

SmartAnimal, benessere e qualità delle produzioni

Umberto Bernabucci
bernab@unitus.it

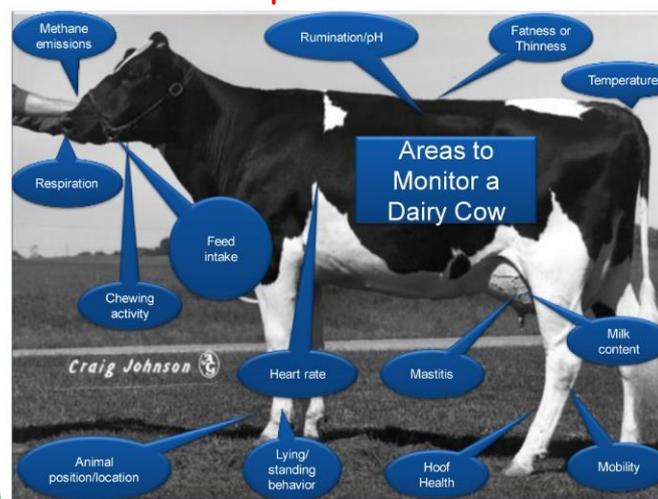
Sistemi Zootecnici Moderni

1. **Mantenere e valutare il benessere animale**
 - ✓ *Riproduzione, dismetabolie, mastiti*
2. **Controllo individuale**
3. **Sostenibilità delle produzioni**
 - ✓ *Cambiamenti climatici*
4. **Qualità delle produzioni**
 - ✓ *Nutrizionali, tecnologiche*





Cosa si può monitorare



Zootecnia di precisione

Applicazioni principali di PLF:

1. Identificazione
2. Controllo microambientale (T° , UR, gas, luce, polveri, ecc.)
3. Indicatori per valutazione stato di salute (riconoscimento tempestivo dei soggetti "problema")
4. Corretto razionamento: caratteristiche alimenti, formulazione razione, valutazione ingestione
5. Valutazione qualitativa dei prodotti (es. latte: SCC, aflatoxine, carica microbica, inibenti, G, P, L, caseine, SH, ecc...)

Identificazione



L'identificazione degli animali in modo attendibile, univoco e automatico è il 1° elemento necessario per l'informatizzazione dei servizi di stalla, in quanto permette di organizzare la registrazione dei dati di ogni soggetto.

Sistemi di identificazione con microchip:

- 1) Portatili o fissi (antenne ubicate in punti strategici)
- 2) sola identificazione o programmati per la gestione di varie attività
- 3) chip sottocutanei o auricolari (identità), attivometri (calori, salute), transponder (gestione alimentazione), boli ruminali. Tutti utilizzabili per gestione sala di mungitura (separazione latte, settaggio parametri di mungitura, allarmi, gestione cancelli di separazione automatici)

**Identificazion
e**

DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
Toscana

Identificazione ... al pascolo

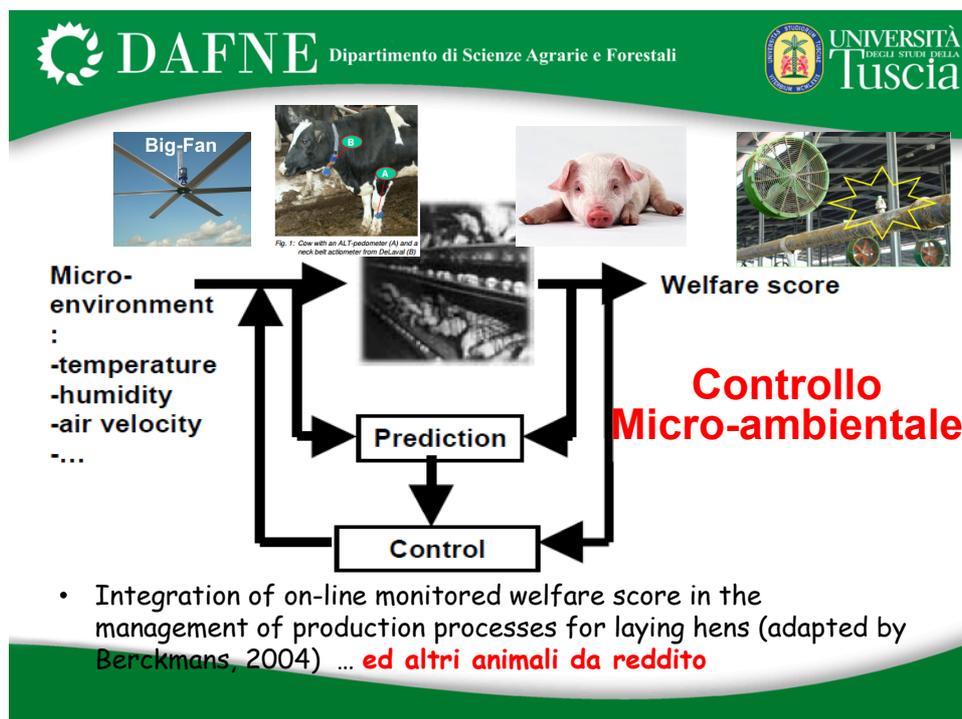
Precision grazing system.
Collar with GPS, sensors for monitoring the behavior of physiological data and feed intake.

The collar transmits real-time information to a control system and support for the data processing that sends commands such as to control the supply or management of grazing spaces (Laca, 2009 R. Bras. Zootec., 38: 123 -132).

DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
Toscana

Controllo microambientale



DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali 

Housing : cooling - dairy cows

In modern dairy facilities it is essential to minimize variation in in the cow's core body temperature during period of heat stress to maximize milk production and reproductive performances.

Strategy for reducing the negative effects of heat stress is cooling the cows.

There are three ways to accomplish cow cooling:

1. cool the cow,
2. cool the air,
3. or a combination of both.

Housing: cooling

Considering the structure of the free-barn **different zones** must be cooled:

1. Feed-line cooling
2. Holding-pen cooling
3. Parlor exit cooling

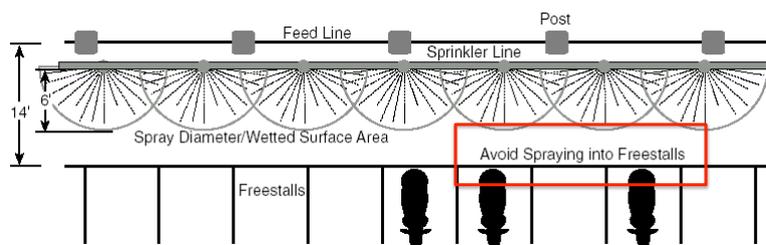
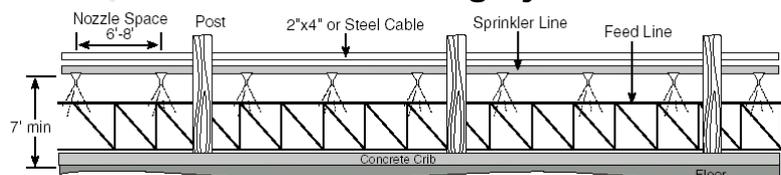
Several systems are available for cooling cows the choice of one or another is dependent of the climate characteristics of the area

Sprinkler and fan cooling systems
Evaporative cooling systems (Korral Kool)
Shade and FlipFan-Shade cooling systems

1.8-2.4 m

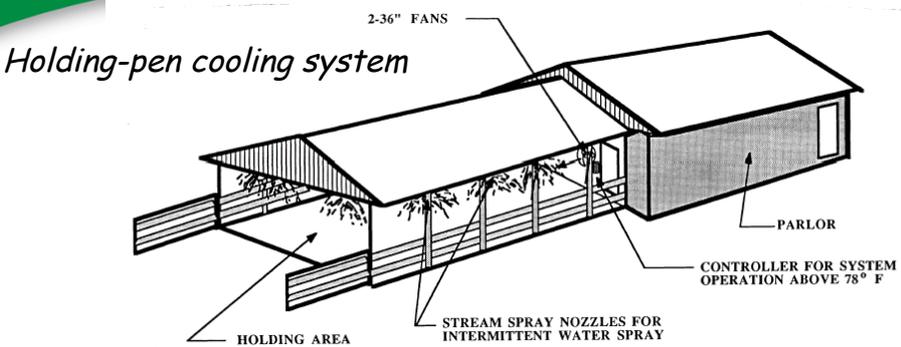
Housing: cooling

Feed-line cooling system



DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali  UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA

Holding-pen cooling system



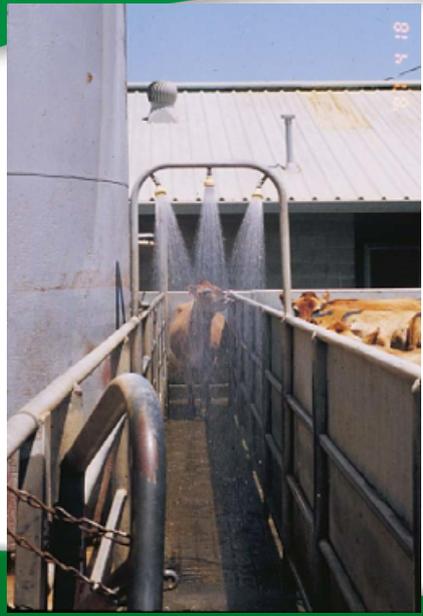
2-36" FANS
HOLDING AREA
STREAM SPRAY NOZZLES FOR INTERMITTENT WATER SPRAY
PARLOR
CONTROLLER FOR SYSTEM OPERATION ABOVE 78° F



DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali  UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA

Housing: cooling

An example of parlor exit cooling



Sprinkler and fan cooling systems

Sprinkler and fan cooling systems is effective in hot humid climate

It generates a large volume of water that must be processed: 454 L/cow per d, which totalled 54,504 L/cow for a 120-d cooling season. However, when differing rates of water application for cooling were compared, a system using 313 L/h (216 L/cow per d) cooled cows as effectively as a system delivering 704 L/h.

The system is based on **large droplets** from a **low-pressure sprinkler** system that completely wets the cow by soaking through the hair coat to the skin.



Evaporative cooling systems

It is effective in hot arid climates

These systems use **high pressure, fine mist**, and **large volumes of air** to evaporate moisture and cool the air surrounding the cow. These systems **allow to save water**: a combination of fans and misters uses about **10-fold less water than the fan/sprinkler system**.

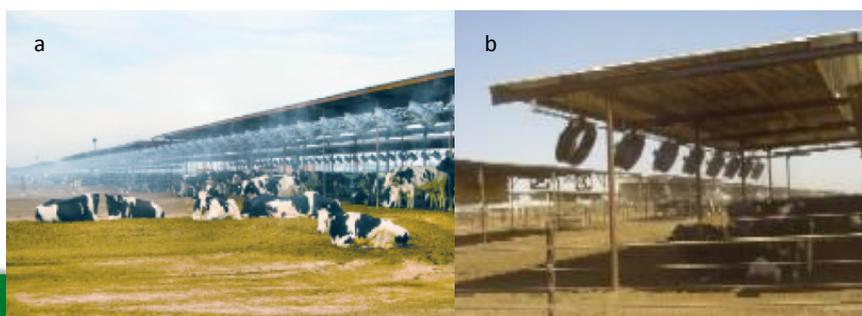
A typical system is Korral Kool system:



Shade and cooling

FlipFan (www.schaeferfan.com) dairy cooling system is an extremely effective and reliable dairy cooling system and *is ideal for dairies in extremely hot and arid climates.*

This system combines the shade with cooling using *very simple and cost-effective structures.*



Field experiences

Two Israeli studies were carried to evaluate:

- The effect of summer conditions on cows production and fertility.
- The effect of three levels of cooling intensity on cows welfare and performance.
- The effect of different wetting methods and amount of water used on cooling efficiency and environmental contamination.

Flamenbaum et al., 2012

Materials and Methods - *study 1* (a large scale survey)

- 14 dairy farms, 300 cows/farm
- Three cooling levels:
Minimal, Moderate, Intensive
- Two Seasons compared:
 - Summer - (July - September)
 - Winter - (December - February)

Cooling procedures (*study 1*)

• 'Minimal'

- 3 wetting periods (before each milking).

• 'Moderate'

Cooling in 'Holding pen' only

- 6 cooling periods, 45 min. each, for a total of 4.5 h/day.

• 'Intensive'

Cooling in 'Holding pen' + 'Feeding strip'

- 10 cooling periods, 45 min. each, for a total of 7.5 h/day.

Cooling in the 'holding pen'



Cooling in the 'Feeding strip'



Results - Study 1 Milk yield of mature cows

	Minimal	Moderate	Intensive
Winter (kg/d)	38.6	41.4	40.6
Summer (kg/d)	35.0	39.8	40.0
Difference (W-S)	3.6 ^c	1.6 ^b	0.6 ^a
Ratio (s/w)	90.7%	96.1%	98.5%

Results - *Study 1*

Conception rates (first AI) of mature cows

	Minimal	Moderate	Intensive
Winter (%) (n)	43.5 ^a (618)	45.8 ^a (267)	46.6 ^a (684)
Summer (%) (n)	16.7 ^c (222)	34.5 ^b (172)	33.8 ^b (572)

Materials and Methods

study 2

- Two groups of 100 cows each.
- Two cooling methods based on wetting and force ventilation in the "feeding strip":
- In both groups cows cooled in the 'Holding pen' + 'Feeding strip' 10 cooling periods, 45 min. each, 7.5 h/day in total.

Water use:

Method 1 - 100 lit/h sprinklers, 80 lit/cow/d

Method 2 - 28 lit/h misters, 30 lit/cow/d

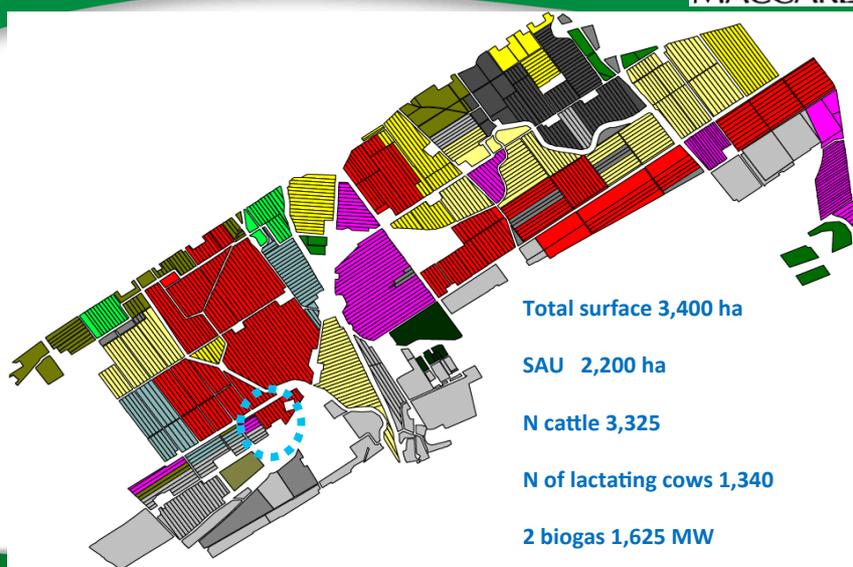
28 (7X4) lit/h misters



Results - Study 2
cows performances

	Sprinklers	Misters
Rectal Temperature (°C)	38.8	38.6
Milk production (kg/d)	40.1	40.5
CR 1 st insemination (%) (n. cows)	57 (41)	57 (34)

Field experience



Fat: 3.67 %

Protein: 3.22 %

SCC: 210.000 / ml

MY: 35 l/cow/d

Cre GR	Cont	MdLAGI
1	9	110
2	17	206
3	8	97
4	8	100
6	8	98
7	16	197
8	9	106
9	8	105
10	9	108
13	0	6
14	2	28
18	6	77
Tot	100	1238

Cre LATT	Cont	Md GLA	MdLATT	MdPACO	Md NFE	Md UTO
1	41	268	274	33	112	2,1
2	34	224	274	33	105	1,9
3	16	104	282	32	109	2,0
4	7	45	259	32	94	1,5
5	2	10	298	27	107	1,9
6	0	2	308	14	130	2,5
Tot	100	653	275	33	108	2,0

Cooling protocol at Maccarese S.p.A.

- **Intensive cooling:** started in April 2016 for lactating cows and close-up dry cows (from 15 days before calving): **Fans and sprinklers**
- Lactating cows are cooled **4** times per day (2 times before milking, 2 times between milking) for a total of **6 h/d**, Fan speed = **3 meters\sec**; **wetting cows for 30/50 sec every 5 min** for a total of 1 h and 30 min per treatment.
- This routine is repeated every 4 hours (in the day-time).
- Lactating cows are cooled in **holding pen + feeding strip**
- N° 2 workers are needed to manage the cows.

Protocollo di raffrescamento Maccarese

Tecnologie di supporto

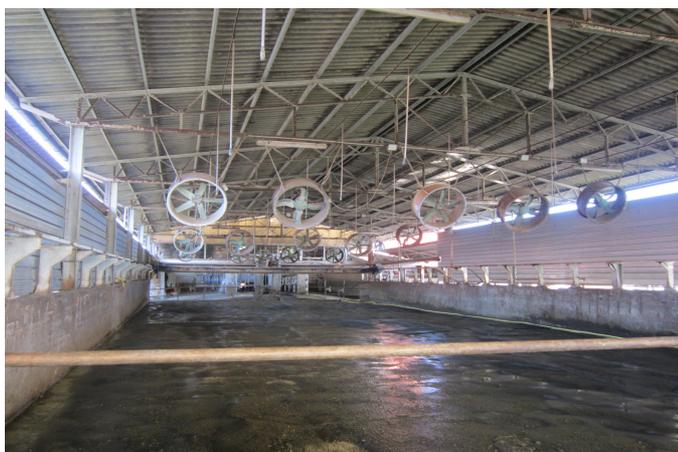
1. Centralina di comando (THI impostato a 68)

2. Anemometro per valutare correttamente: velocità dell'aria e numerosità di ventilatori

3. Data logger + software per valutazione efficacia del protocollo



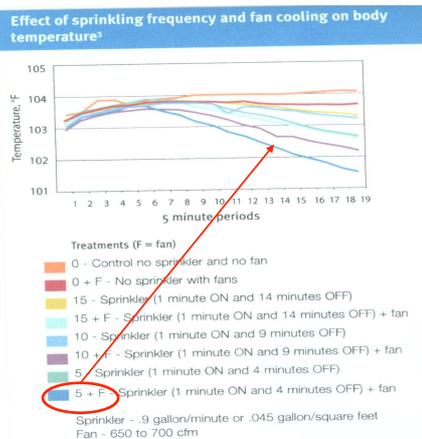
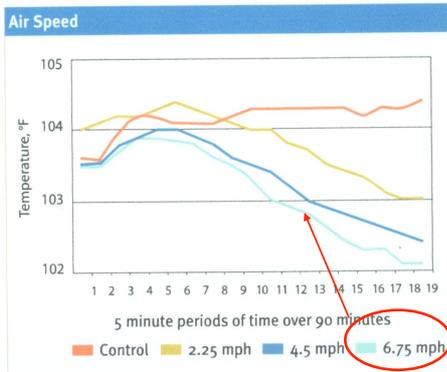
Cooling in holding pen



Cooling in feeding strip



Why 3 m/s every 5 min?



²Brouk, M.J., J.P. Harner, J.F. Smith, W.F. Miller and B. Cvetkovic. 2004. Responses of Lactating Holstein Cows to Differing Levels and Direction of Supplemental Airflow Dairy Day 2004: Report of Progress 941. Kansas State University.

³Brouk, et al. Infrared detection of thermal stress in cattle, Arizona Dairy Producer Conference, Univ. of Arizona, 2002.

DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA**

Temperatura vaginale e infertilità

Vaginal temperatures in two non-lactating cows during one summer day

Riduzione dei tassi di concepimento: dal 35-40% nei mesi invernali al 10-15% nei mesi estivi

Riduzione di 10% di Pregnancy Rate

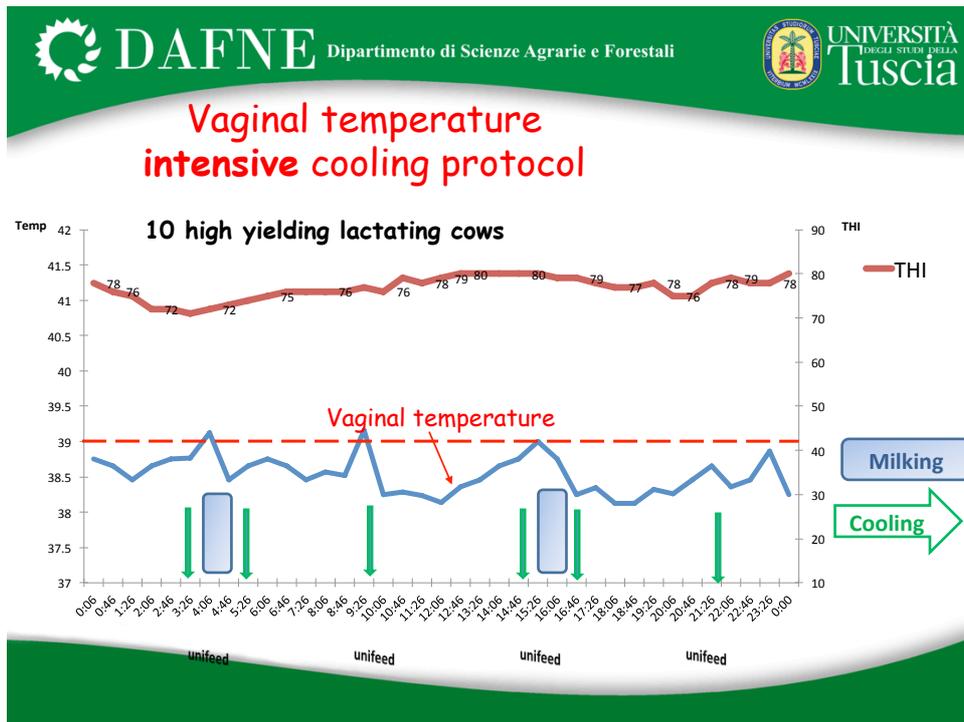
Riduzione significativa dei parti nei mesi aprile, maggio, giugno

DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA**

Vaginal temperature in cows moderate cooling

10 high yielding lactating cows

Vaginal temperature measured using wireless active intravaginal device



DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA**

Results: Moderate vs. Maccaresse cooling protocol

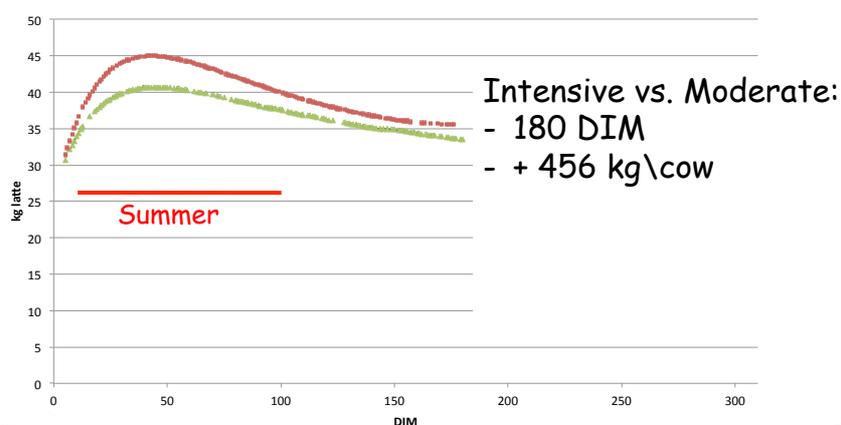
	Conception rate Moderate	Conception rate Intensive	Improvement (%)
Primiparous (July-September)	17.0%	34.3%	+ 17.3
Multiparous (July-September)	18.7%	31.6%	+12.9
	Pregnancy rate Moderate	Pregnancy rate Intensive	Improvement (%)
Primiparous (July-September)	13%	24%	+11
Multiparous (July-September)	13.6%	23%	+9.4

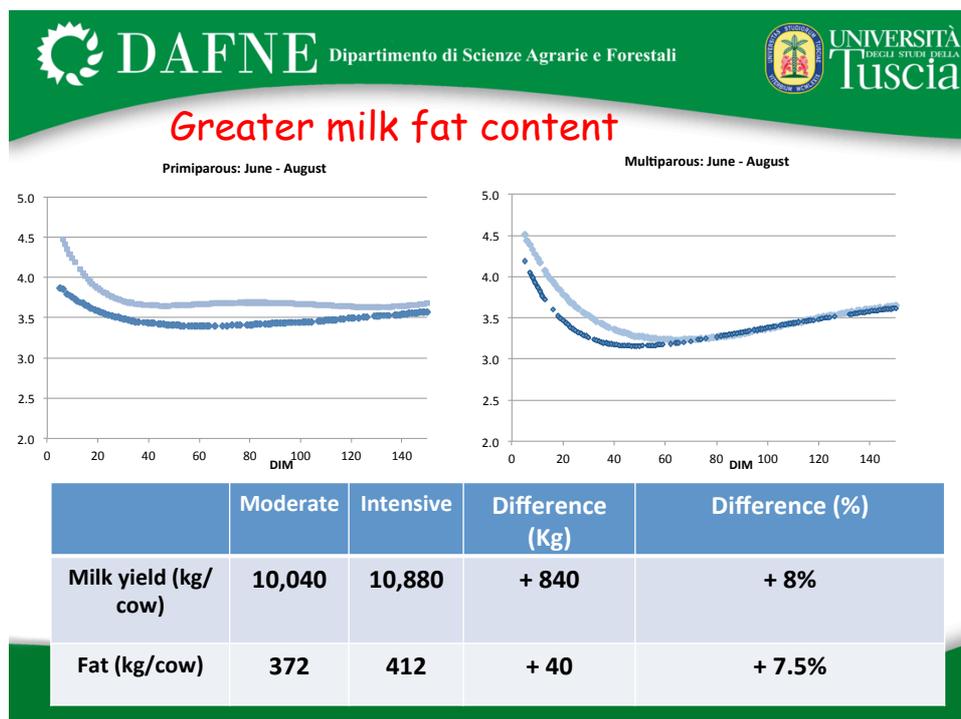
Miglioramento della fertilità dopo applicazione del protocollo Maccarese

Periodo estivo	2015	2016	Diff.
N° fecondazioni	1105	910	-195
N° gravidanze	264	327	+63

Effect of Maccarese protocol on milk yield

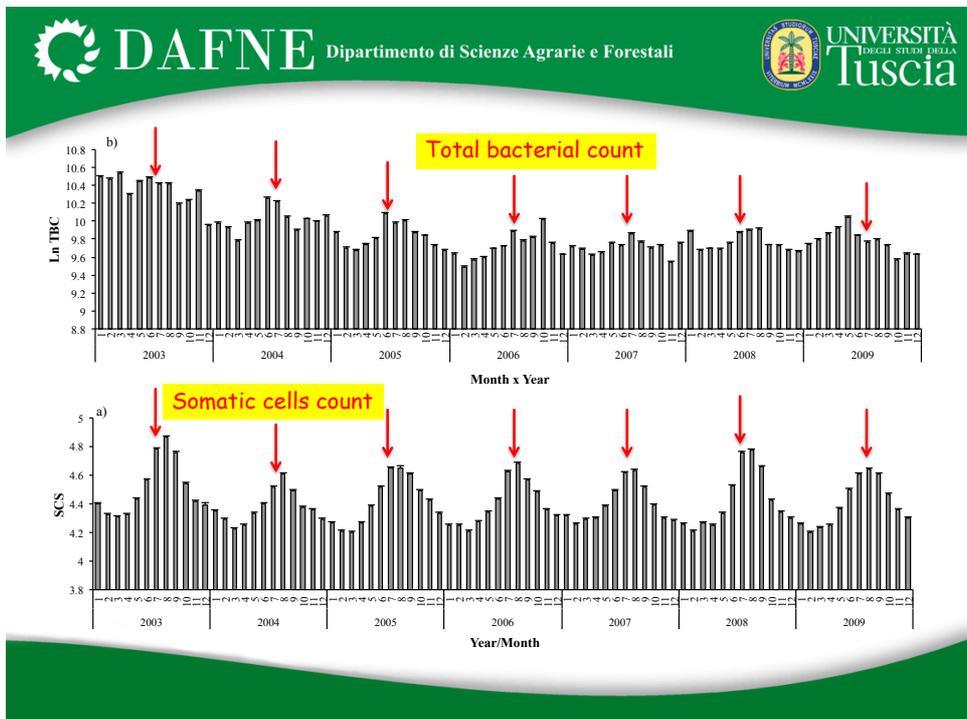
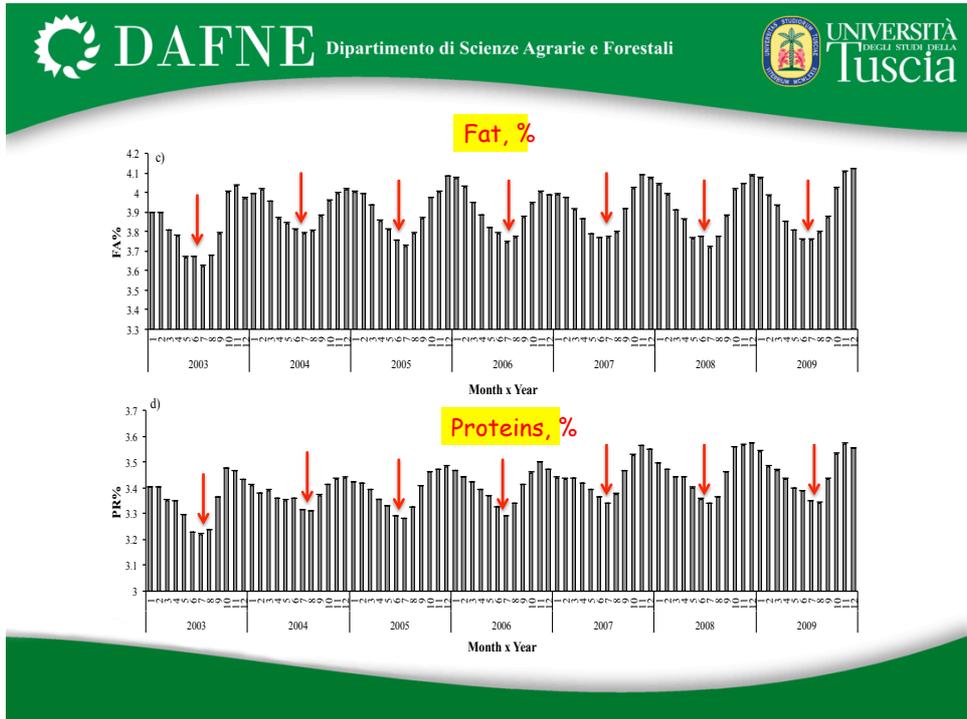
Cows calved in summer (June-August)

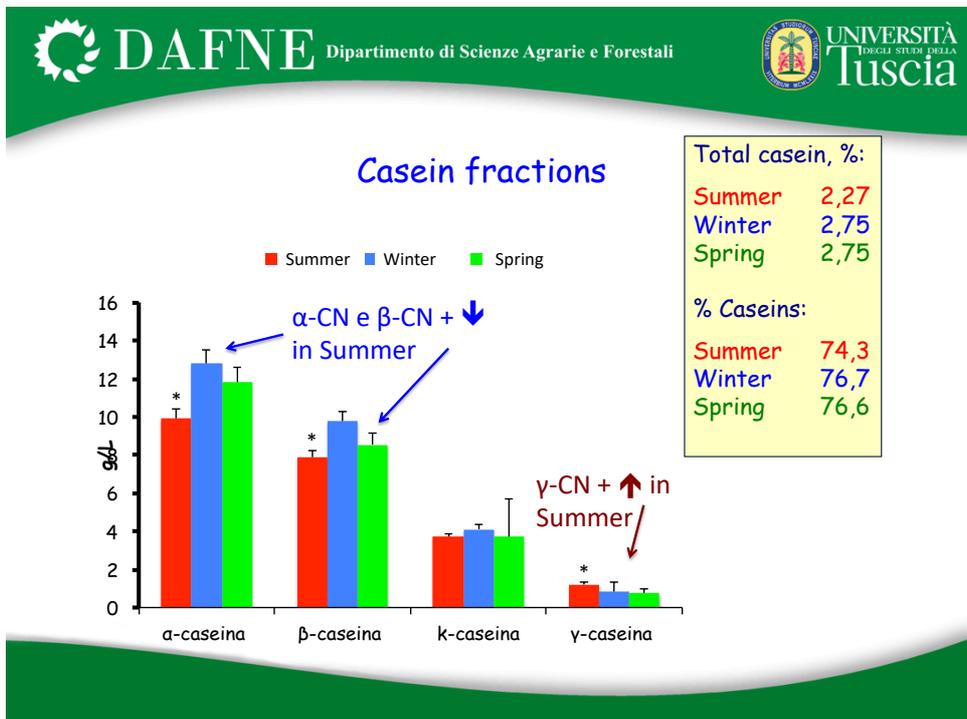
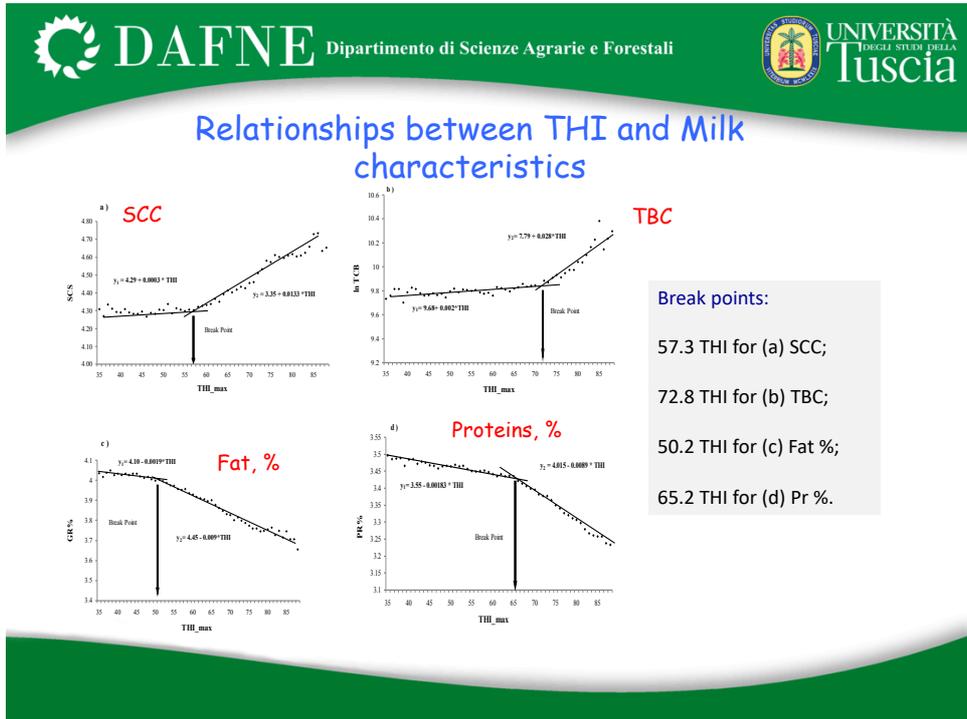


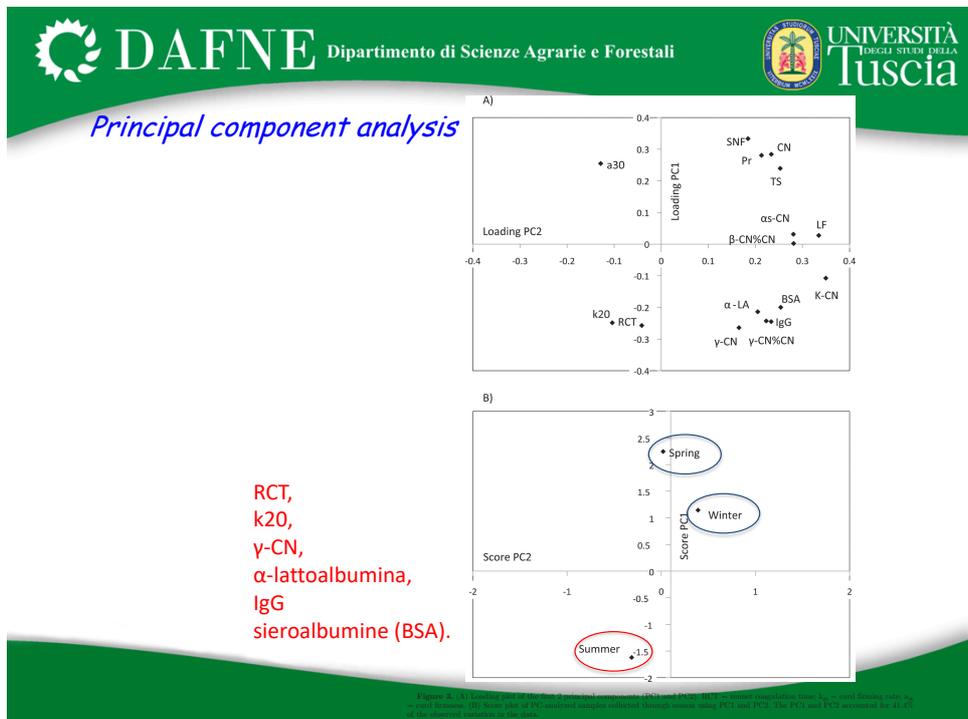
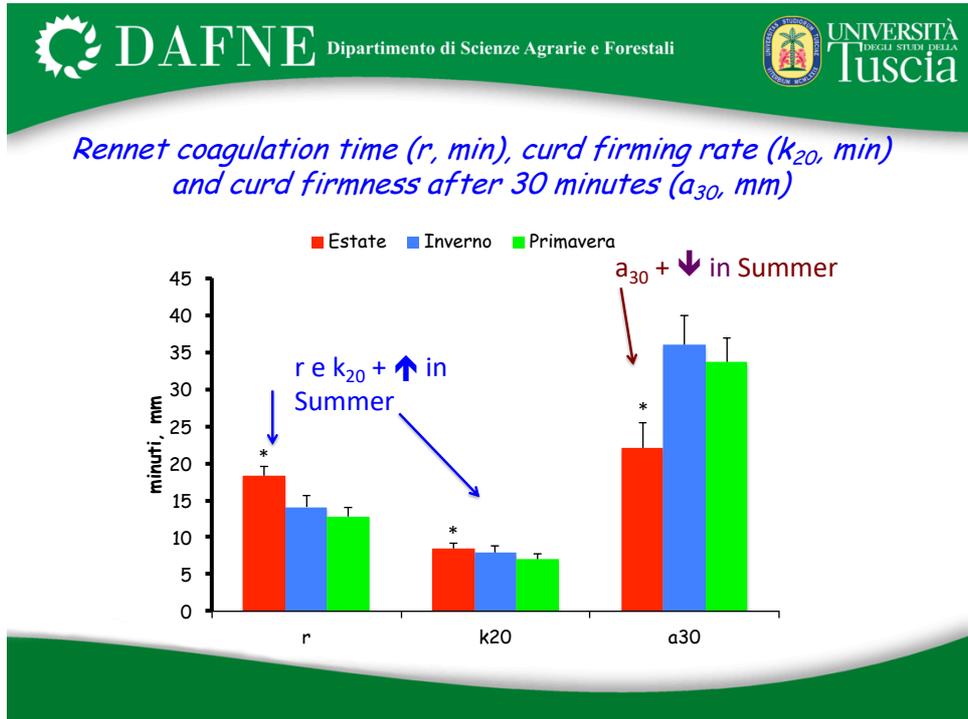


DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali 

- Improvement in summer performance of cows is directly related to the intensity of cooling.
- The production and reproduction of intensively cooled cows in summer almost equals their winter levels.
- Replacement of sprinklers by misters, reduces water use and environmental contamination, without affecting cows welfare and performance.

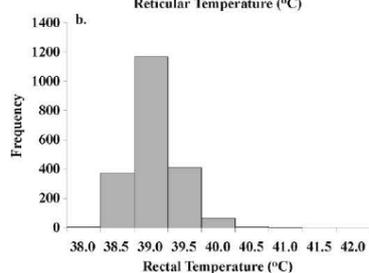
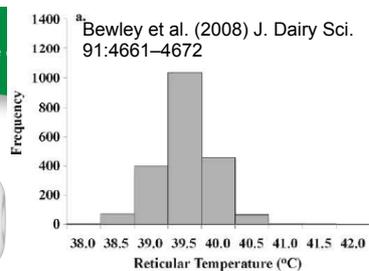






Indicatori per valutazione stato di salute (riconoscimento tempestivo dei soggetti "problema")

Boli ruminali (T°)



T° rettale vs. T° reticolo: ben correlate

(T° ret + bassa di 0,5-1,0°C).

T° reticolo molto condizionata da abbeverata

DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali 

Boli ruminali pH e T



<http://www.ecow.co.uk/products/farmbolus/>

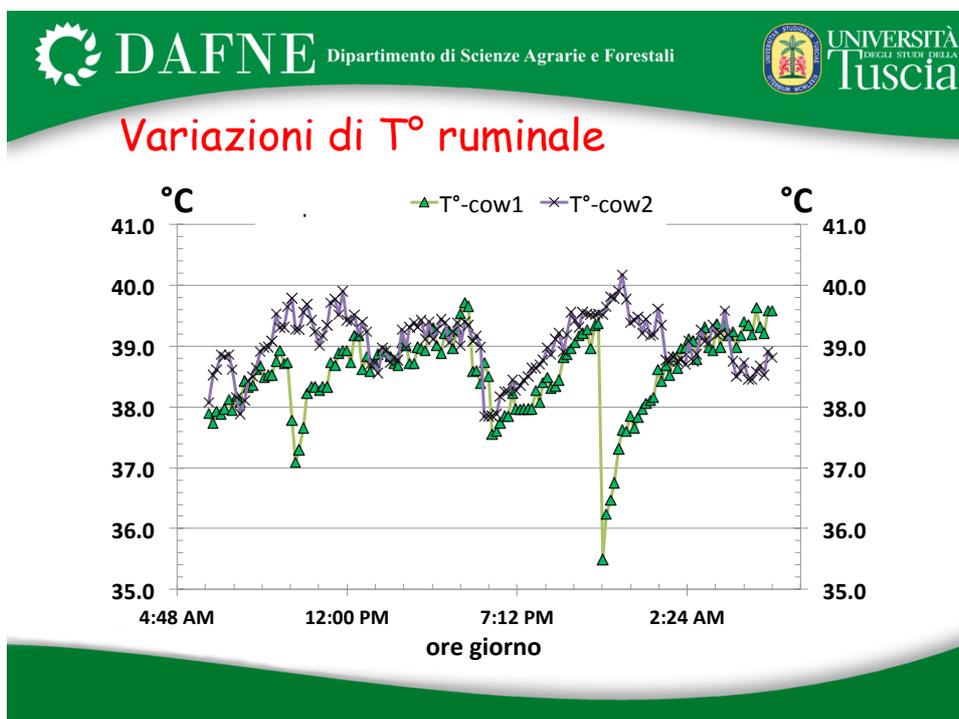


Sensor head

<http://support.smaxtec-animalcare.com/>

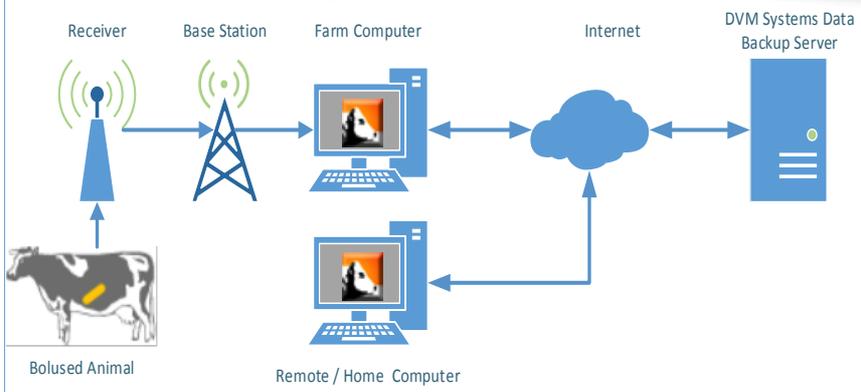


- **Misura pH e T°** in continuo (es. ogni 5-10 min.)
- I dati sono accumulati nel bolo e possono essere trasferiti in un dispositivo dotato di apposita antenna che transita vicino alle bovine (e poi rilasciati ad un computer portatile).
- L'elaborazione di questi dati consente diagnosi di:
 - Acidosi, Febbre
 - andamento dei pasti
 - Qualità dei foraggi
 - abbeverate
 - Benefici di modifiche della dieta
- **Caratteristiche boli:**
 - 27-35 mm Ø ; 115-132 mm lunghezza
 - Vita media = 2-5 mesi
 - dati affidabili (fz sensori): range 4-8 (± 0.2) pH, 25-50 (± 0.2) °C



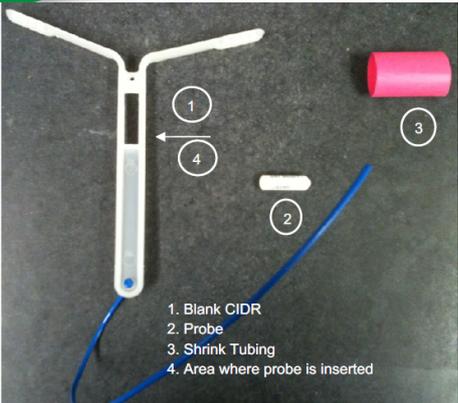

DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali
 

Il Sistema TempTrack® a Boli Attivi

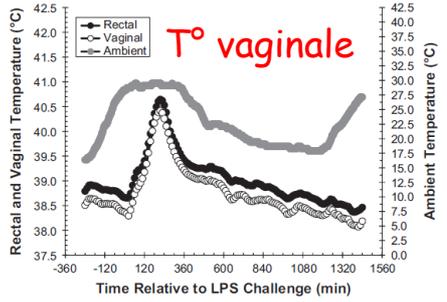


- Intervallo T° misurate: 30,6 - 44,7°C
- Risoluzione T°: 0,055°C
- Accuratezza T°: +/- 0,275°C (possibile > livello di accuratezza)
- Ripetibilità Temperatura: +/- 0,031°C
- Frequenza di lettura: oraria (possibile anche intervalli 1-60 min.)
- Durata attesa batterie: 5 anni


DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali
 



1. Blank CIDR
2. Probe
3. Shrink Tubing
4. Area where probe is inserted



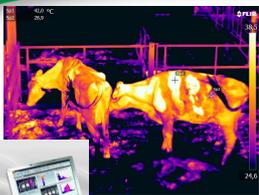
T° vaginale

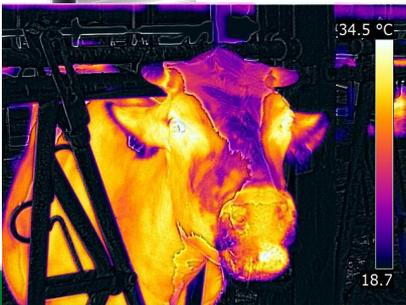
Thermocron® iButton (Maxim, Sunnyvale, CA)



Strumento per la rilevazione automatica della temperatura vaginale in bovini. Il termometro è collocato e sigillato in un telaio di CIDR vuoto (Burdick et al., 2013. J. Thermal Biology, in press).

DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali 





<http://latermografia.blogspot.it/2013/02/muuuu-quelle-macchie-che-fanno-la.html>

T° corporea (termografia)

- ✓ Termografia usata per monitorare **temperatura superficiale** di un corpo
- ✓ Si tratta di rilevazione "remota" della T°, che non interferisce con le reazioni comportamentali dell'animale.

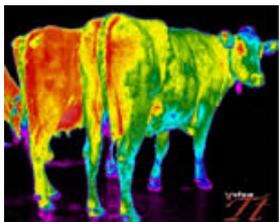
Attuabile con:

- × installazione termocamere fisse in punti strategici (es. sala di mungitura, posta, mangiatoia) per controllo continuo e routinario
- × termocamere portatili, per controlli istantanei

DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali 

T° corporea superficiale: indice di stato salute

- ✓ Applicazioni su animali: **indice di stato salute**
 - × rilevazione precoce di stati patologici o fisiologici utili per la gestione dell'allevamento (zona interessata dall'infiammazione è individuata per l'aumento di temperatura localizzato)
 - × rilevazione dell'estro (Hurnik *et al.*, 1985)
 - × diagnosi precoce mastiti (Scott *et al.*, 2000; Berry *et al.*, 2003)
 - × diagnosi zoppie (Nikkhah *et al.*, 2005)
 - × rilevazione lesioni localizzate
 - × rilevazioni di eventi stressanti (es. stimoli ambientali conseguenti il pasto, stato emotivo, condizioni climatiche): causa di variazioni di temperatura superficiale



<http://www.dsa.unimi.it/ricerca/termografia>

Termocamera AVIO TVS 700 (Inprotec) lunghezza d'onda 8-14 μm



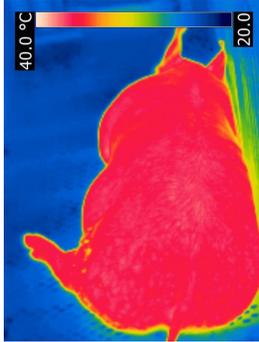
- ✓ ↑ benessere animale, + vantaggi economici


DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali
 

Example of traits for phenotyping of heat tolerance in pigs
Infrared thermography



23° C



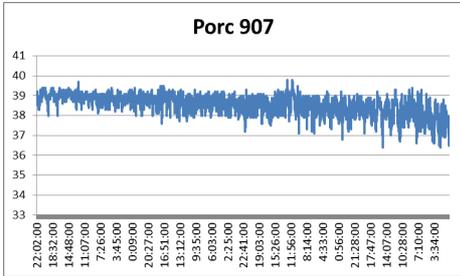
33° C


DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali
 

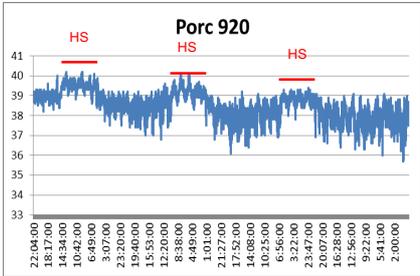
Example of traits for phenotyping of heat tolerance in pigs
Continuous recording of body temperature



Porc 907



Porc 920

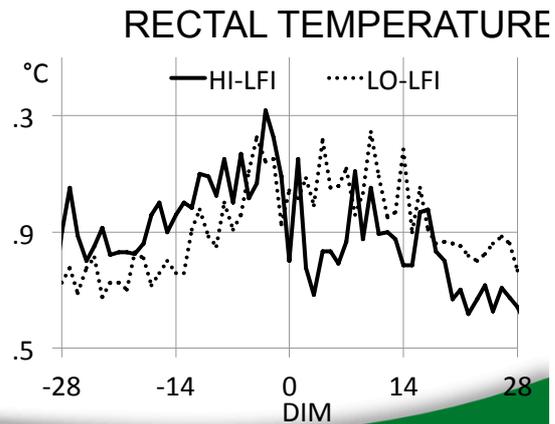


INRA on-going experiments in collaboration with the BodyCap company (<http://bodycap-medical.com>)

Inflammation and Rectal Temperature

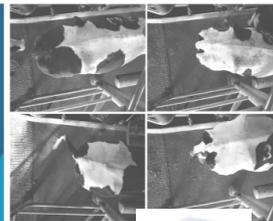
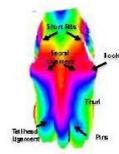
Bovine ad alto LFI (+) vs basso LFI (-):

- ✓ + problemi clinici
- ✓ T° rettale + elevata nell'avvio lattazione
- ✓ recupero dei livelli di +APP + lento

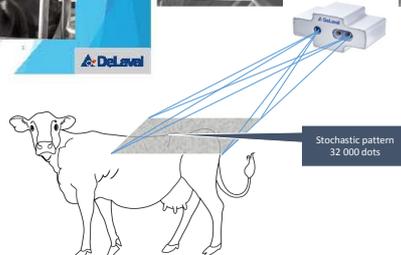


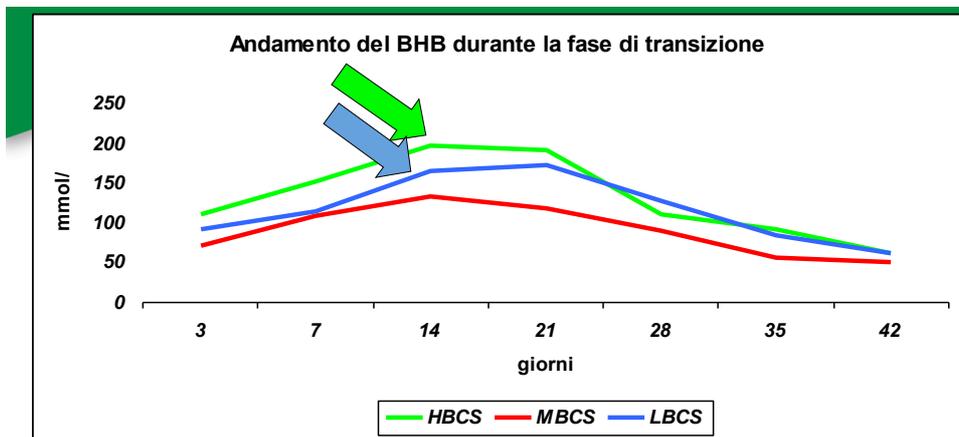
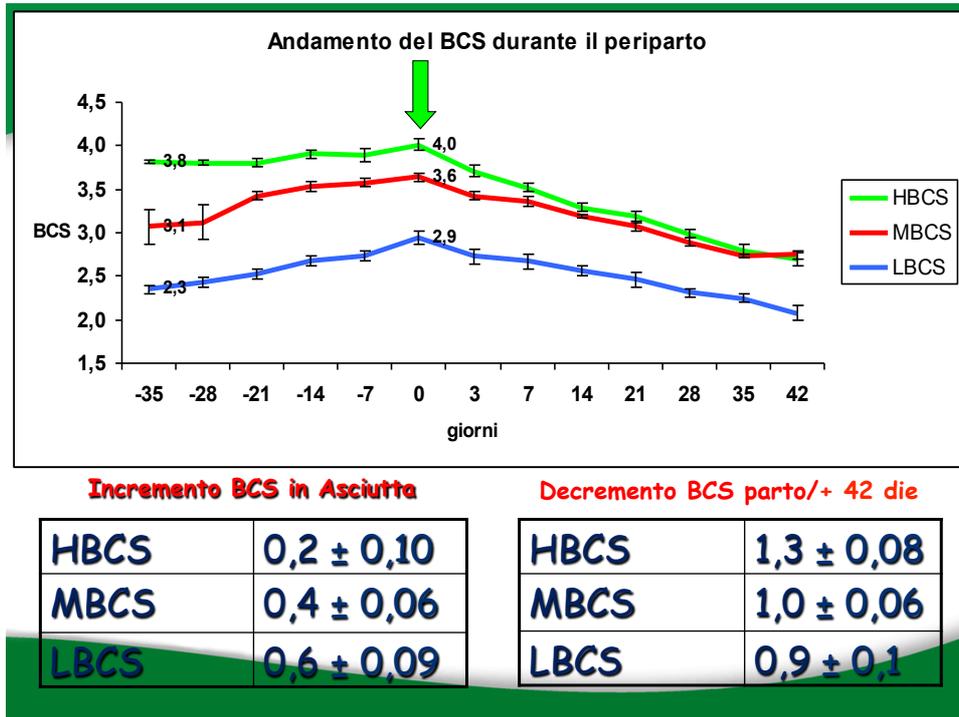
Valutazione automatica dello stato nutrizionale degli animali

DeLaval Body Condition Scoring System

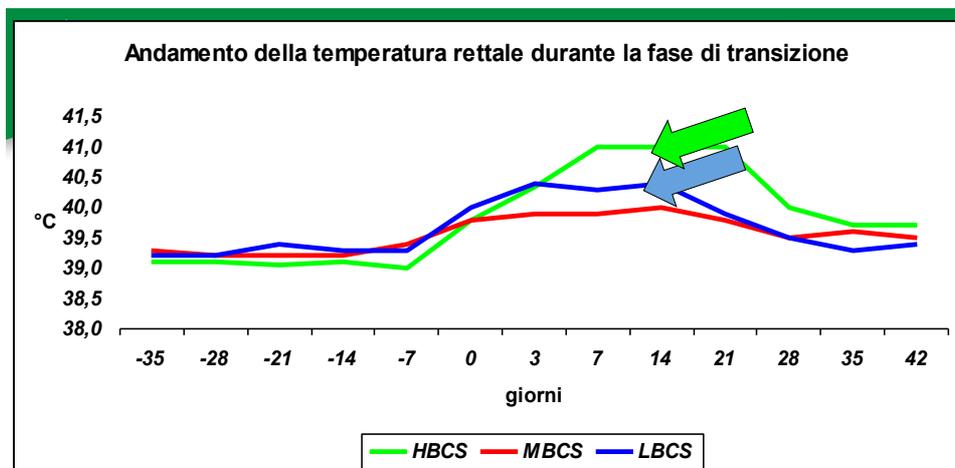


- ▶ **Body condition scoring (BCS)** estimates energy reserves (fatness) of cows
- ▶ **Important management tool**
 - health issues
 - Optimal time for 1st insemination
 - feed management

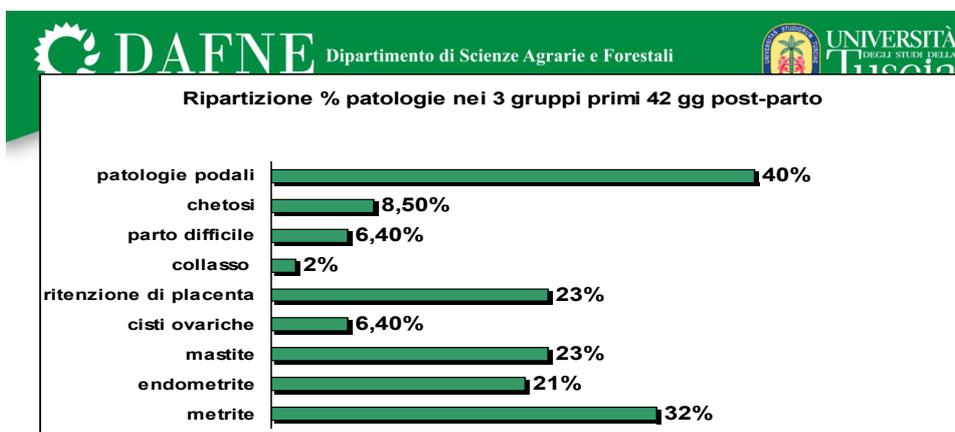




- I soggetti dei gruppi HBCS/LBCS deficit energetico più severo
- Ottimo strumento per valutare incidenza di chetosi
- Può essere utilizzato per il monitoraggio del bilancio energetico ? SI



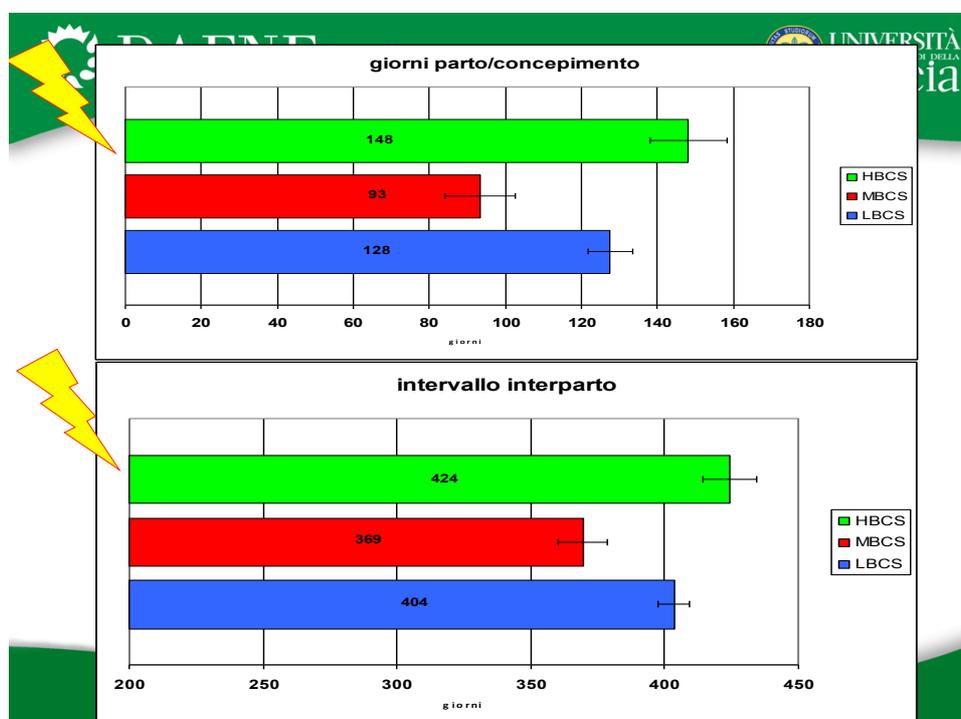
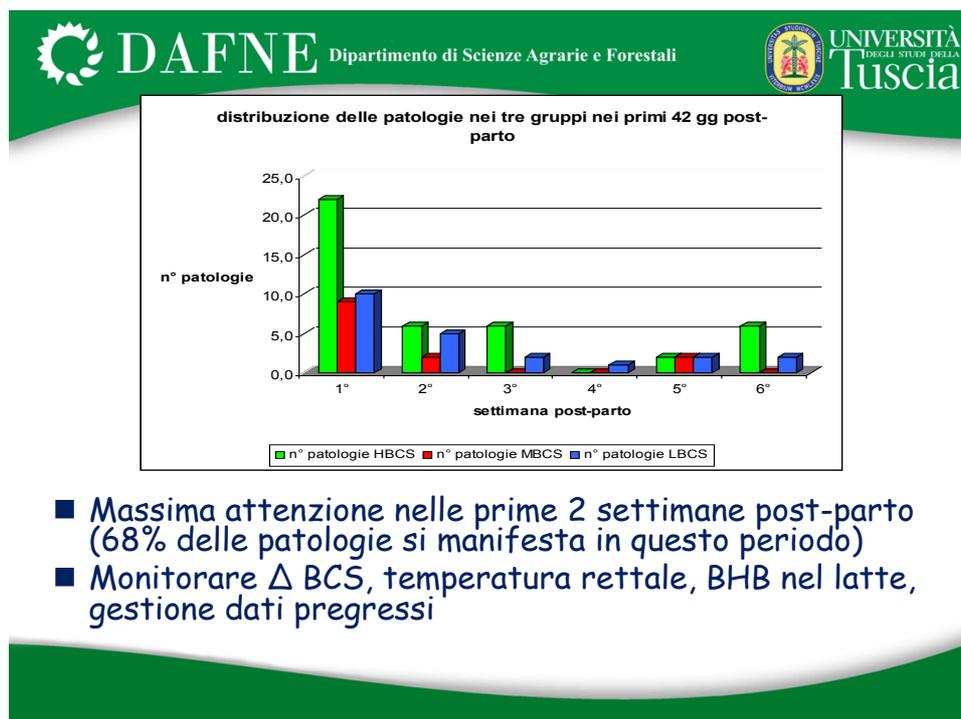
- Vacche gruppo HBCS/LBCS=stato infiammatorio prime 2 wk post-parto
- Correlazione tra stato febbricitante e patologie legate ad immunodepressione

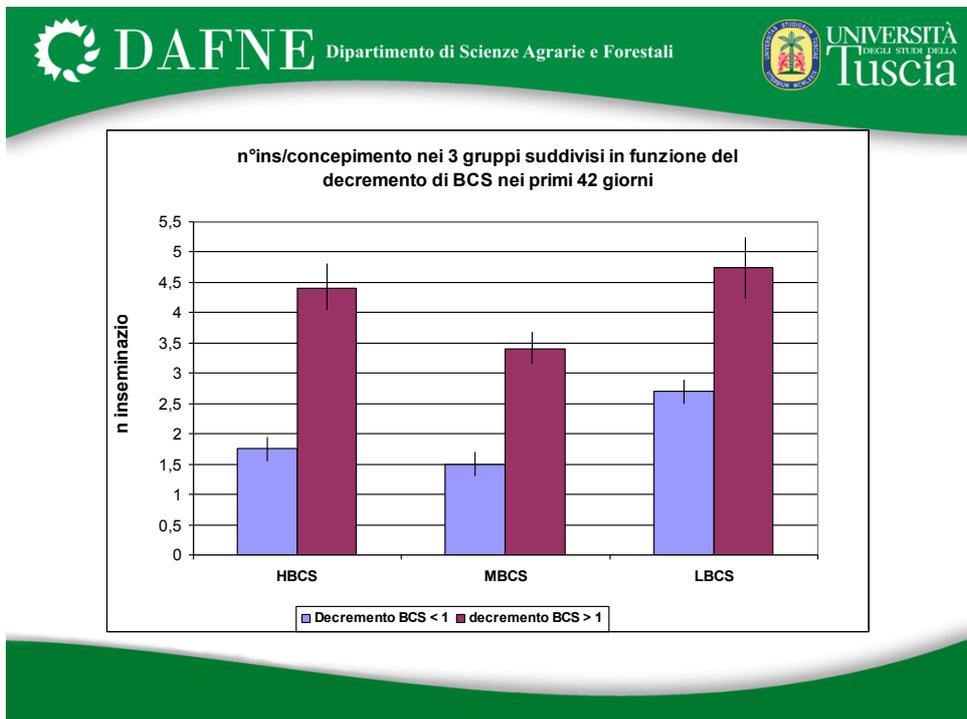
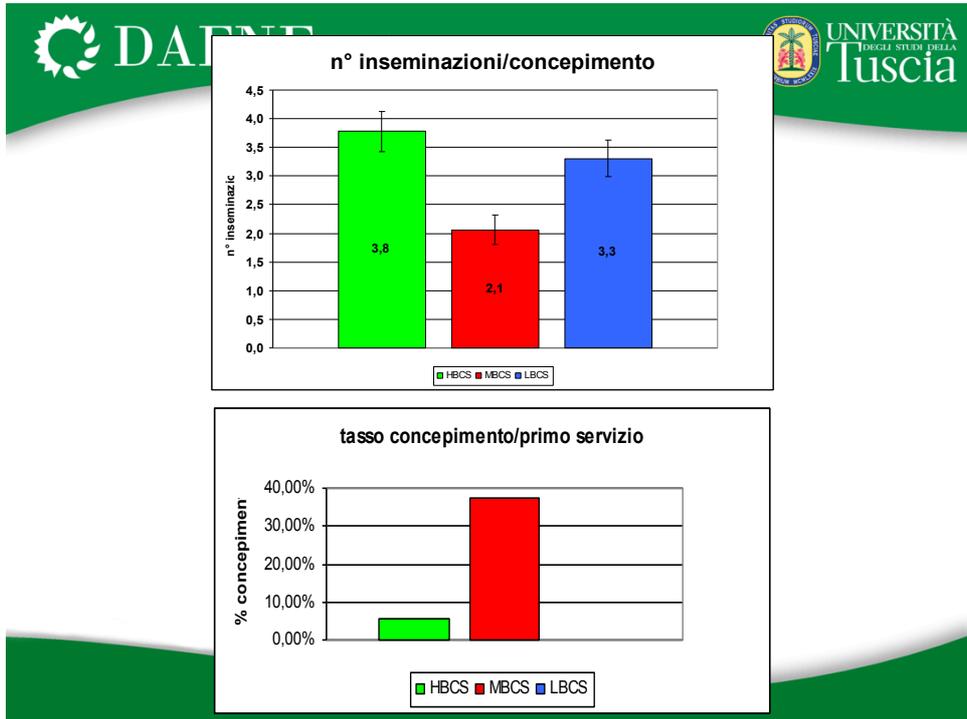


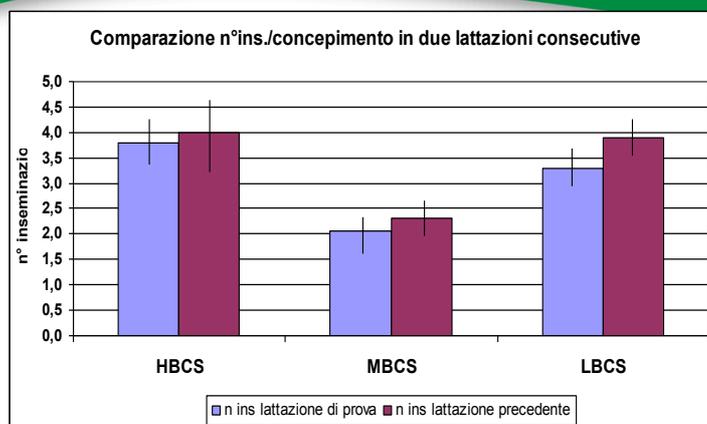
Incidenza delle patologie nei tre gruppi



HBCS	56%
MBCS	17%
LBCS	27%







- Utilizzando i dati pregressi si possono individuare gli animali con la migliore efficienza riproduttiva

Misura pH rumine

- **Ruminocentesi**
 - ✓ poco invasiva e rapida
 - ✓ misurazione attendibile (non lo è con sonda endoesofagea)
 - ✓ un solo dato è poco informativo
- **Sensore pH in bolo ruminale**
 - ✓ poco invasivo
 - ✓ costoso (si può fare solo su n° limitato soggetti)
 - ✓ dato molto informativo
 - ✓ ... durata limitata

pH rumine: ruminocentesi

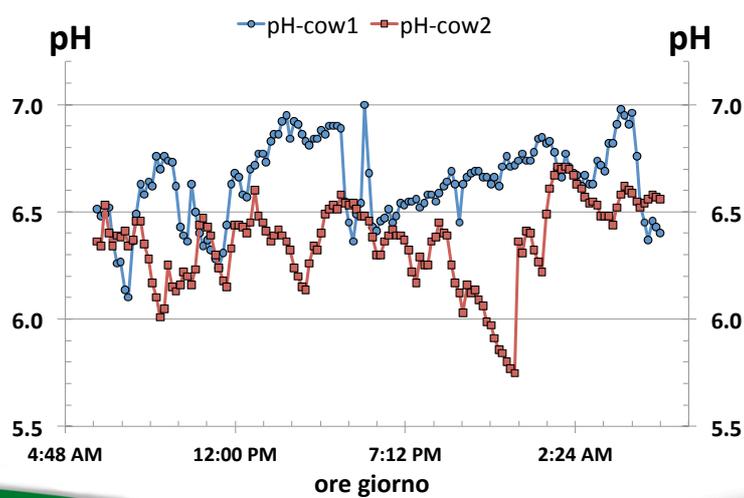
pH rumine (ruminocentesi) a circa 6 h da foraggiata raggruppato entro DIM

1. Animali con pH ≤ 5.6
2. Animali con pH tra 5.6 e 6.0
3. Animali con pH ≥ 6.0



n° animali	≤ 5.6	5.6 \rightarrow 6.0	≥ 6.0
Fresche	13	14	12
Avanti	12	20	14

Bolo ruminale: pH

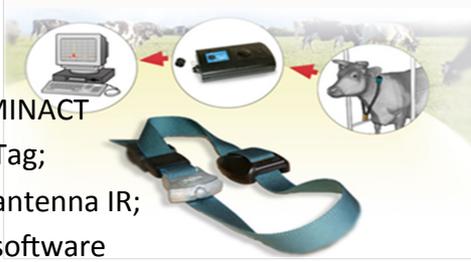


DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali 

Ruminazione

RUMINACT

- (1) Tag;
- (2) antenna IR;
- (3) software



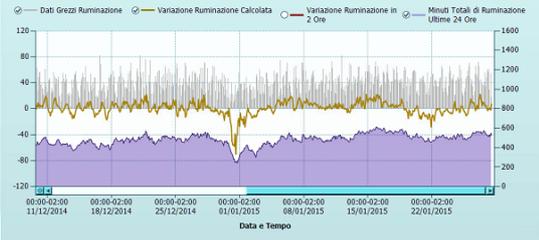
✓ **Tag (rileva attività)**

- posizionato su collare e posto dietro orecchio sx;
- microfono (rileva segnale acustico tipico della ruminazione) e 12 celle di memoria (archivia dati in cluster di 2 ore)
- attivometro

✓ **Antenne**

- **ad IR** (sala mungitura o luoghi di frequente accesso)
- **Radiofrequenza** (compre ampie superfici, on-line)

Acquisiscono dati quando riconoscono il soggetto

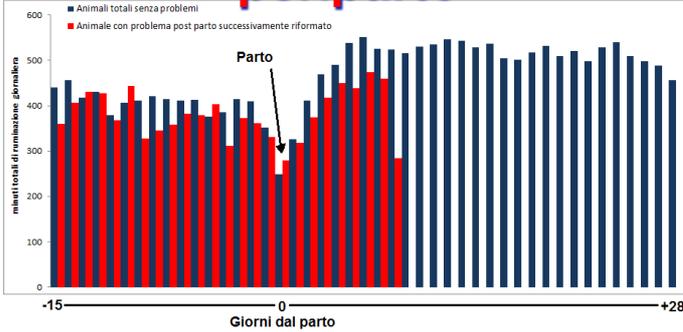


DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali 

Ruminazione nel periparto



RELAZIONE TRA PROFILO DI RUMINAZIONE DELLE BOVINE NEL PERIPARTO, STATO DI SALUTE E RIDUZIONE DELL'USO DI FARMACI (RUMBOSAL)



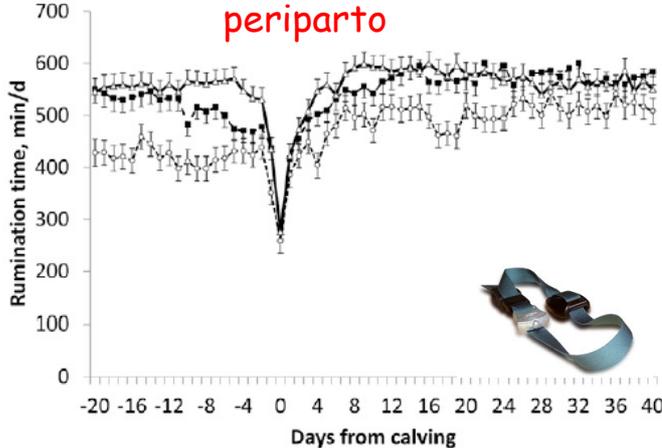
Andamento ruminazione giornaliera (min/d) in animali sani (8 capi, barre blu) e in un animale con problemi di salute dopo il parto (poi riformato, barre rosse)

DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali  UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA

Ruminazione in bovine nel periparto

Ruminazione giornaliera di bovine nel periparto, divise in funzione del livello di ruminazione preparto.

Le bovine che ruminano di più prima, mantengono stessa proprietà anche dopo.



Rumination time, min/d

Days from calving

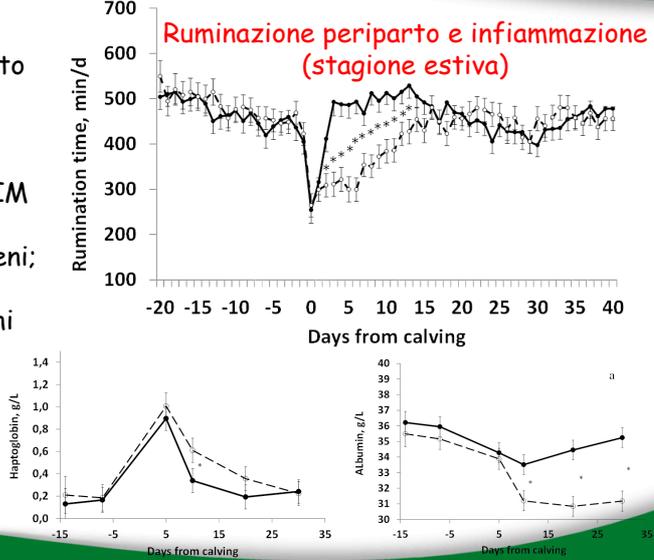
Soriani et al., J.Anim.Sci 2012, 90:4544-4554

DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali  UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA

Ruminazione periparto e infiammazione (stagione estiva)

Tempo di ruminazione giornaliero nel periparto di bovine separate in relazione al tempo di ruminazione (RT) osservato tra 3 e 6 DIM (H, alto RT: linea continua con cerchi pieni; L, basso RT: linea tratteggiata con cerchi vuoti). (*: $P < 0.05$).

(Calamari et al., 2014)



Rumination time, min/d

Days from calving

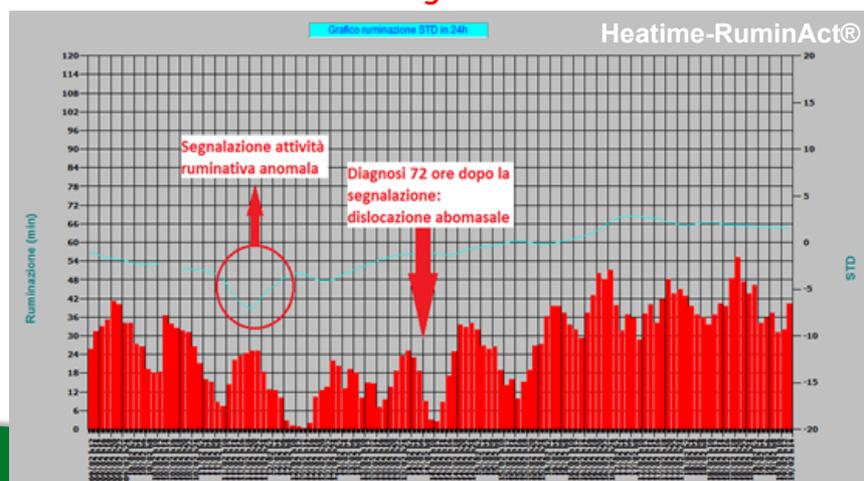
Haptoglobin, g/L

Days from calving

Albumin, g/L

Days from calving

Ruminometro: strumento per migliorare tempestività di diagnosi



PedometroPlus® - Afimilk®

Cosa misura?

1. attività locomotoria (vacca, pecora, capra)
2. tempo dedicato al riposo (vacca)
3. N° periodi dedicati al riposo

I parametri di ogni animale sono confrontati con il suo dato medio degli ultimi 10 giorni. Se comportamento di «riposo» alterato, bovine inserite in «lista di attenzione» dal software di gestione Afifarm.

Allarmi sanitari:

- ulteriore supporto per individuare mastiti
- problemi podali
- inadeguate condizioni ambientali (es. condizioni lettiera, sovraffollamento, stress, parto)



DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA**

Confronto fra AfiAct e RuminAct (Az. CERZOO)

Prod. lattaz. att. 9754 Produzione prevista 3540
 Produzione al picco 47.7 Produz. totale prev. 13295
 GM al picco 88 ECM latt. att. (l.) --
 Persist. % 92.4 Latt. FCM (l.) --

Cond. (Mmho)

Giorni

Ruminazione (min/h)

Info ruminazione (01 a 06)

Allarme anomalia 15/01

Allarme anomalia 14/01 Diagnosi Chetosi 17/01

Sistema che usa atti ruminativi è in genere più sensibile di altri nel rilevare le bovine problema ... aumenta tempestività degli interventi e recupero! ... ma non «vede» tutto...

DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA**

Tempo di riposo: primi risultati nel post-parto

restless index = Steps/lying (min/min)

Practical Application

Maximal activity (steps/h)

Lying time (h)

Days

activity lying time

Lying time (min/day)

Days after calving (days)

Health cows

Sick cows

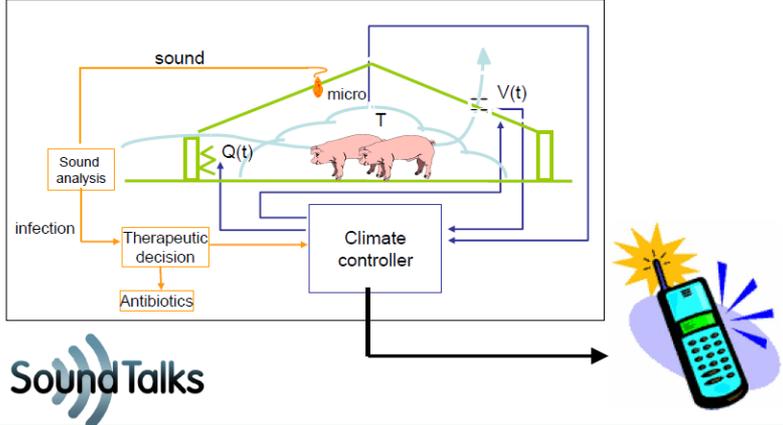
143 sick cows – 140 healthy cows, Summer


DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali
 
UNIVERSITÀ
 DEGLI STUDI DELLA
Toscana

Uso dell'analisi dei suoni on-line come base per il monitoraggio della salute dei maiali (Berckmans, 2004)

Pig cough monitor by SoundTalks

Application: Reducing use of antibiotics & testing vaccines



SoundTalks

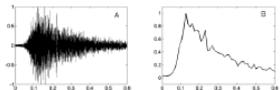

DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali
 
UNIVERSITÀ
 DEGLI STUDI DELLA
Toscana

Pig Cough

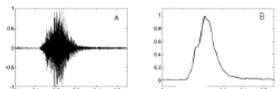
RESPIRATORY PATHOLOGIES
IN PIG FARMS

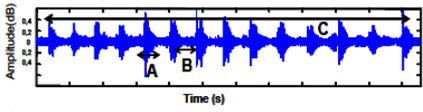
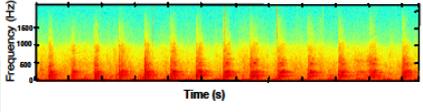
Mortality, Production
Use of antibiotics

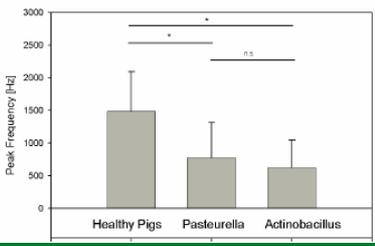
Example Sick cough sound



Example Healthy cough sound



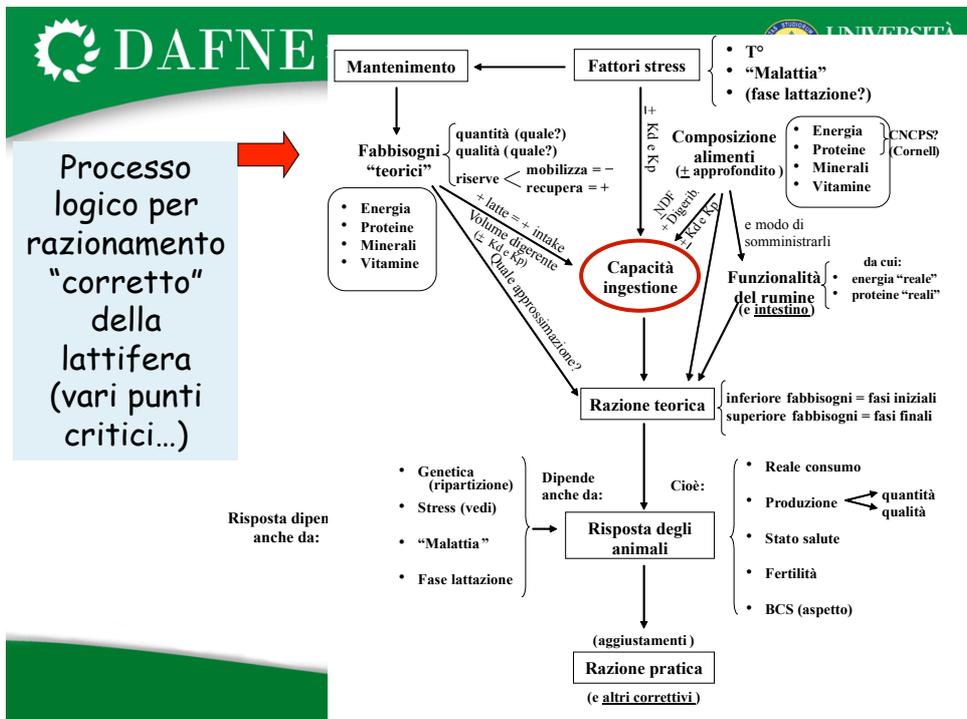





Pathogen	Peak Frequency (Hz)
Healthy Pigs	~1500
Pasteurella	~800
Actinobacillus	~600


DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali
 
UNIVERSITÀ DELLA TOSCANA

Corretto razionamento: caratteristiche
 alimenti, formulazione razione,
 valutazione ingestione



Traditional Vs. Precision Feeding

❖ Traditional feeding programs:

- ✦ **Least-cost formulated**
- ✦ **To meet the nutritional requirements of either the **average or best performing** animal in a population**
- ✦ **Result in **over & under feeding** within the same group**

“Nutrient requirements are not a **Parameter of Population**, but an independent “**Statistic of an individual animal**”

governed by its own intrinsic (**genetics, health, nutritional status, etc.**) and extrinsic (**environmental and social stressors, management, etc.**) driving forces.
(Banhazi *et. al.*, 2012).

Precision feeding is to feed as close to the exact requirement as possible.

Precision Feeding

- Also known as **Information Intensive Nutrition** or **Personalized Nutrition**



Precision Feeding

Precision feeding involves the provision of:

- Right amount of feed
- Right composition
- Right time to each animal in the herd
- Precision feeding is proposed as an essential approach to –
 - Improve nutrient utilization
 - Reduce feeding cost
 - Reduce nutrient excretion.

Precision nutrition is the practice of meeting the nutrient requirements of animals as accurately as possible in the interest of a safe, high-quality & efficient production, while ensuring the lowest possible load on the environment

(Banhazi et al., 2012)

Tools of Precision Feeding

- Precise estimation of nutrient requirements
- Precise Nutrient analysis
- Precise ration formulation on available nutrient analysis
- Use of feed additives and supplements
- Feed processing techniques
- Proper weighing and mixing of ingredients
- Minimize the margin of safety
- Use of appropriate feeding management methods
- Animal response

DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali  UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA

Precise Nutrient Analysis

Assessment of nutritional characteristics

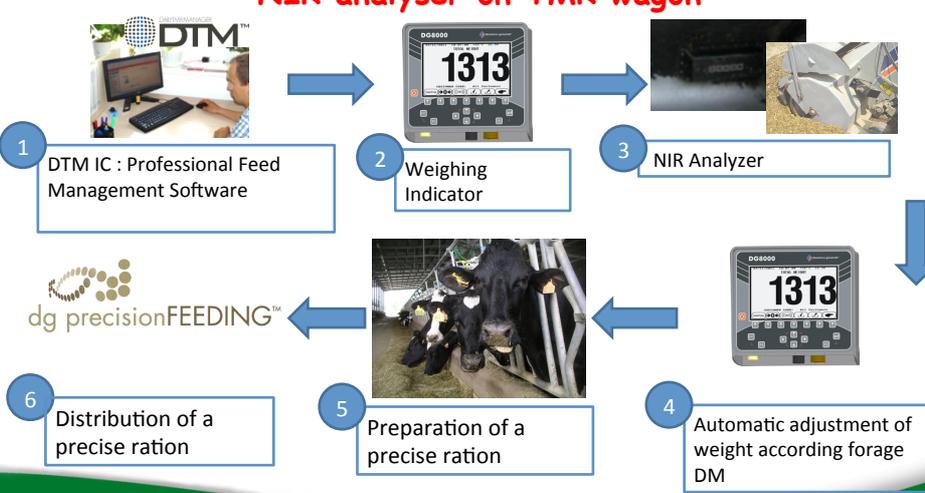
- **Precise composition of feed ingredients**
- **Presence of anti-nutritional factors**
- **Availability of nutrients**
- **Protein quality**
- **Mineral contents**
- **Vitamin contents**





DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali  UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA

Precise Nutrient Analysis: NIR analyser on TMR wagon



- 1 DTM IC : Professional Feed Management Software
- 2 Weighing Indicator
- 3 NIR Analyzer
- 4 Automatic adjustment of weight according forage DM
- 5 Preparation of a precise ration
- 6 Distribution of a precise ration

Consistent TMR through the time

94

Experimental design

- 7 dairy herds (MN, BS, LO)
 - 1881 lactating cows producing on average 32.1 kg/head per d
- Cross over design with 2 periods of 14 weeks each:
 - The system was installed on the TMR wagon in all herds
 - The system in three herds was switched ON in the 1st period and OFF in the 2nd;
 - In the other herds was OFF in the 1st and ON in the 2nd
 - the weight-adjustment of silages to be loaded was performed only when the system was ON

Precise Nutrient Analysis: NIR analyser on TMR wagon

- ❖ The DM effectively delivered every day was calculated and compared with the data of the recipe.

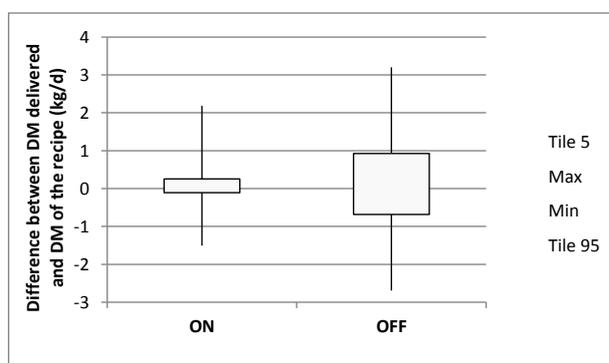


- ❖ Feed analysis

- ❖ Milk yield, feeding cost and income over feed cost were calculated on a weekly basis.

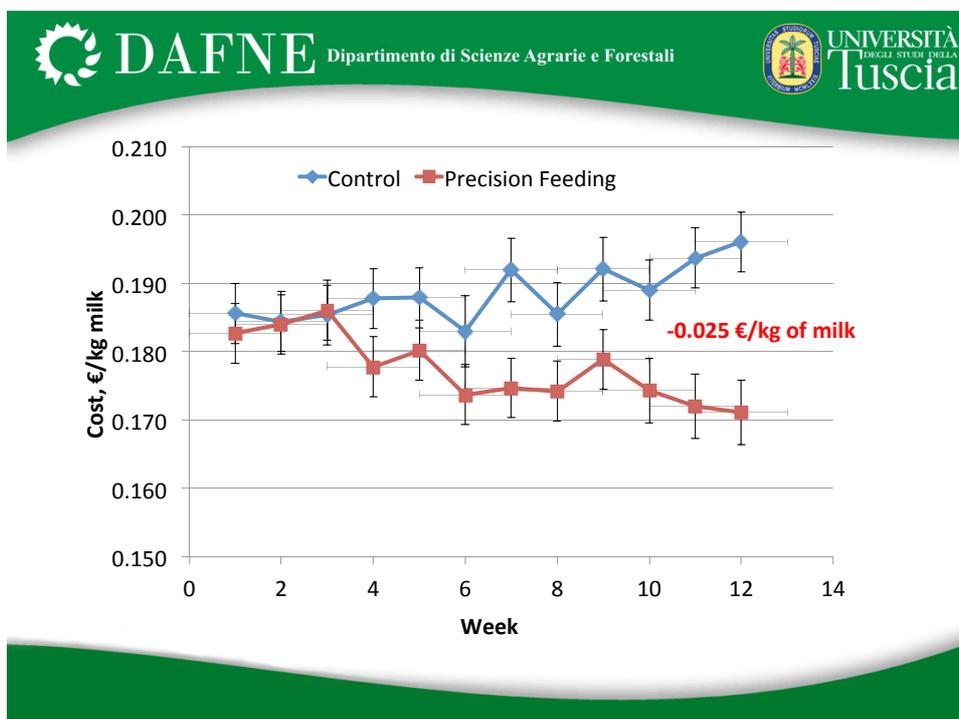
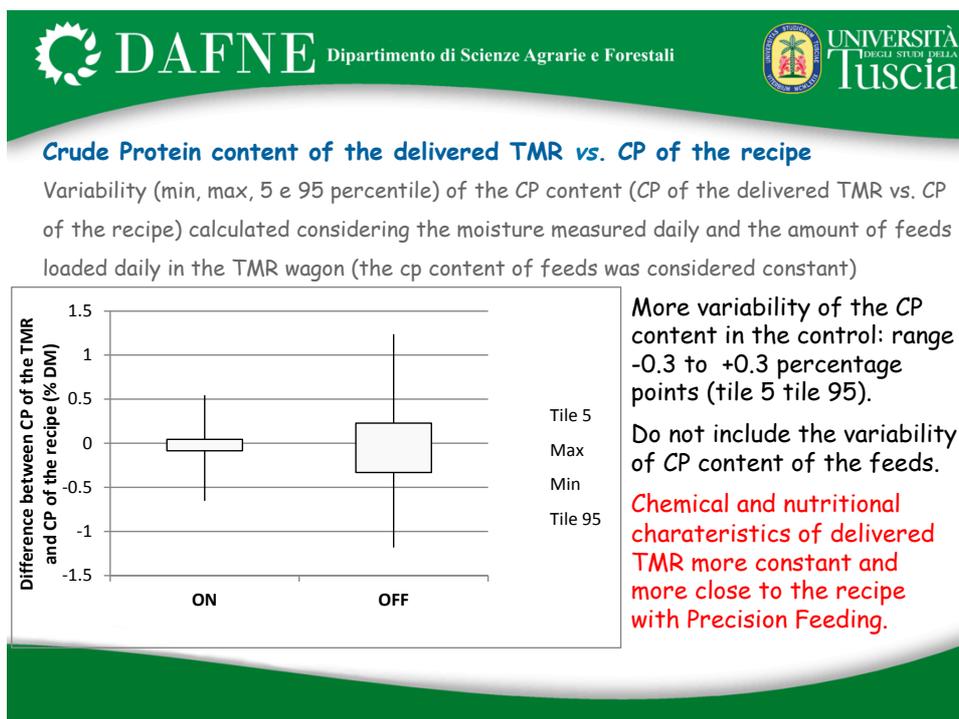
DM delivered daily vs. DM of the recipe.

Variability (min, max, 5 e 95 percentile) of the DM delivered daily vs. the DM of the recipe



Greater variability of the daily delivered DM in the control vs. Precision Feeding:

range -1 kg to +1 kg DM/d (Tile 5 Tile 95).



DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali  UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA



Esempio di macchina semovente per il riavvicinamento della razione in mangiatoia.



Macchina automatica vincolata alla rastrelliera per il riavvicinamento della razione in mangiatoia e la distribuzione di piccole dosi di mangime concentrato.



Macchina automatica a navigazione sensorizzata per il riavvicinamento ad elevata frequenza di razioni unifeed.

DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali  UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA

Automazione





dg precisionFEEDING™

*...ne e distribuzione automatica di unifeed
...ione sensorizzata.*



DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali  **UNIVERSITÀ**
DEGLI STUDI DELLA
Tuscia



CARRO A

1. FIENI

2. ACQUA

3. FARINE



1. FIENI

2. ACQUA

3. INSILATI



CARRO B

3. INSILATI



4. FARINE



DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali 



- **GR. 3** → PLURIPARE
- **GR. 6** → PRIMIPARE

Composti da circa 250 capi/gruppo

DISEGNO SPERIMENTALE:

Settimana	Giorno	GR.3	GR.6
1	25/09	A	B
	28/09	A	B
2	2/10	B	A
	5/10	B	A
...

DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali 

PoliSPEC Nir
ITPHONONICS

Spettrofotometro portatile che esegue le analisi direttamente sulle matrici d'interesse

- Peso di 2,8 kg
- Batteria ricaricabile
- Comunicazione wi-fi
- Software Poli DATA
- ottica studiata per misurare materiali disomogenei ed in movimento
- personalizzabile con curve di calibrazione



Impostazione PoliSPEC → 1 strisciata per 7 secondi

DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA**

OPERATIVITÀ **INDICE di OMOGENEITÀ'**

INDICE di SELEZIONE

DAFNE Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELLA TUSCIA**

➤ **Risultati indice di omogeneità: confronto tra i CARRI**

A)

Stage	Carro A	Carro B
S1 Om	~30 (a)	~35 (b)
SS Om	~55 (a)	~58 (a)
Bot Om	~70 (a)	~75 (b)

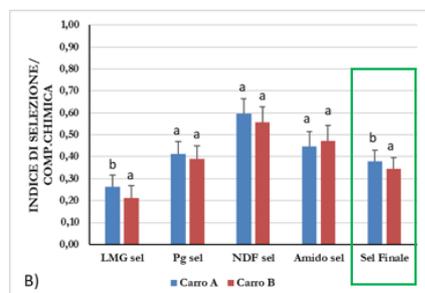
CARRO A: 59 → SUFFICIENTEMENTE OMOGENEO

CARRO B: 66 → OMOGENEO

B)

Stage	Carro A	Carro B
LMG Om	~45 (a)	~55 (b)
Pg Om	~65 (a)	~68 (a)
NDF Om	~65 (a)	~70 (b)
Amido Om	~60 (a)	~65 (b)
Om Finale	~60 (a)	~65 (b)

➤ Risultati indice di selezione: Confronto tra i carri



CARRO A: 0,38

CARRO B: 0,34

SELEZIONE
MODESTA

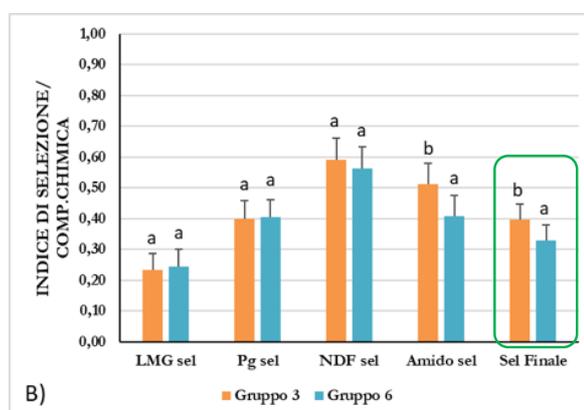
Differenza di 0,04 risultata
significativa

CARRO A → SUFF. OMOGENEO

CARRO B → OMOGENEO

➤ Risultati indice di selezione: Confronto tra i gruppi

**GR. 3 Pluripare
→ MAGGIOR
SELEZIONE**



Considerazioni

- ✓ Maggiore è l'omogeneità della razione e minore è la scelta che riescono a fare gli animali
- ✓ Il CARRO B è risultato più omogeneo del CARRO A; dunque inserendo, nella sequenza di carico, prima gli insilati si raggiunge una più alta omogeneità
- ✓ Maggiore selezione realizzata dalle pluripare
- ✓ Il sistema è riuscito a mettere in evidenza anche piccole differenze.

Stima ingestione alimenti con il suono

Galli et al., 2011.
Acoustic monitoring of
short-term intake
behavior and intake in
grazing sheep

J.R. Galli et al. / Livestock Science 140 (2011) 32–41

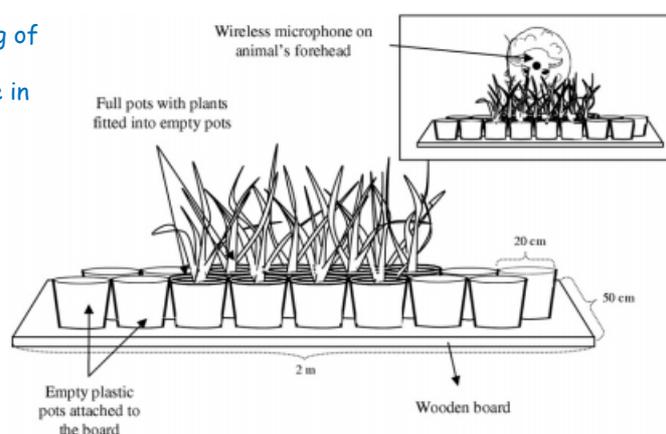


Fig. 1. Schematic illustration of the experimental device.

Stima ingestione con suono (= energia della masticazione)

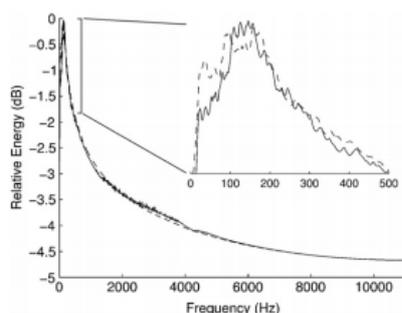


Fig. 4. Spectral analysis of biting and chewing sounds taken from a tall alfalfa plant. Solid line: spectrum average over 30 realizations of chewing sounds. Dashed line: spectrum average over 30 realizations of biting sounds. The section from 0 to 500 Hz is zoomed to show the more important frequency components of the events.

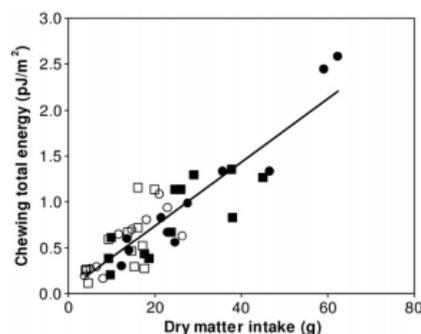


Fig. 5. Relationship between dry matter intake and chewing total energy ($EC = 0.046 + 0.034 DMi$, $P < 0.0001$, $R^2 = 0.79$, $N = 46$). Solid line: overall linear regression, (○): tall alfalfa, (●): short alfalfa, (□): tall orchardgrass, (■): short orchardgrass.

- *Precision feeding*: approccio multidisciplinare basato sulla nutrizione tradizionale e sull'impiego di nuove tecnologie.
- **Migliora l'utilizzazione di nutrienti e quindi contribuisce a ridurre i costi e l'impatto ambientale.**
- Diversi livelli di approfondimento: dall'automazione basata sulla misura delle risposte degli animali

*valutazione qualitativa dei
prodotti (es. latte: SCC,
aflatossine, carica microbica,
inibenti, G, P, L, caseine, SH,
ecc...)*



Afilab® - Afikim

Cosa misura nel latte?

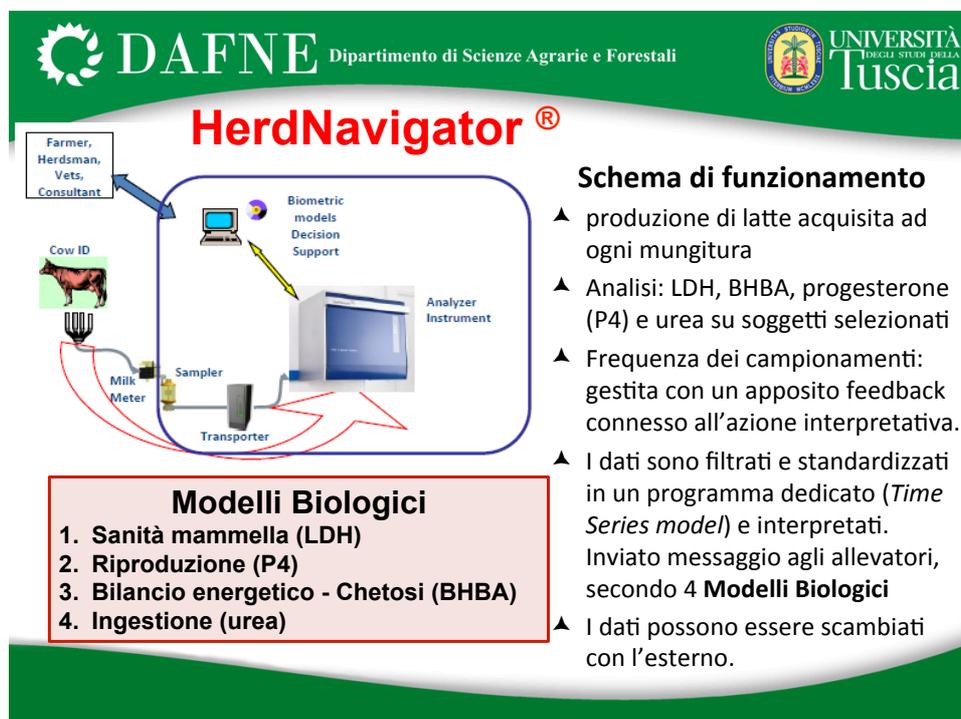
- **Composizione:** % grasso, proteina e lattosio (FT-IR)
- **Controllo "qualità":** cellule somatiche (SCC 4 livelli: 0-200, 200-400, 400-800, 800+ n°/μl) e presenza di sangue (FT-IR)
- **Quantità latte, durata mungitura e diagramma rilascio latte**



Come interfaccia con salute animale?

- **Curva latte e cali** ⇒ «malattia»
- **SCC** ⇒ informazioni su sanità mammella, % bovine con valori alti
- **% G e P/G** ⇒ rileva problemi metabolici (es. chetosi, sub-acidosi)
- **Flusso latte in mungitura** ⇒ corretta tecnica mungitura (es. stacchi involontari, eccessiva sgocciolatura...)

Animale riconosciuto nella
posta da antenna.
Afilab tra il lattometro ed il
lattodotto, in comunicazione
con computer.

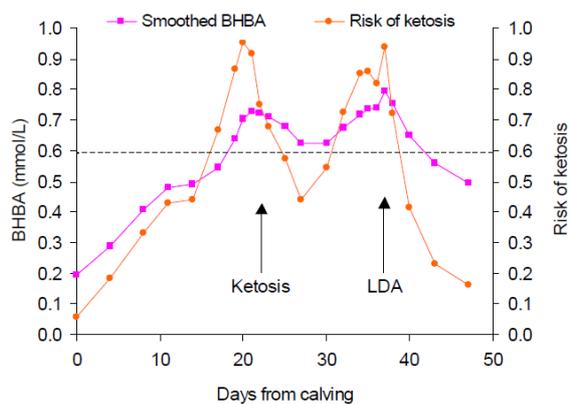


HerdNavigator®: chetosi

The calculated risk of ketosis for a cow that was treated for ketosis and left displaced abomasum (LDA) on days 22 and 37 after calving, respectively.

Dotted line is a cutoff value (0.6 mmol/l), (reflect the transition from subclinical to clinical ketosis)

Clinical ketosis would have been identified at d 17 and LDA at d 32 after calving.



Nielsen et al., 2006. Danske Kvægdyrlægers Årsmøde

Considerazioni conclusive

Tutte queste misurazioni sono realmente efficaci?

Monitoraggio costante di taluni indicatori fisiologici garantisce > tempestività nella rilevazione di stati pre-patologici

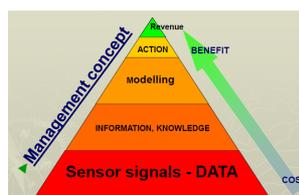
Risultato = riduce frequenza e gravità di patologie, che consente:

- < ricorso a farmaci
- < problemi di antibiotico-resistenza
- < perdita prodotti (quantitativa)
- animali più sani
- > benessere
- > fertilità
- > efficienza (patologie ↑ spesa di nutrienti per far funzionare sistema immunitario)
- < inquinamento ambientale (produzioni + sostenibili)

Quindi + salute, longevità, sostenibilità, benessere...

- ✓ consente di realizzare molte misure fisiologiche, anche con nuove strategie in modo continuo ed automatico
- ✓ offre sofisticate analisi dati raccolti e presentano previsioni su performance e salute degli animali
- ✓ rappresenta un valido aiuto per la gestione degli allevamenti, con un approccio più fine («per animale»)
- ✓ *consente di avere una gestione più semplice degli animali, una riduzione dei costi di gestione e un aumento della produzione e della qualità del latte.*
- ✓ DEVE AIUTARE A PRENDERE DECISIONI RAPIDE E PRECISE

- + **Tuttavia:**
- ✓ non può sostituire le capacità sensoriali del buon allevatore
 - ✓ richiede uno sforzo economico e gestionale (ben ripagato)
 - ✓ non esime dall'attuare tutte le buone pratiche di prevenzione



Nuove frontiere

ZOOTECNIA DI PRECISIONE

La **sensoristica** ha raggiunto livelli elevati di precisione

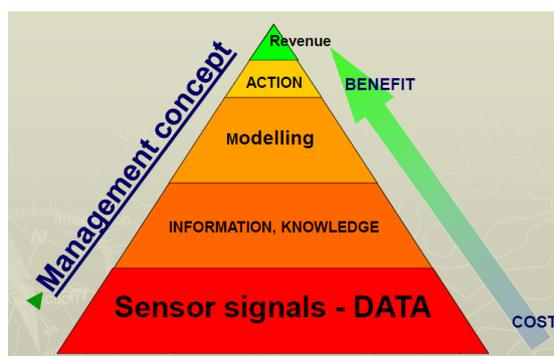
Modellistica e gestione automatica delle criticità:

- ✓ *diversi sistemi di diverse case costruttrici non 'dialogano'*
- ✓ *Necessità di arrivare a determinare indici semplici*

In futuro quando un animale avrà un problema il sistema prenderà le decisioni da solo e agirà per risolverlo.

Maggiore interazione tra Industria, Ricerca Zootecnica, Assistenza tecnica, Allevatori

Dai "segnali" alla decisione
...dai dati ... ad imprese sostenibili



Il fine è decidere
(non accumulare dati)