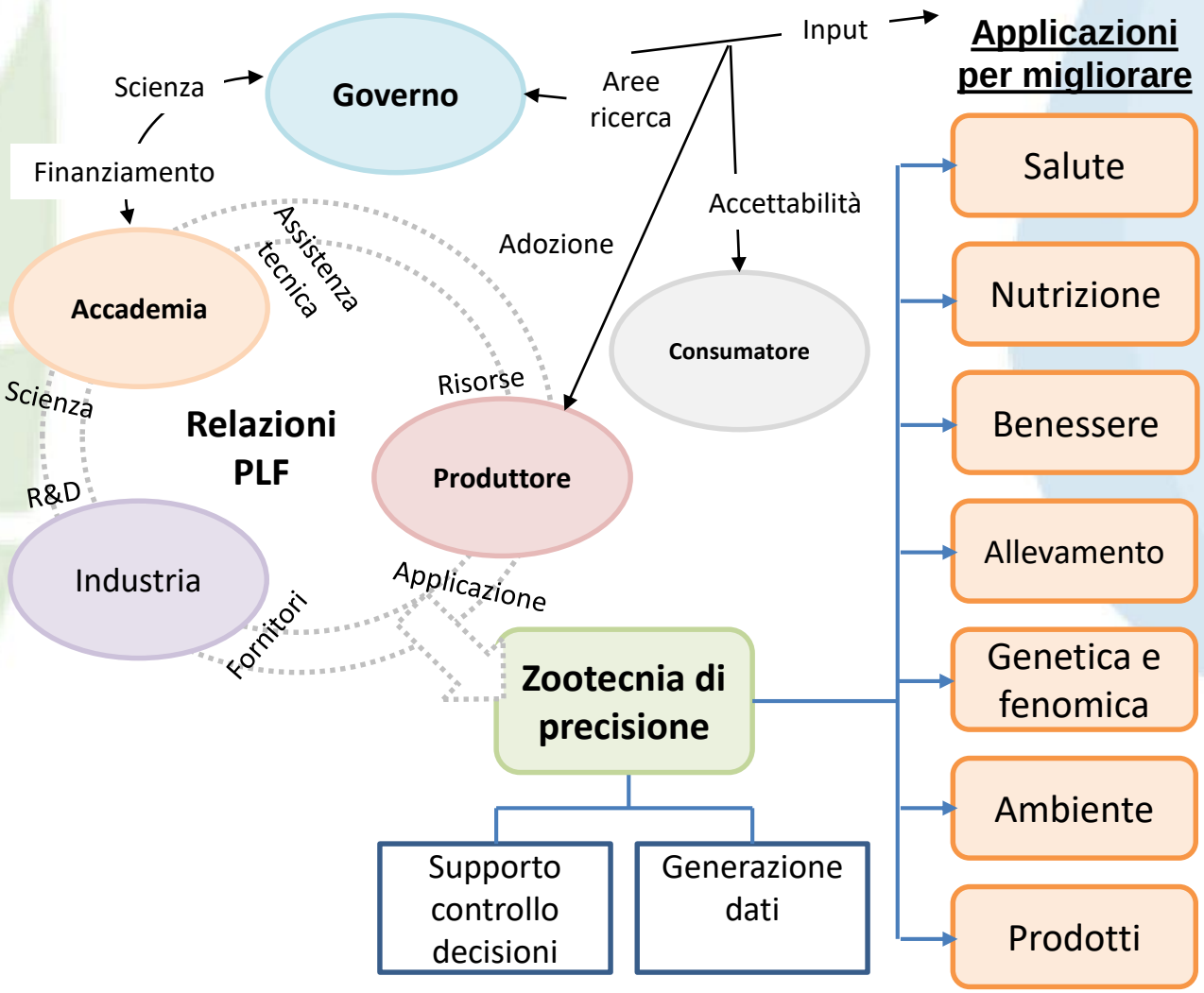
Sostenibilità ambientale → approccio Life Cycle Assessment (LCA)

… ma non è sufficiente!!!

Sostenibilità economica è alla base di ogni impresa produttiva

Sostenibilità sociale recentemente cresciuta di importanza, visto il ruolo del consumatore [e della comunicazione]: attenzione ai diritti dei produttori e dei lavoratori, alle loro vite, al benessere degli animali, dei consumatori e all'ambiente (Subramanian et al., 2018)

Inquadramento generale della zootecnica di precisione



Ramirez et al. (2019) Animals 9

Vincoli alla piena realizzazione dei possibili benefici

(1) Allevatori interessati a utilizzare dati per migliorare sistema decisionale aziendale

(2) Problemi proprietà dei dati e fiducia reciproca tra fornitori e utilizzatori di dati e tecnologia

(3) accordi istituzionali associati alla governance delle piattaforme di dati

3 nuovi importanti aspetti da considerare

1) La transizione verso un nuovo modo di fare impresa

2) La ricerca di una interazione tra i dati generati entro un sistema con quelli generati in altri sistemi e sottosistemi aziendali

3) L'uso di dati nel lungo periodo e per prendere decisioni strategiche

Inquadramento generale della zootecnica di precisione

Gestire e analizzare “Big data” comporta pratiche che vanno oltre quelle a cui abitualmente tanti operatori del settore sono abituati

Necessario uniformare dati in tempo reale che provengono da più fonti interne e esterne all’azienda, in grado di fornire opportunità migliori per diagnosticare rischi e indentificare alternative e possibili conseguenze per ogni progetto aziendale (Lioutas et al., 2019)

→ Grandi quantità di dati, spesso da fonti eterogenee e che richiedono:

-raccolta su larga scala

-conservazione

-pretrattamento

-modellizzazione

-analisi

Realizzazione database relazionali

sala mungitura

Data	Animale	Sala_latte_kg	Sala_grasso_perc

gestione mandria

Data	Animale	Parto

controlli ARAL

Data	Animale	ARAL_latte_kg	ARAL_grasso_perc

database allevamento vacche latte

Data	Animale	Sala_latte_kg	Sala_grasso_perc	ARAL_latte_kg	ARAL_grasso_perc	DIM	lattazione_n

Schuetz et al. (2018)

Ostacoli per allevatori

-vincoli relativi alla proprietà dei dati e ad alcuni aspetti sociali e etici

-una carenza di strutture e capacità gestionali di «big data» nel settore [ora in Italia c'è il progetto LEO, guidato da AIA]

-tali condizioni favoriscono un maggior potere contrattuale da parte di grossi gruppi privati nei confronti del singolo allevatore (che di conseguenza si trova ad avere ridotta autonomia)

-conseguenti disuguaglianze tra diversi potenziali beneficiari di zootecnia di precisione

⇒ Collaborazioni pubblico-privato (PPP) potrebbero essere un meccanismo idoneo a bilanciare i diversi interessi e fare progredire più facilmente il diffondersi di queste innovazioni (Hermans et al., 2019)

VOI entro DSS

PLF, raccolta di dati più precisi in 3 dimensioni

(i) **esattezza**: sensibilità e specificità legate alla tecnologia

(ii) **spazio**: dati disponibili a vari livello della struttura «azienda» e «mandria»

(iii) **tempo**: frequenza dati (Eastwood et al., 2012; Guarino et al., 2017)

Valore dell'informazione (**VOI**): risultato decisione presa con contributo informazione **più precisa** meno risultato decisione presa con contributo informazione **meno precisa** (Verstegen et al., 1995)

Passaggio dati-valore in 3 passi

(i) Elaborazione dati: i dati diventano informazione

(ii) Assunzione decisione: interazioni tra intenzione e azione

(iii) Analisi impatto dei risultati dell'azione

Rojo-Gimeno et al. (2019)

Problemi da risolvere

Si tratta spesso di problemi legati alla prevenzione di malattie, dismetabolie o scarso benessere

-mastiti

-chetosi

-SARA

-problemi podali

-…

Impostazione dei valori-soglia entro un DSS

Rappresenta un dilemma (Dominiak and Kristensen, 2017; Kamphuis et al., 2013)

Bassi valori-soglia → molti allarmi; vantaggio → gran parte degli animali con «problema» viene identificata (**veri positivi**)

Bassi valori-soglia → **molti falsi positivi**

Alti valori-soglia → riducono il numero di allarmi, ma danno **molti falsi negativi**

2 probabilità condizionali, note come **sensibilità (Se)** e **specificità (Sp)** (Dominiak and Kristensen, 2017), consentono di scegliere **il miglior valore-soglia**

Se → capacità di rilevare correttamente animali con la condizione desiderata

Sp → capacità di rilevare correttamente animali senza la condizione desiderata (Dohoo and Martin, 2010)

Rojo-Gimeno et al. (2019)

Valutazione di un test predittivo

		Condizione vera			
		Presenza	**Assenza**	**Totale**	
Condizione predetta	**Presenza**	a	b	a+b	**PPV = a/(a+b)**
	Assenza	c	d	c+d	**NPV = d/(c+d)**
		a+c	b+d	a+b+c+d	
		Se = a/(a+c)	**Sp = d/(b+d)**		

a = numero veri positivi

b = numero falsi positivi

a+b = totale apparenti positivi

c = numero falsi negativi

d = numero veri negativi

c+d = totale apparenti negativi

Sensibilità = probabilità di test "presenza" in condizioni di "presenza" = a/(a+c)

Specificità = probabilità di test "assenza" in condizioni di "assenza" = d/(b+d)

Valore predittivo positivo = probabilità "presenza" quando il test indica "presenza" = a/(a+b)

Valore predittivo negativo = probabilità "assenza" quando il test indica "assenza" =d/(c+d)

Accuratezza = (a+d)/(a+b+c+d)

Accuratezza bilanciata = ((a/(a+b))+(d/(c+d))/2

Dai dati alle decisioni

Oggi gli allevamenti raccolgono quantità di dati sufficienti a realizzare una analitica predittiva

Analitica predittiva: una metodologia e insieme di tecniche di valutazione dati per generare predizioni per specifiche richieste di risultato

-singoli animali e loro ambienti → grandi quantità di dati spazio-temporali e comportamentali

-uso combinato big data con metodi analitica predittiva porta a decisioni su produzioni animali, loro salute e benessere

White et al. (2018)

STATISTICA E ANALITICA PREDITTIVA

Metodi tradizionali statistica inferenziale: usati per valutare un risultato di interesse, per provare potenziali associazioni con altre variabili e, in alcuni casi, fornire predizioni per nuovi dati (White et al., 2016)

-strumento per valutare potenziali associazioni tra variabili è quello di prove di ricerca sperimentali con appropriato disegno

-questi differiscono dal principale obiettivo di analitica predittiva, che si concentra su utilizzo informazioni raccolte per prendere decisioni sul futuro

White et al. (2018)

Registrazione, integrazione e analisi dati

Le procedure di analitica predittiva seguono la metodologia di utilizzo di informazioni scientifiche per prendere decisioni:

-sviluppo di ipotesi/previsioni

-test delle previsioni

-valutazione dei risultati

-interpretazione dei risultati

-revisione e ripetizione del processo (Larson and White, 2015)

Analitica predittiva: statistiche tradizionali, *machine learning*, e *data mining* per individuare andamenti significativi (Abbott, 2014)

Distinzione concettuale: l'obiettivo di analitica predittiva non è descrivere relazioni tra dati, ma utilizzare dati per creare un modello per prevedere un risultato di interesse

White et al. (2018)

Prestazioni dei sistemi

Panoramica su sviluppo di una tecnologia

Livello I—quantificazione—dice a utente cosa è accaduto (numero di passi/capo, kg di latte/capo, tempo passato sdraiata) senza ricavarne conclusioni

Interpretazione delle misurazioni (**Livello II**) analizza misurazioni raccolte con algoritmi per informare utente sullo stato attuale della vacca (estro, malattia) e consente di prendere decisioni informate (Rutten et al., 2013; Petersson-Wolfe et al., 2017)

Integrazione dell'interpretazione (**Livello III**) per combinare informazione da un sistema con quella da altri sistemi (dati mandria, dati clima, misurazioni aggiuntive sui capi, dati economici) e fornire una raccomandazione a utente o formulare una decisione basata sulla raccomandazione (**Livello IV**: supporto alla decisione).

Eckelkamp (2019)

Reazione alla nuova informazione

3 modi principali di reagire alla nuova informazione:

(i) Euristica rappresentativa → il decisore usa solo la nuova informazione ottenuta per prendere la decisione, ignorando le informazioni precedentemente acquisite

(ii) Euristica bayesiana → il decisore aggiorna le proprie convinzioni precedenti con la nuova informazione

(iii) Euristica conservativa → il decisore trascura la nuova informazione e usa solo quella acquisita in precedenza

+ razionale prendere decisioni secondo approccio euristica bayesiana

Rojo-Gimeno et al. (2019)

Fattori che determinano la scelta di PLF

Influenzati da decisioni passate e presenti dell'allevatore

(i) Dimensione mandria (Van de Gucht et al., 2018; Rutten et al., 2014, Abeni et al., 2019)

(ii) Caratteristiche azienda (van der Voort et al., 2016; EUPLF, 2015)

Indipendenti dall'allevatore

(i) Accuratezza del test/tecnologia (Van de Gucht et al., 2018; Cornou and Kristensen, 2013; Rutten et al., 2014; Rojo-Gimeno et al., 2018a; Kristensen, 2015) che dipende da chi ha sviluppato il dispositivo/metodo

(ii) Prevalenza della condizione da misurare (Van de Gucht et al., 2018; Rutten et al., 2014) [come visto per VOI]

(iii) Costi di trattamento e della malattia (Van de Gucht et al., 2018; Rutten et al., 2014; Down et al., 2017) [come visto per VOI]

Rojo-Gimeno et al. (2019)

Fattori che determinano la scelta di PLF

INFLUENZE SU ADOZIONE INNOVAZIONE (*precision dairy management tool*, PDMT)

(1) Vantaggio relativo

Il vantaggio relativo è il grado in cui una innovazione è percepita migliore di quanto dobbiamo sostituire con essa in azienda.

Oltre all'aspetto economico include:

-opportunità

-fattori sociali (come la comparazione con altri produttori, amici o competitori che hanno già adottato PDMT)

-convinzioni trasmesse da persone di fiducia e consulenti

-avere più compiti gestionali rispetto al controllo diretto delle bovine; avere più tempo da passare fuori allevamento con la famiglia, riducendo il lavoro pesante per i propri dipendenti e percezione di maggiore felicità

Stone A.E. (2020)

Fattori che determinano la scelta di PLF

(2) Compatibilità

Compatibilità è il grado in cui una innovazione è percepita essere coerente con i valori della propria impresa, la passata esperienza e i bisogni dei potenziali acquirenti

(3) Complessità

Complessità è il grado in cui una innovazione è percepita come difficile da implementare e capire

(4) «Trialability»

«Trialability» è il grado in cui una innovazione può essere sperimentata direttamente in scala ridotta

Stone A.E. (2020)

Fattori che determinano la scelta di PLF

(5) Osservabilità

Osservabilità è il grado in cui i risultati di una innovazione sono visibili ad altre persone

Più è facile per le persone vedere i risultati di una innovazione, più probabilmente questi la adotteranno (Rogers, 1962)

I produttori tendono a credere nelle opinioni di altri produttori più che in quelle di altre persone (non-produttori)

Stone A.E. (2020)

Fattori che determinano la scelta di PLF

Categorie di adottanti

5 categorie di adottanti

(1) Innovatori

(2) Adottanti precoci

(3) Maggioranza precoce

(4) Maggioranza tardiva

(5) Ritardatari

Stone A.E. (2020)

Fattori che determinano la scelta di PLF

Aspetti tecnologici

(1) Efficienza aziendale

Alcune processi non sono efficienti e possono essere migliorati introducendo PDMT. Per esempio, osservare le vacche per i segnali di estro per poche ore al giorno è un compito che può essere affidato a un sistema PDMT in modo che il produttore usi il suo tempo per lavori più qualificati quali valutare i risultati dei suoi test (gravidanza o analisi latte) e introdurre cambiamenti gestionali per migliorare la mandria

(2) Economia aziendale

L'economia aziendale è il più concreto, ma meno importante aspetto nell'adozione di PDMT adoption. L'economia può non essere così importante per il produttore come crede il rappresentante dell'industria perché molti altri fattori personali e professionali giocano un ruolo importante nella decisione di introdurre PDMT

Stone A.E. (2020)

Fattori che determinano la scelta di PLF

(3) Processo decisionale

Prendere PDMT in stalla non migliora economia aziendale o altre cose. È importante raccogliere informazioni per prendere migliori decisioni.

(4) Benessere animale

3 preoccupazioni si sovrappongono: funzione biologica, stato affettivo, vita naturale. Esempio: una vacca con mastite clinica può avere problemi nel coricarsi comodamente o nel mangiare (vita naturale), proverà dolore (stato affettivo), e avrà ridotta produzione latte (funzione biologica)

(5) Felicità del produttore

Felicità ha un significato differente per persone differenti in relazione alle loro attuali condizioni di vita e valori; non si misura concretamente, ma è comunque molto importante da considerare

Stone A.E. (2020)

Ogni sensore è caratterizzato da:

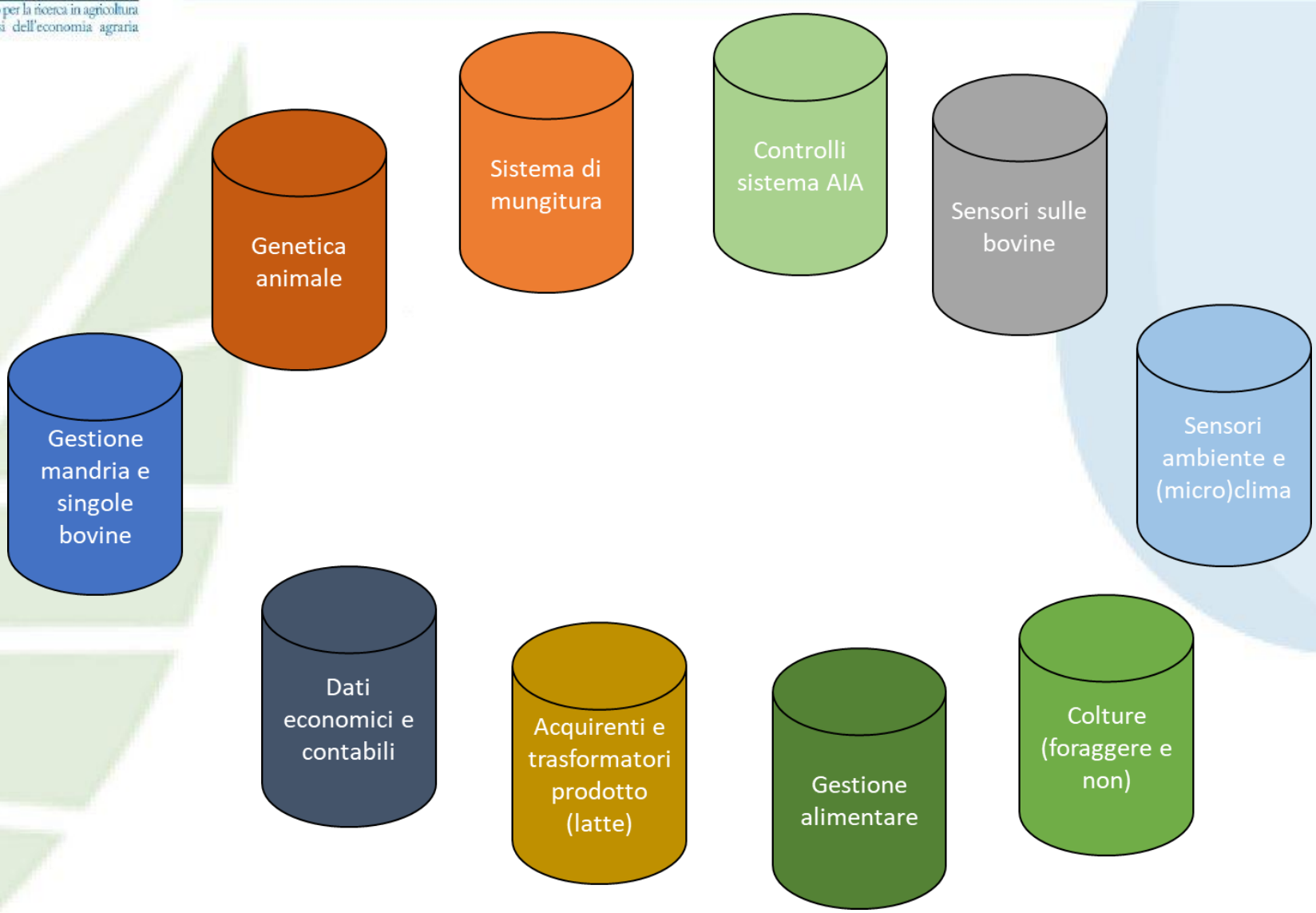
-specifiche unità di misura dei dati di campo

-specifica frequenza di rapporto

-specifico formato di rapporto

-specifica attendibilità (sensibilità, specificità)

Principali fonti dati per l'impresa zootecnica



Ferris et al. (2020), J. Dairy Sci. 103, 3874-3881

Tecnologie e mungitura

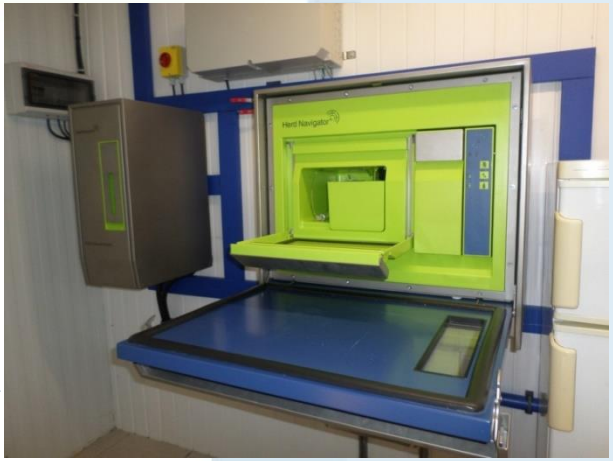
-mungitura automatizzata (robot): sistemi localizzazione e attacco; sensori colore; sensori conducibilità elettrica; flussometri

Mammella e altre coordinate

	X	Y	Z
Post. DX	-86	-3	5
Post. SX	-66	-43	21
Ant. SX	76	-39	-9
Ant. DX	76	86	-16
Posizione Sensore Camera	-555	452	439
Referenza Posizione Mammella	-463	480	453

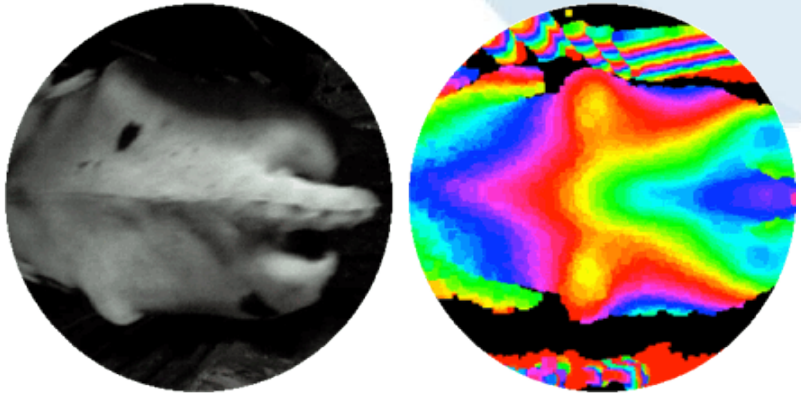
Tecnologie e mungitura

-sistemi NIR



-analizzatori flusso laterale (urea, BHB, LDH, progesterone)

-sistemi valutazione automatizzata BCS



Sensori ambientali

Ambiente stabulazione

-microclima (T °C, umidità relativa)

-illuminazione (tempo, intensità lux)

-gas (N_2O, CH_4, CO_2, NH_3, NO)

-polveri ($PM_{2.5}$, PM_{10})

Alimentazione animale

-sensori in campo (satellite), per decisioni su tempi e modalità raccolta e conservazione (insilamento, fienagione)

-sensori conservazione (T °C fieno; termografia)

-sensori in-line (NIR)

Sensori e loro funzioni

Benessere animale/salute, riproduzione, produzione

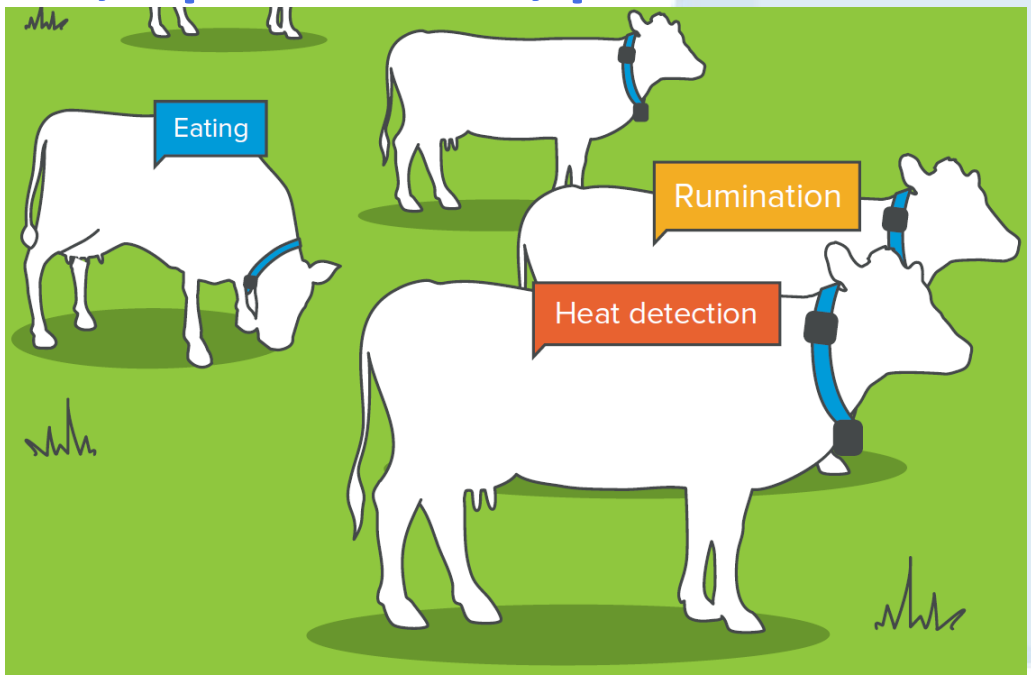
-localizzazione

-movimento

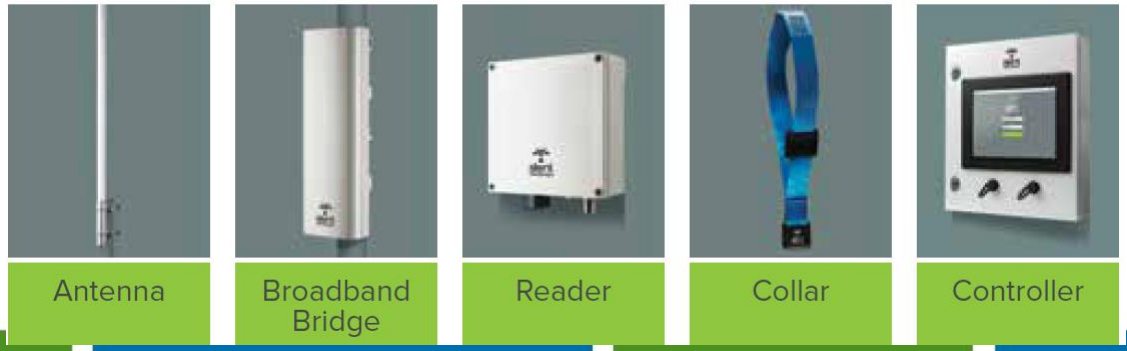
-respirazione

-temperatura corporea

-ingestione e ruminazione



Hardware



I principi della zootecnia di precisione

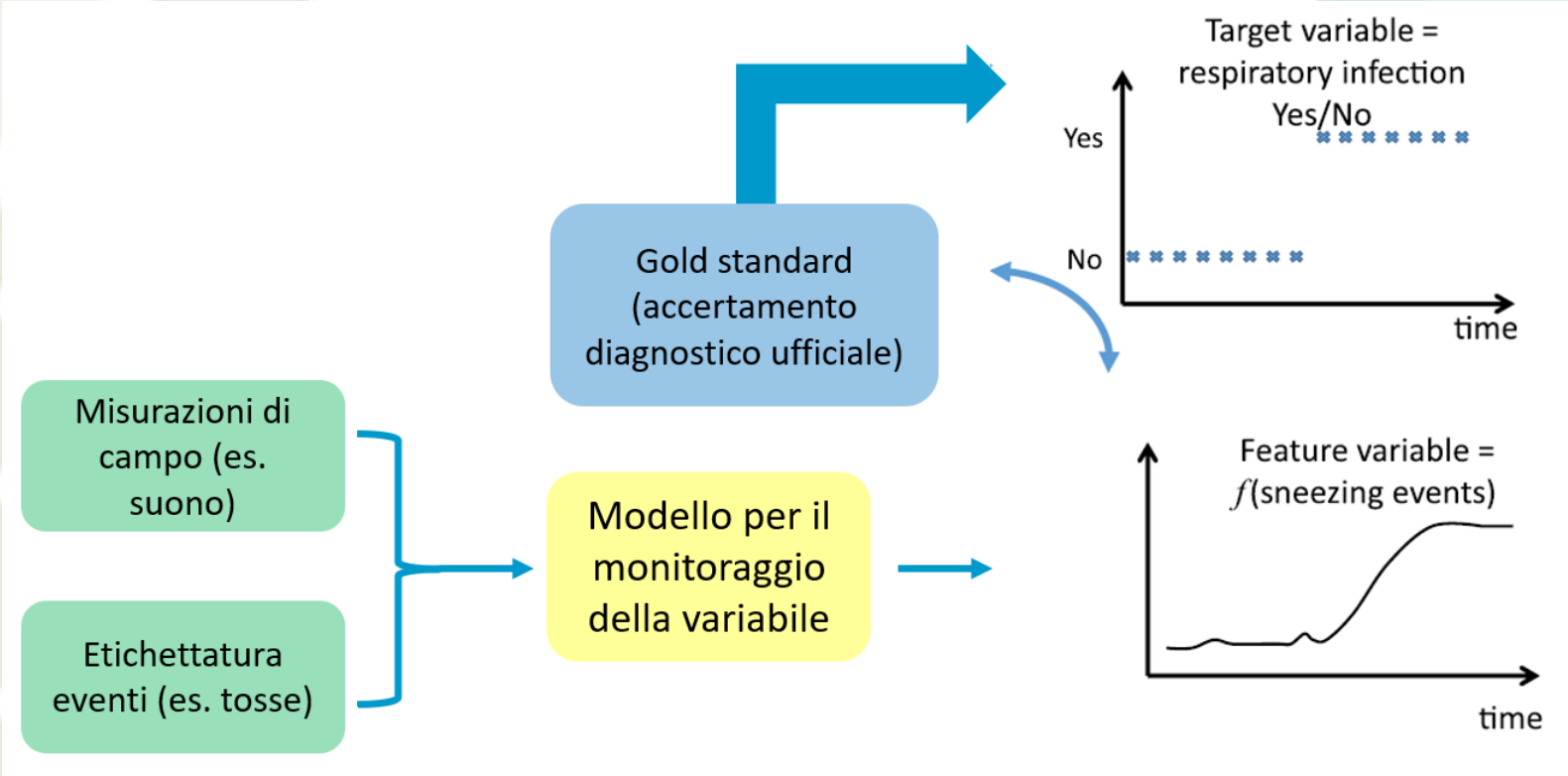
3 condizioni devono essere verificate:

1. Presenza di variabili da misurare sugli animali (comportamento, fisiologia) con sensori economicamente convenienti e in modo ripetuto nel tempo
2. Deve essere disponibile un modello previsionale su come la variabile varia e come l'animale risponde nel tempo
3. Modello predittivo e misure on-line sono integrate in un algoritmo per il monitoraggio e le conseguenti possibili scelte gestionali da adottare

Norton et al. (2019)

Sensori: dati, significato e utilizzo

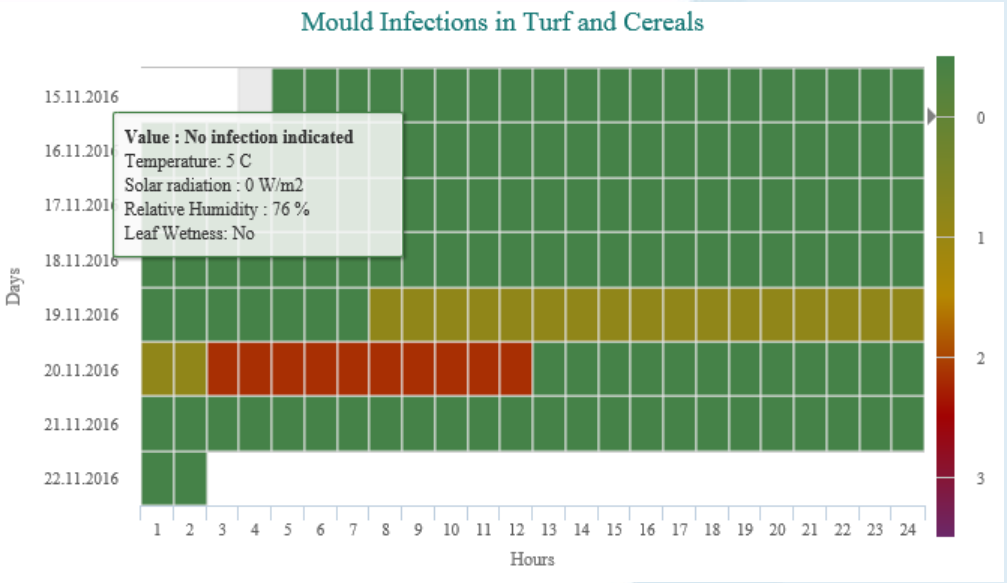
Utilizzo del riferimento «gold standard»: stabilisce la relazione tra la nostra variabile e quella di riferimento

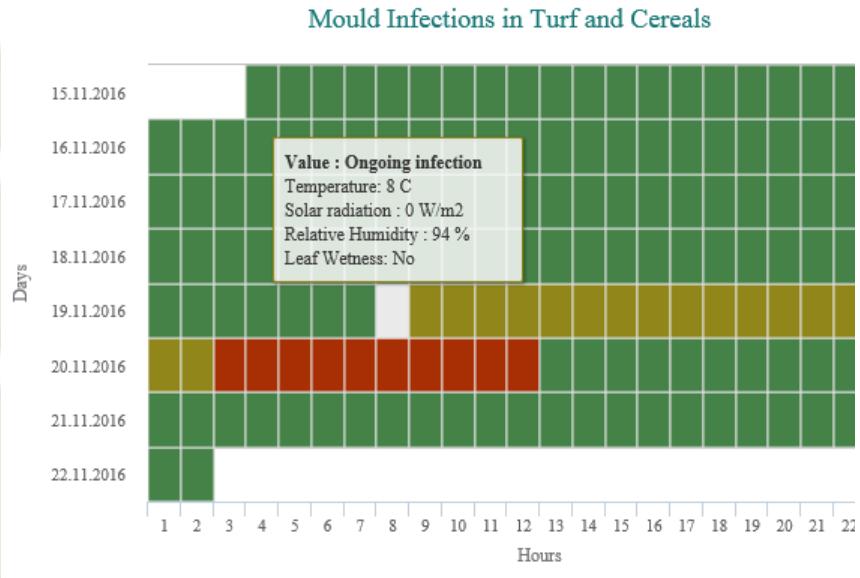


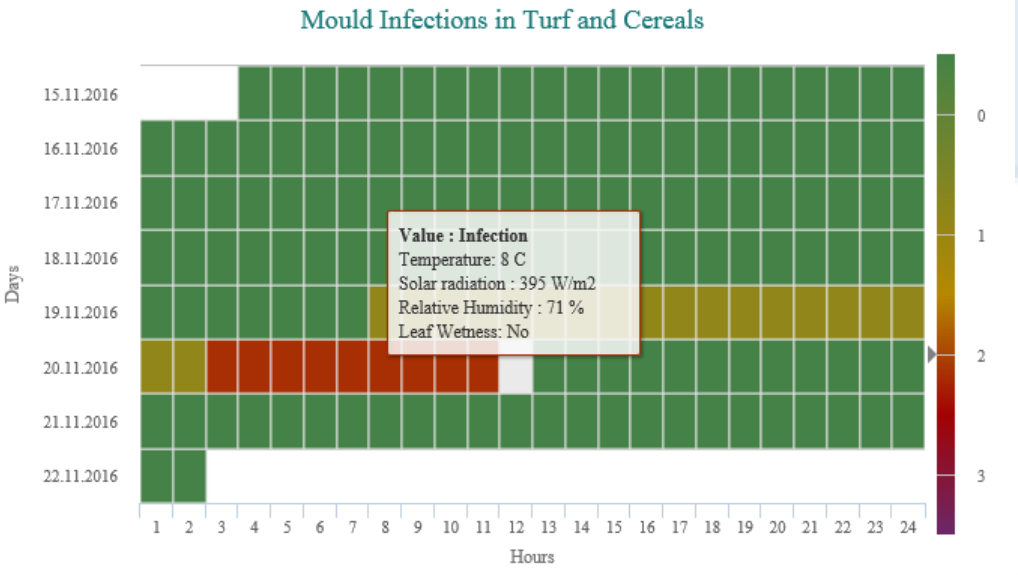
Norton et al. (2019)

Clima

Allerta meteo per muffe e micotossine

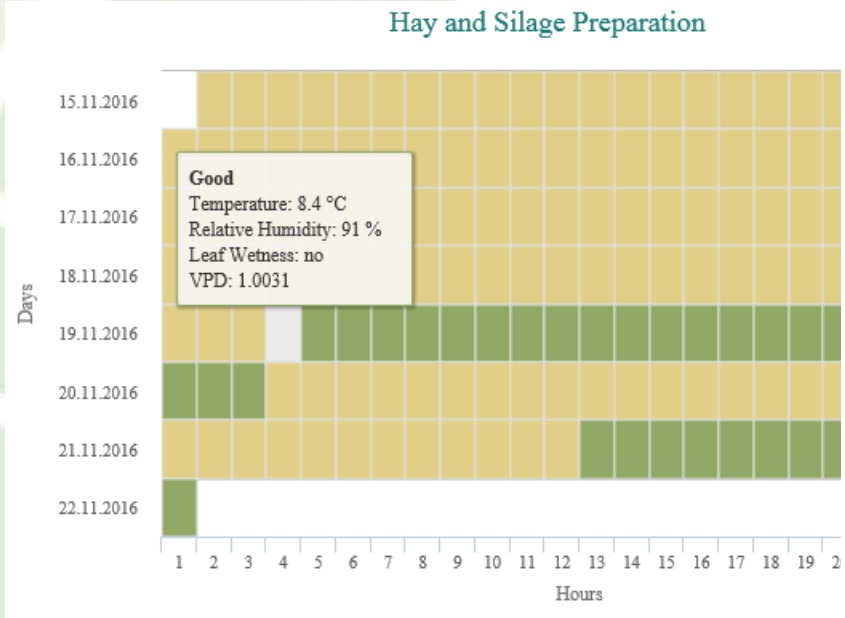


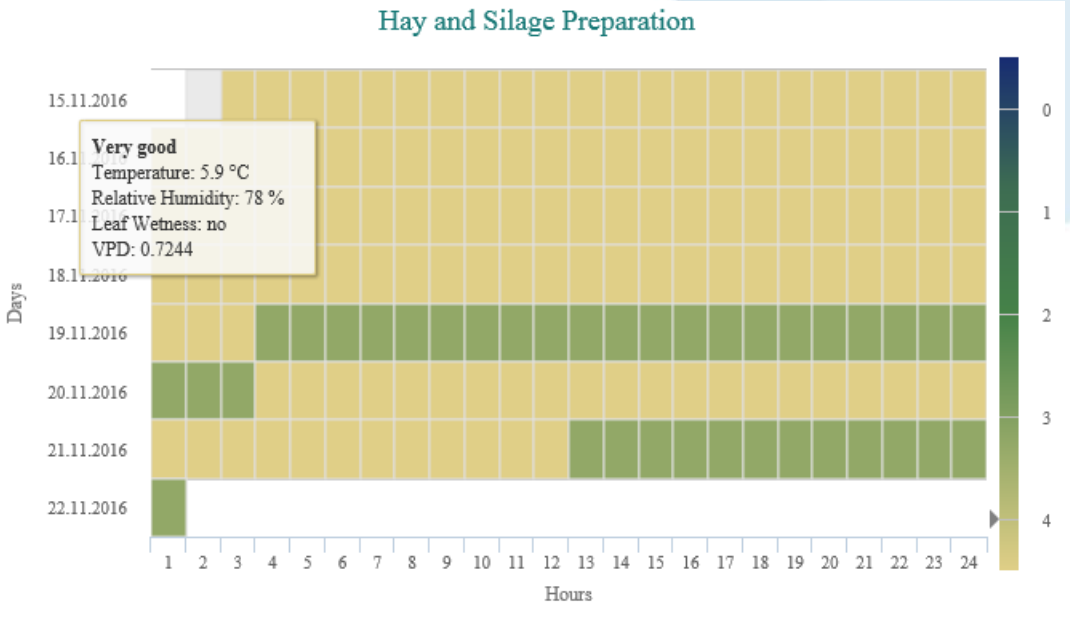




Clima

Allerta meteo per le condizioni di raccolta dei foraggi in relazione alla tipologia di conservazione: maturazione in relazione a insilamento, fermentazione e stabilità aerobica





Colture

-piano colturale (superifici, cultivar) → dal software di gestione aziendale

-produttività (t/ha) → da agricoltura di precisione

-qualità foraggio → da macchine raccolta

-costi coltivazione (€/ha) → dal software di gestione aziendale

Trasformazione

-disciplinari produzione

-accordi pagamento prodotti

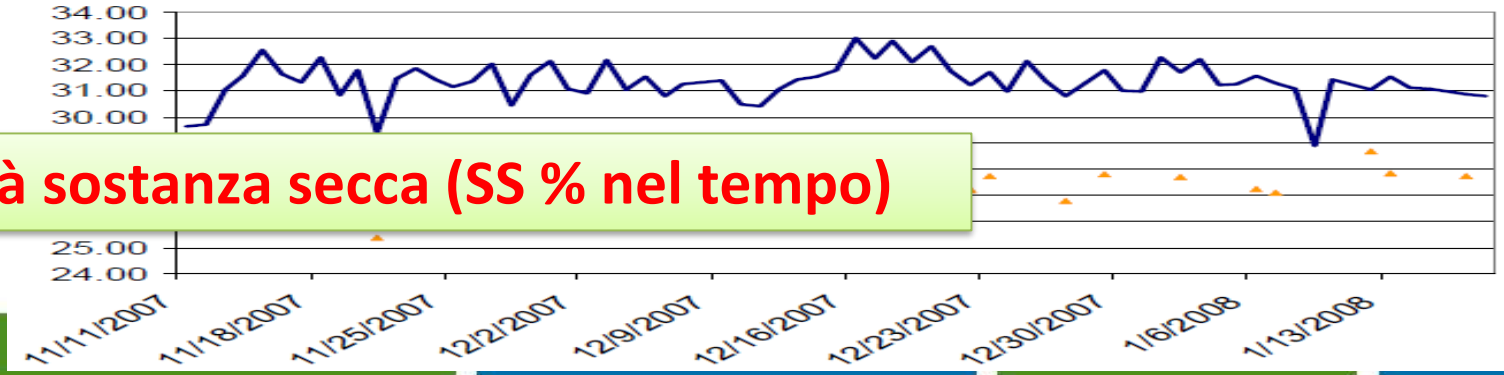
-vincoli qualitativi prodotti

-non conformità

Gestione alimenti

Gestione insilati

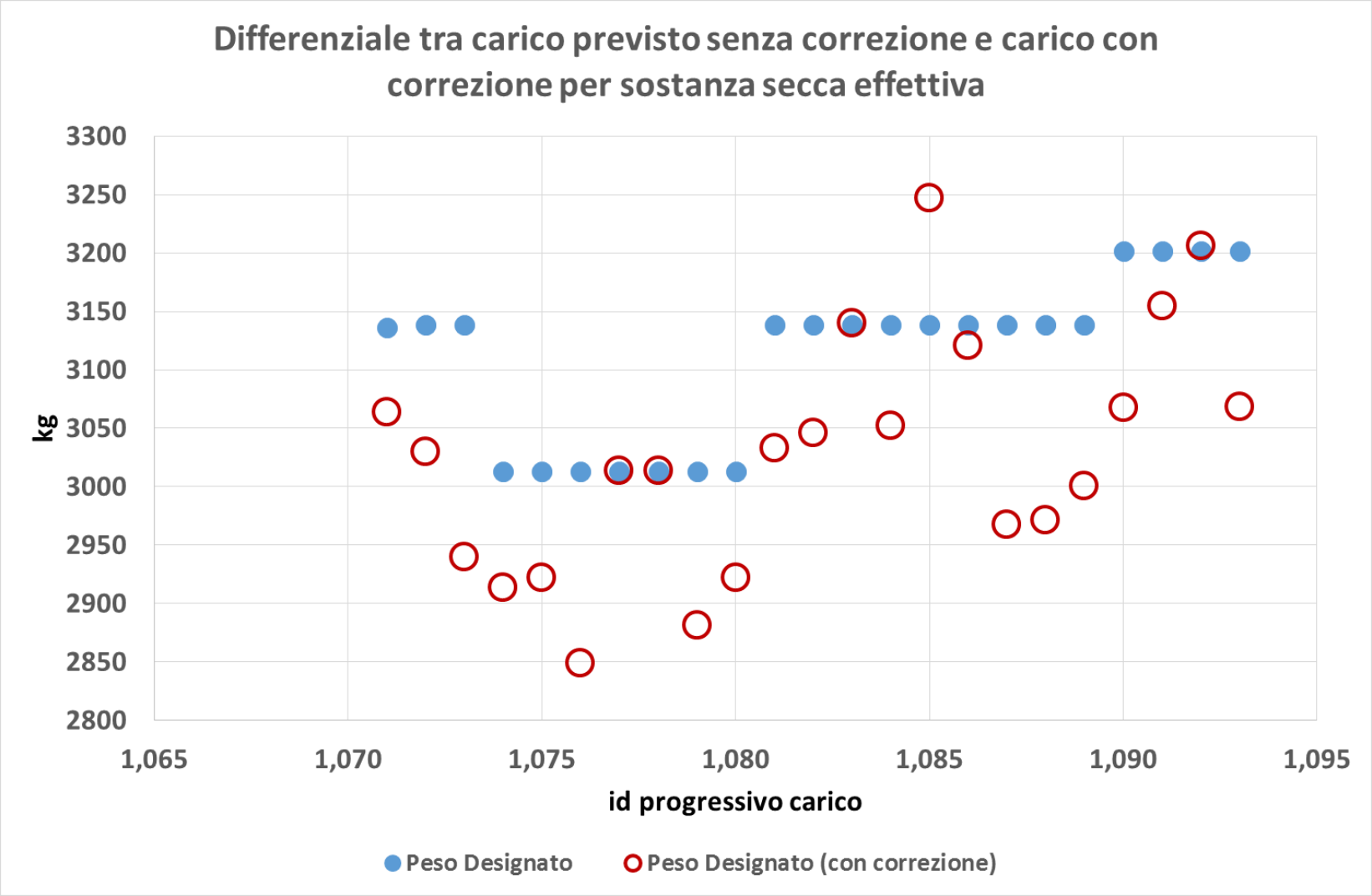
Variabilità sostanza secca (SS % nello spazio)



Variabilità sostanza secca (SS % nel tempo)

Gestione alimenti

Carico silomais corretto per la sua effettiva sostanza secca



Nutrizione e alimentazione di precisione

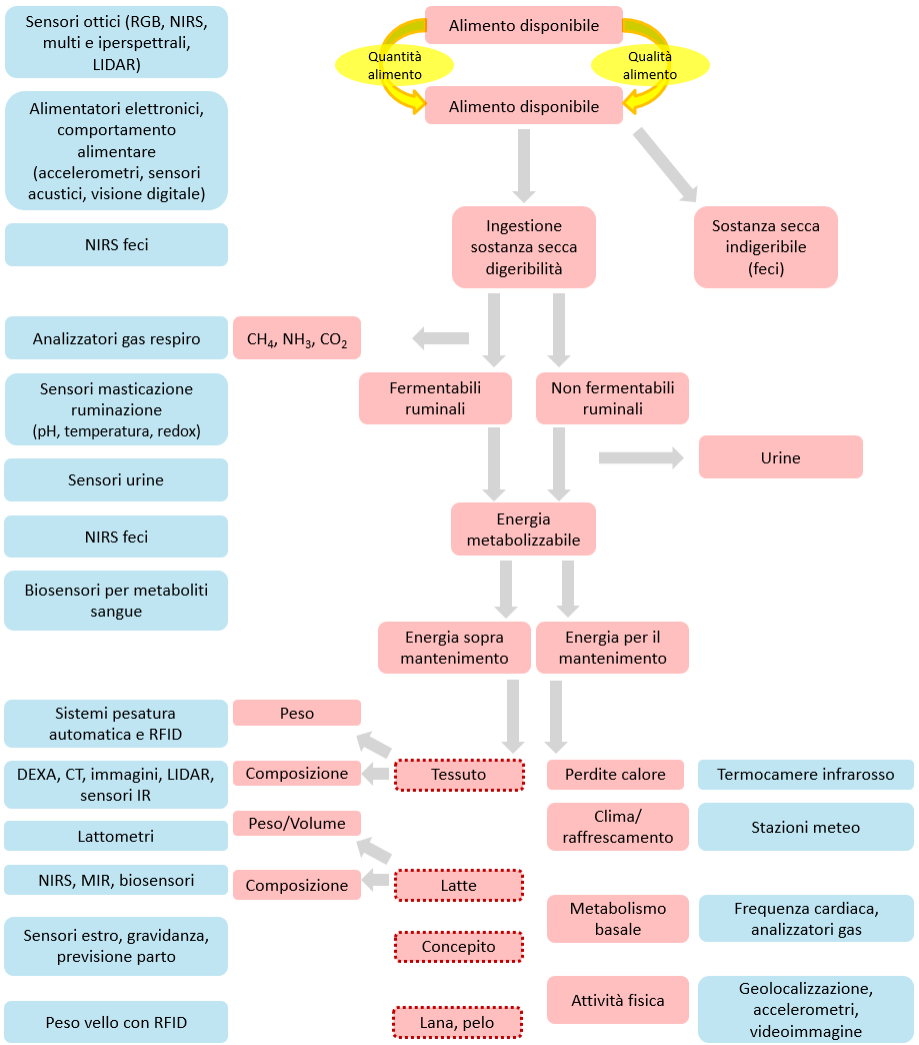
Nutrizione di precisione

Si basa sulla precisa individuazione dei fabbisogni per gli animali «reali» partendo da modelli teorici

evoluzione del controllo dell'alimentazione nella bovina da latte

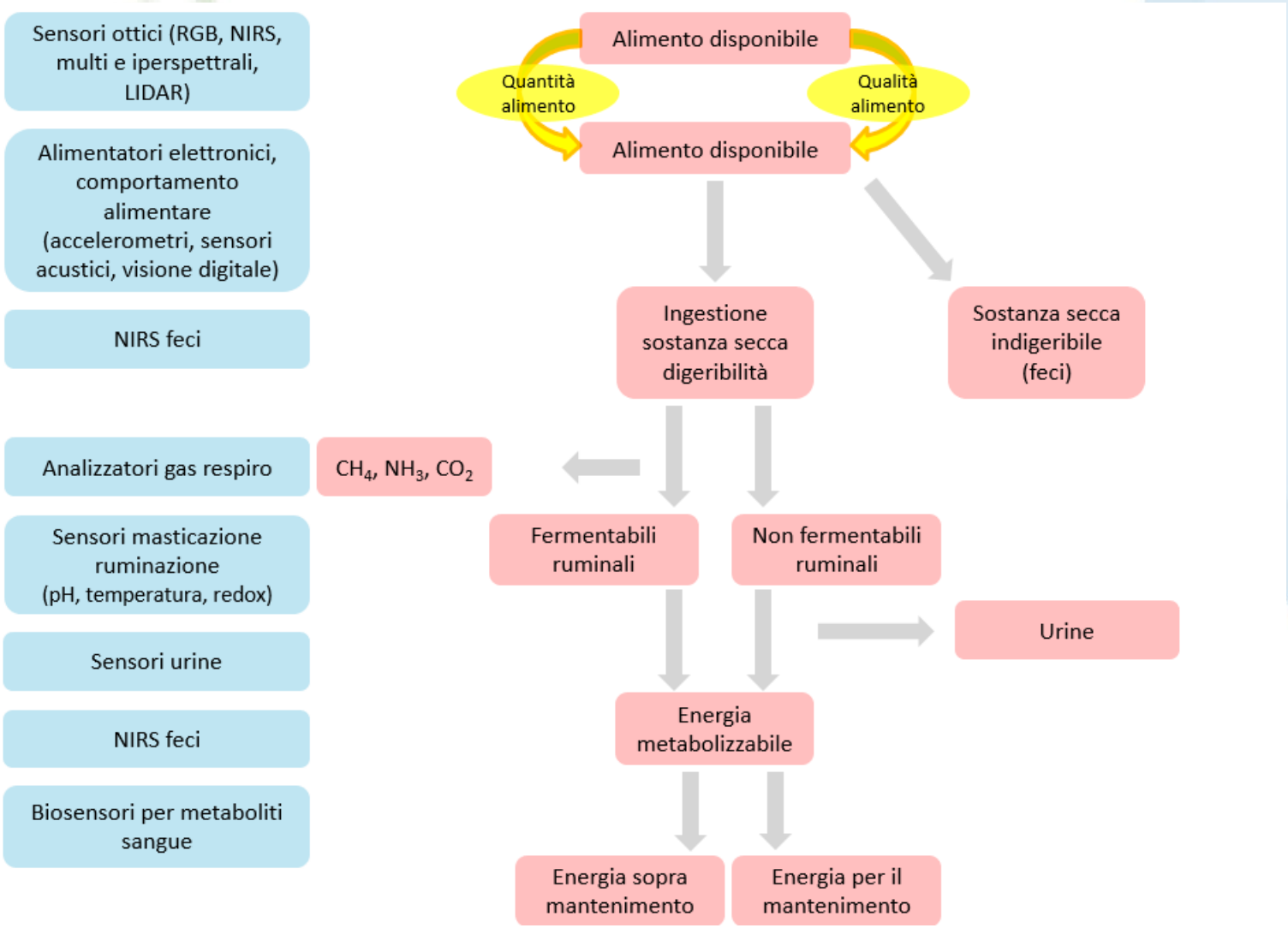
Alimentazione di precisione: processo di miglioramento delle tecniche di alimentazione degli animali, attraverso una appropriata gestione quanti-qualitativa degli alimenti disponibili con il supporto delle tecnologie digitali per la gestione dell'informazione

Nutrizione e alimentazione di precisione



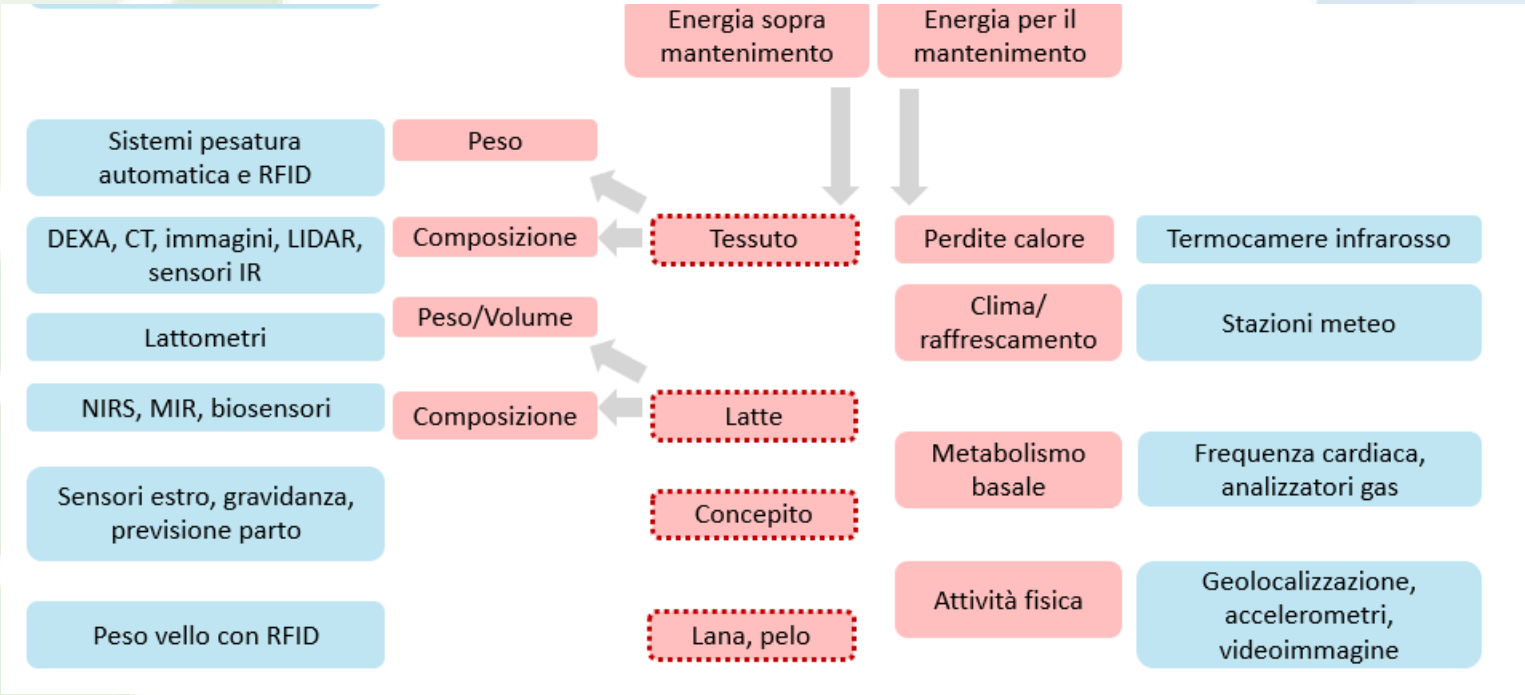
Gonzalez et al. (Animal, 2018)

Nutrizione e alimentazione di precisione



Gonzalez et al. (Animal, 2018)

Nutrizione e alimentazione di precisione



Gonzalez et al. (Animal, 2018)

Introduzione al PF

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 quanti-qualitativa 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)

Introduzione al PF

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 governo 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

Introduzione al PF: efficienza alimentare

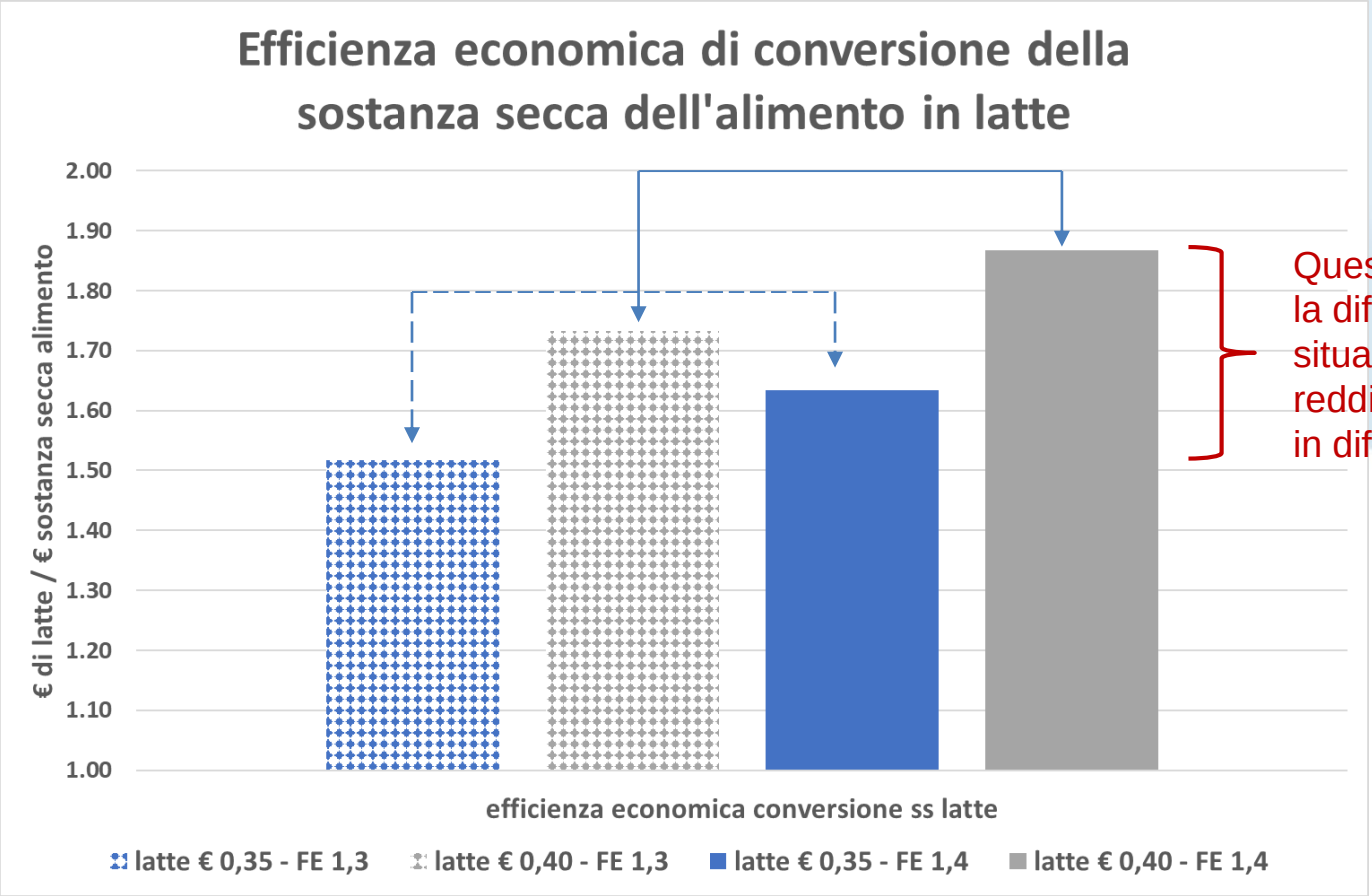
-prezzo latte/prezzo alimenti non affidabile (volatilità prezzi) (Wolf, 2010)

-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^ lattazione	< 90	1,5 – 1,7
Gruppo 1^ 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

Introduzione al PF: efficienza economica

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]



Questo Δ spiega la differente situazione di redditività del latte in differenti areali

Introduzione al PF

2. significato ambientale controllo alimentazione bovina da latte

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

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

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

Introduzione al PF

3. controllo alimentazione bovina e ricadute su benessere animale

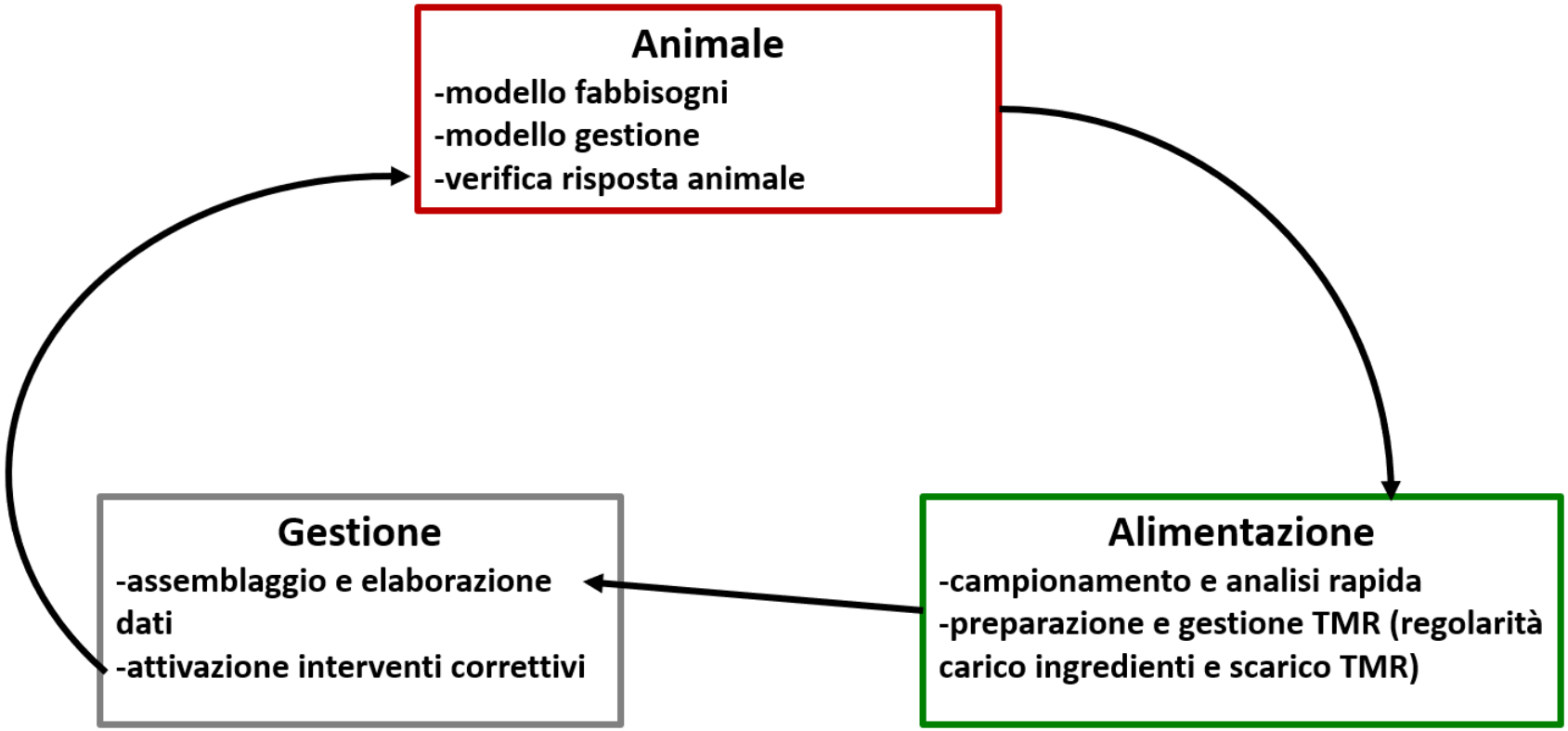
-minore competizione tra le bovine

-ingestione più costante nel tempo di una dieta equilibrata e corretta fisicamente

-ridotto rischio di disturbi metabolici e, a cascata, minore suscettibilità a problemi immunitari

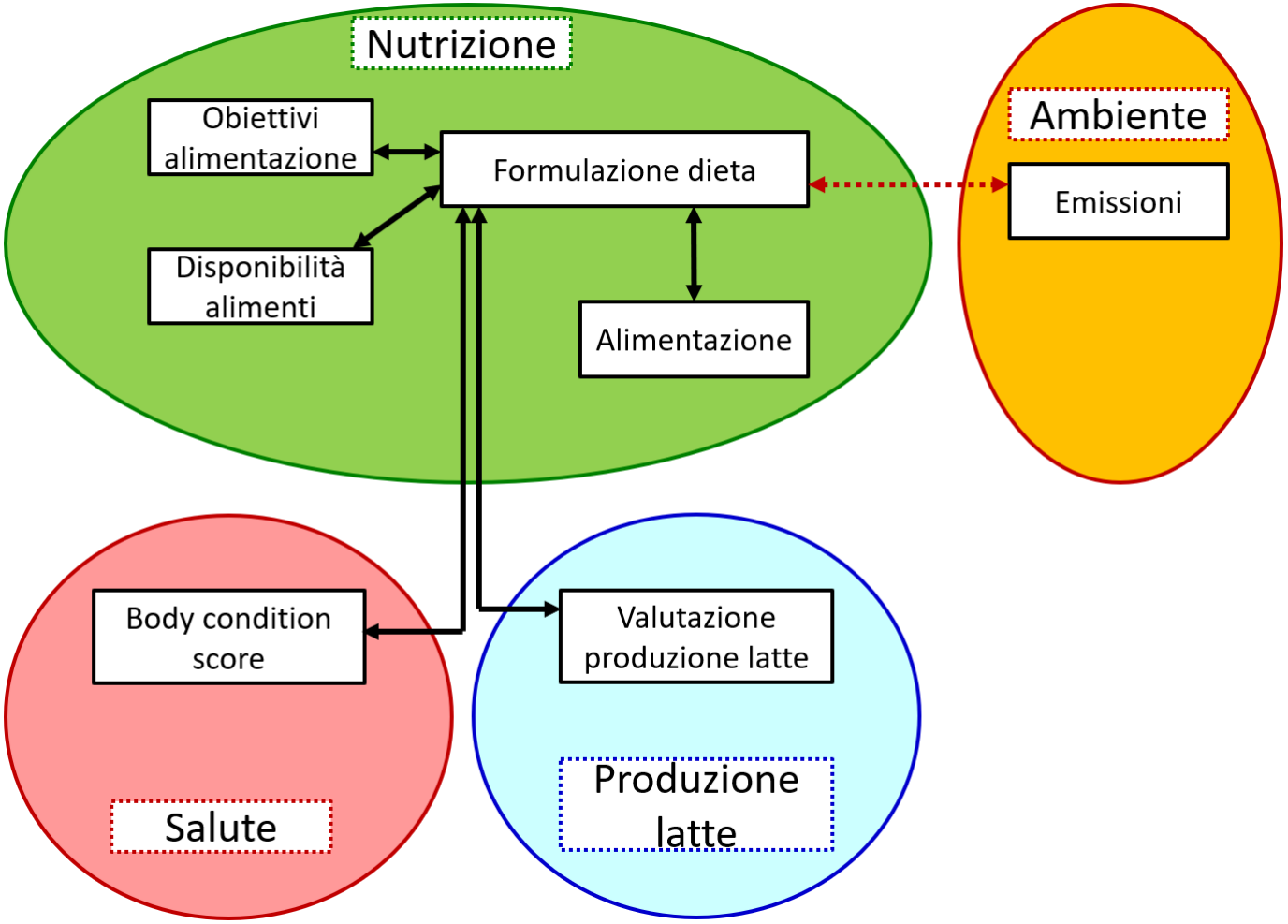
Alimentazione di precisione: modelli e relazioni

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: modelli e relazioni

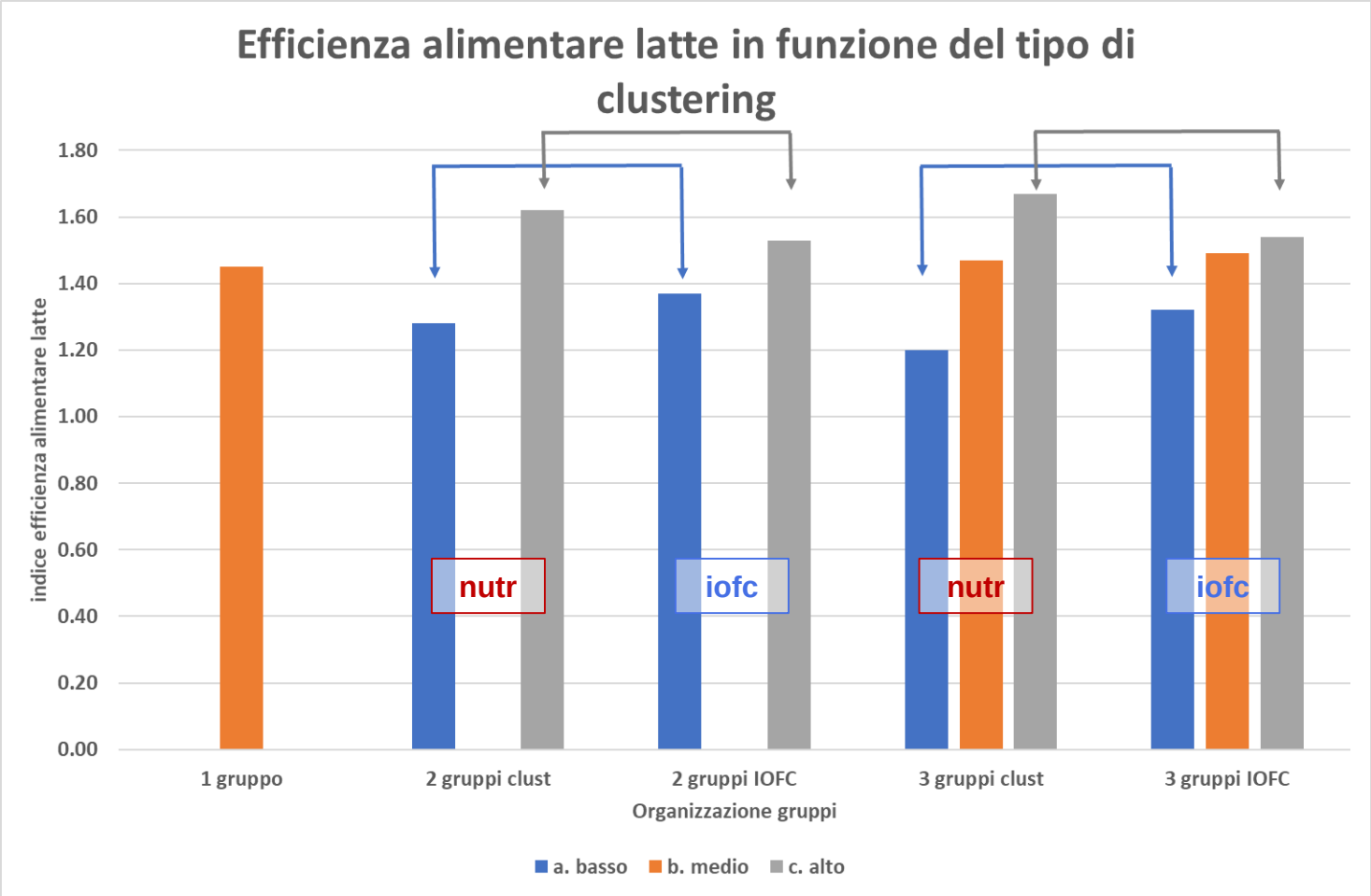
Interazioni tra varie componenti informative aziendali per la realizzazione di un sistema di alimentazione di precisione (da Pietersma et al., 1998)



Alimentazione di precisione

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

(Wu et al., 2019)



Alimentazione di precisione e controllo statistico di processo

Frequenza campionamento alimenti

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

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

T_c = tempo atteso tra evento improvviso e successivo campionamento

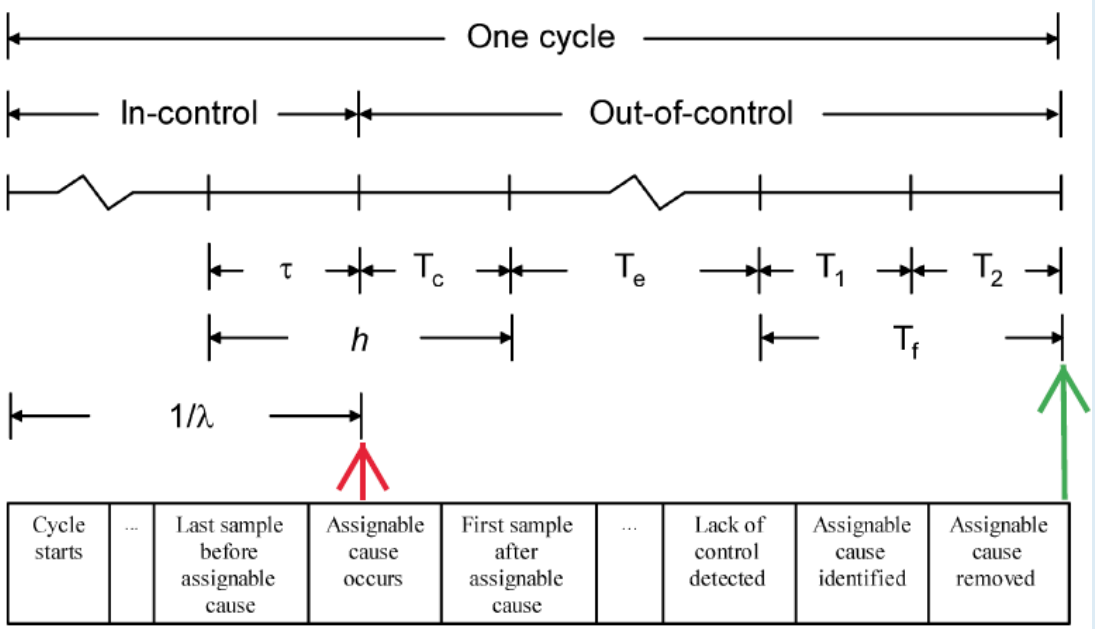
h = intervallo tra campionamenti

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



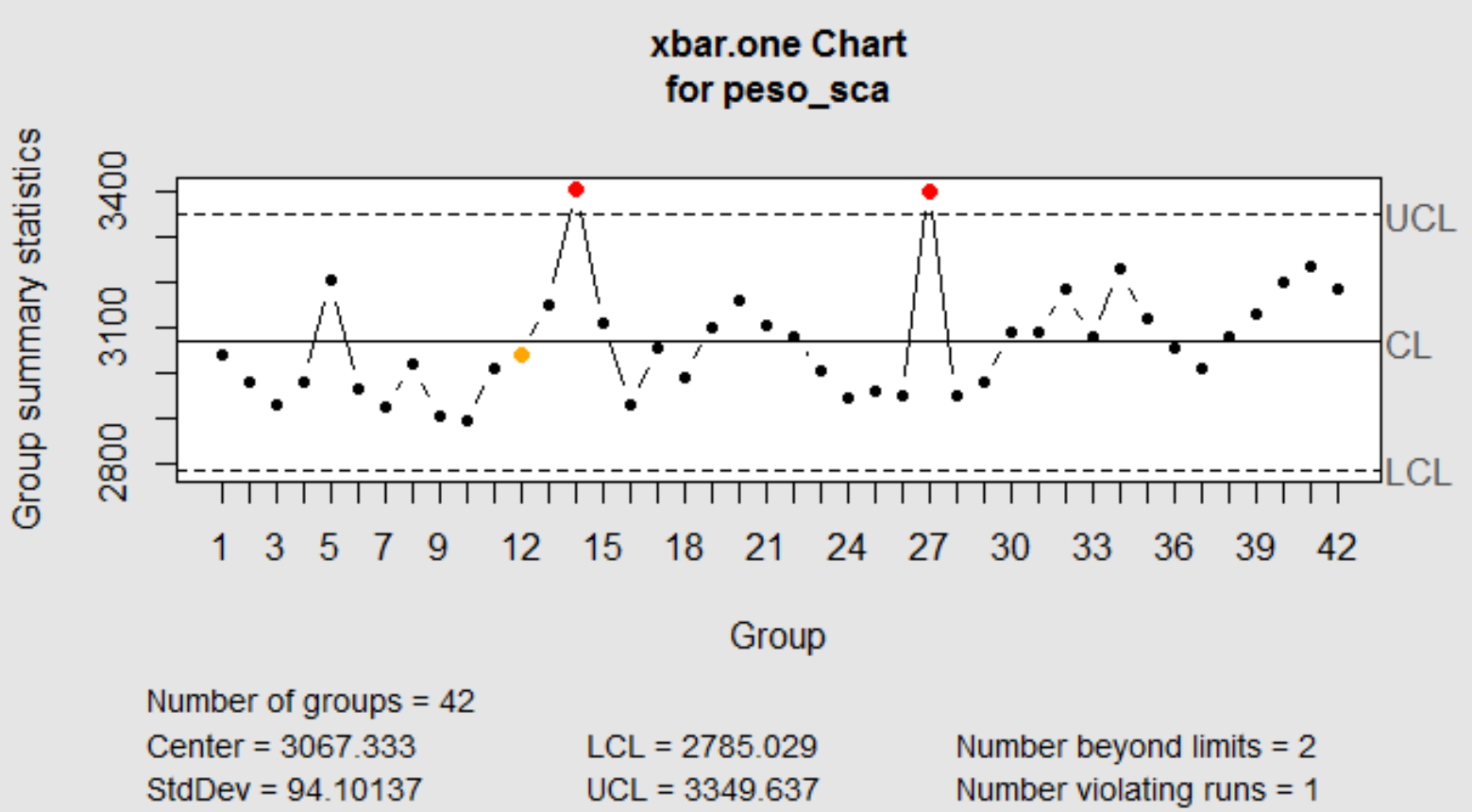
Controlli + frequenti = + spese

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)

Alimentazione di precisione e unifeed

Come nascono gli errori (James and Cox, 2008)

Deviazione giornaliera totale kg distribuiti è negativamente associate a produzione latte ⇒ 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)

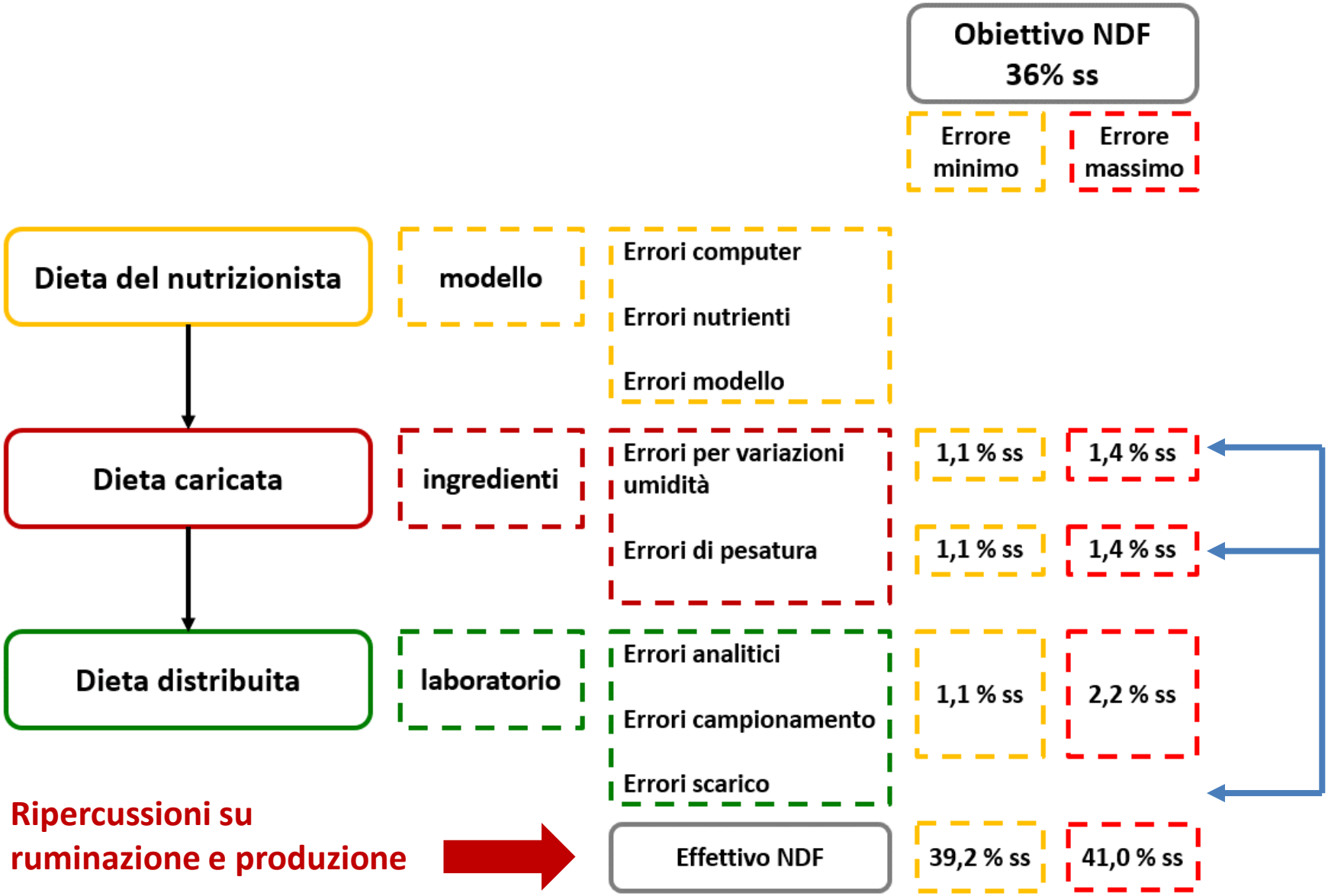
Controllo statistico di processo: implementare gestione attenzioni basate su soglia 1 ds anziché 2 ds

Alimentazione di precisione e unifeed

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



Rossow and Aly, 2013

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
a. Nella pesata, da 1 a 2%	**Da 4 a 8%**	Da 3 a 4%
b. Nella sostanza secca degli alimenti, da 4 a 8%	Da 3 a > 4%	Da 3 a > 4%
c. Nella concentrazione del nutriente nell'alimento, da 2 a 4%	**Da 6 a 12%**	Da 3 a 6%

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

Buckmaster e Muller, 1994

Alimentazione di precisione e unifeed a base di silomais

Dettaglio Analisi NIR

Dettaglio Analisi NIR

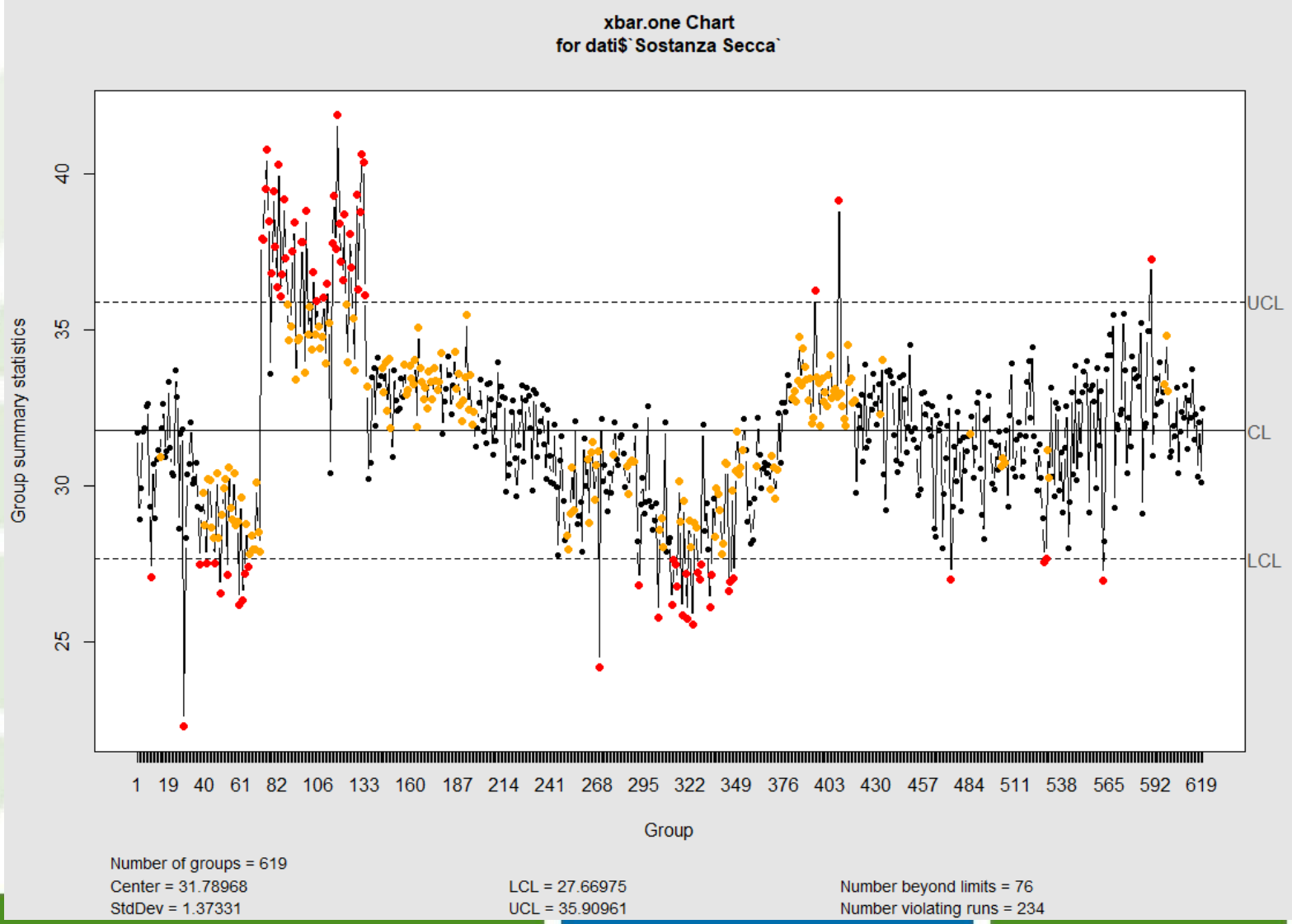
Id Componente	Componente	Famiglia NIR	N° di Analisi
7	Mais Trinciato	Silomais	620

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

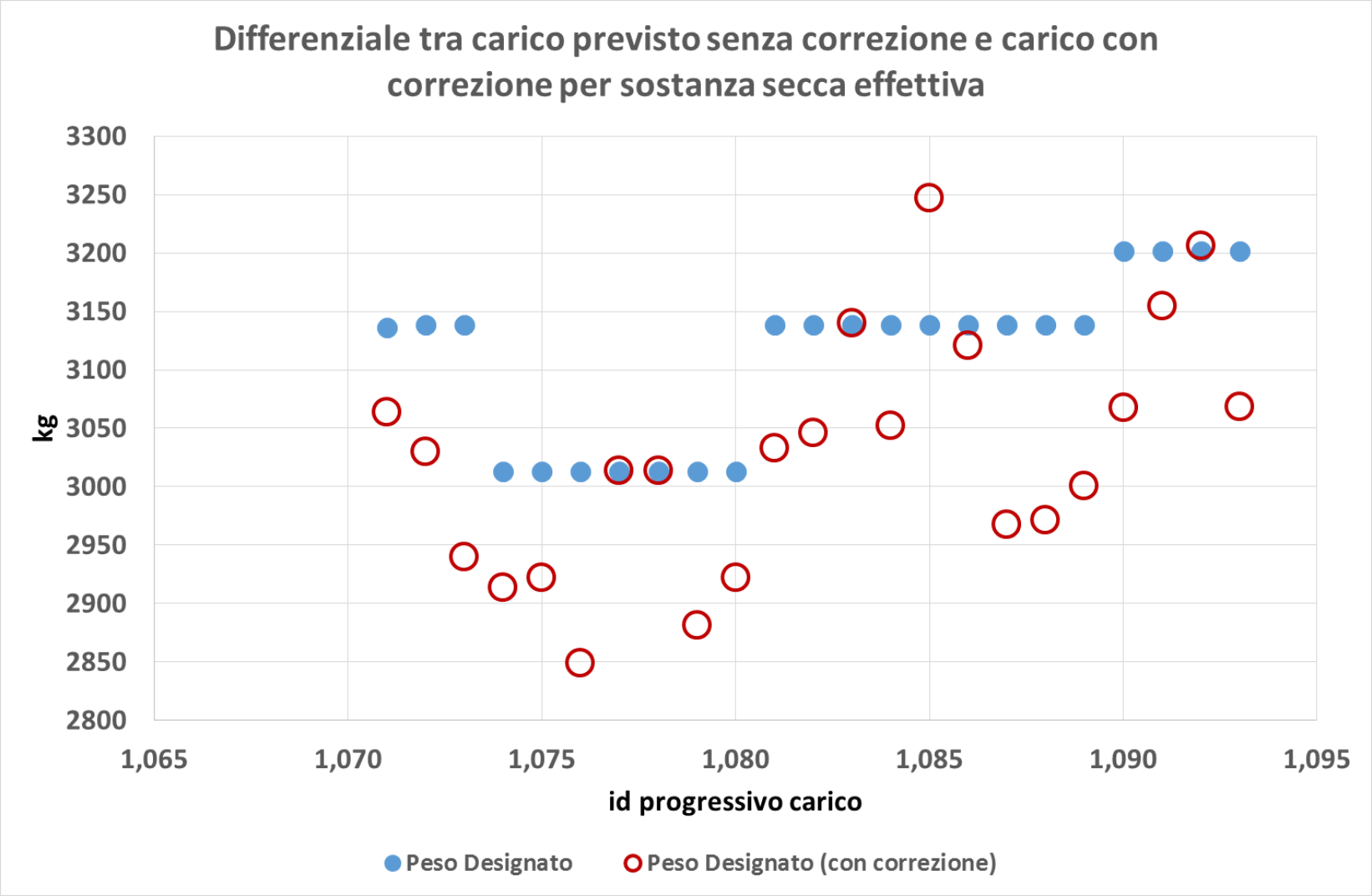
Alimentazione di precisione e unifeed a base di silomais

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



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 (kg)
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

St-Pierre e Thraen, 1999

Benefici sociali

-principali aspetti di interesse sociale verso gli allevamenti e possibile ruolo della PLF

-benessere animale

-benessere allevatore e lavoratori

-impatto ambientale delle emissioni

-utilizzo farmaci veterinari

-qualità delle produzioni

Benefici economici

Principali benefici economici per l'impresa zootecnica

-gran parte di questo aspetto deriva dalla reale esigenza di PLF per migliorare l'efficienza di una fase produttiva aziendale

-valutazioni economiche in termini assoluti sono difficili da fare perché spesso si riferiscono a fasi di transizioni importanti entro la singola azienda

- -difficile attribuire un preciso vantaggio a una singola innovazione all'interno di un quadro di trasformazione generale nell'azienda
- -nel breve periodo di una trasformazione, spesso l'impiego della singola innovazione non è ancora «a regime»

Benefici economici

Fasi della traiettoria di apprendimento in allevatori ad inizio PLF

Fase	Durata (generale)	Caratteristiche tipiche della fase	Categorie di Harsh
Apprendimento iniziale	Primi 3-6 mesi di utilizzo	Apprendimento inserimento dati basilari, creazione di semplici gruppi di gestione della mandria	Descrittiva e diagnostica
Consolidamento	6-12 mesi di utilizzo (fino a inizio seconda lattazione)	Ripetizione procedure porta a consolidamento della conoscenza, portando abilità nella interpretazione dei dati per predire salute animali e problemi produttivi	Predittiva
Apprendimento avanzato	12 mesi seguenti	Associazione dati differenti che danno maggiore potenza al DSS e consentono maggiore automazione nei processi decisionali	Prescrittiva

Eastwood et al. (2012)

Ringraziamenti

FEASR

REGIONE DEL VENETO

PSR VENETO 2014-2020

FONDO EUROPEO AGRICOLO PER LO SVILUPPO RURALE: L'EUROPA INVESTE NELLE ZONE RURALI

VENETO AGRICOLTURA

Organismo di Formazione accreditato dalla Regione del Veneto

A tutti voi per l'attenzione

fabiopalmiro.abeni@crea.gov.it