



AKIS



Benessere  
Animale



UNIVERSITÀ  
CATTOLICA  
del Sacro Cuore

# Adattamenti fisiologici delle bovine al caldo e strategie di attenuazione

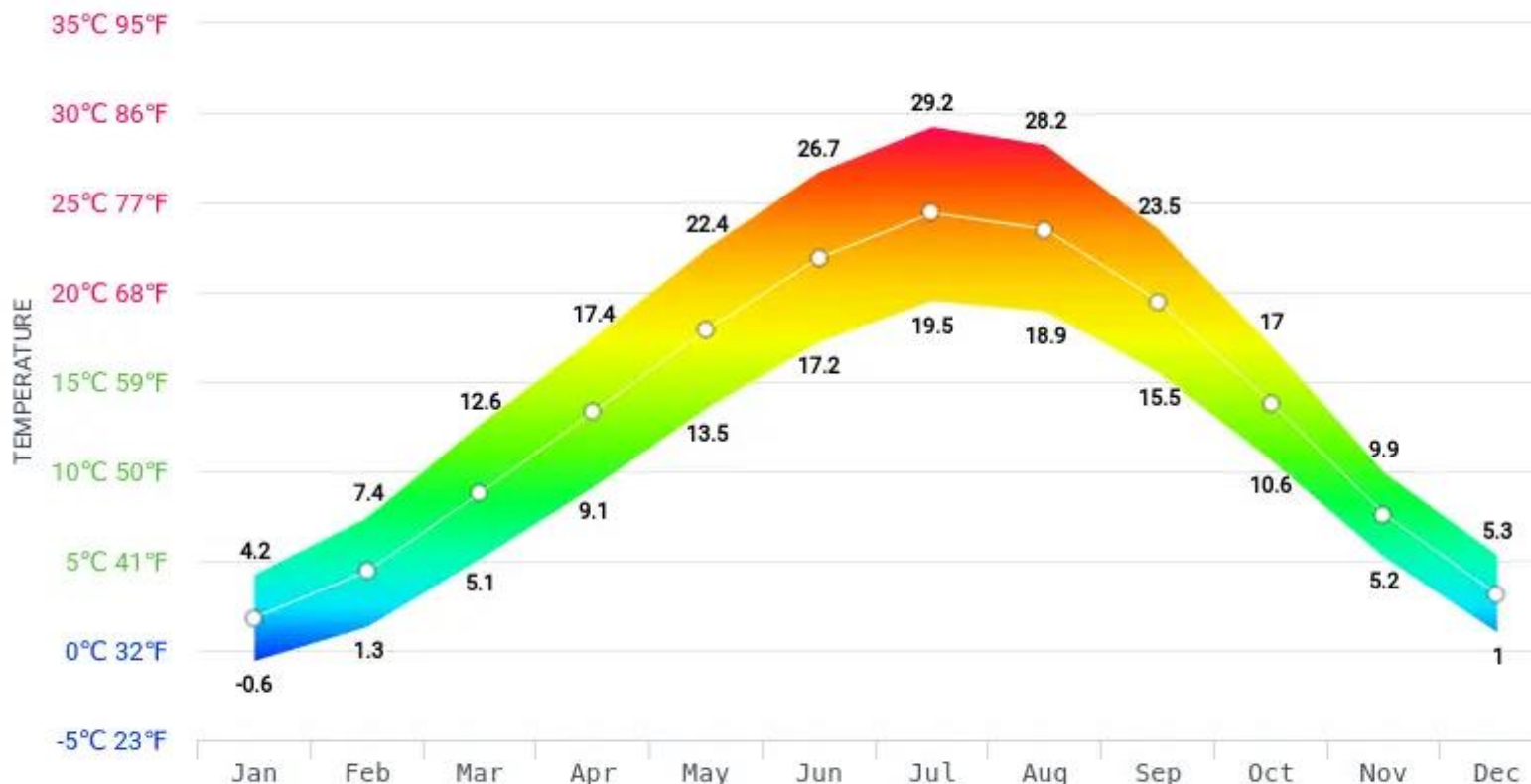
*Erminio Trevisi*

Direttore Dipartimento di Scienze Animali degli Alimenti e della Nutrizione (DiANA)  
Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza-Cremona

**Temperature medie mensili (includono le 24 ore) in Lombardia (Italia). Modello climatico creato con i dati tra 1763 e 2018**

### Lombardy Italy Average Monthly Temperatures

AVERAGE DAY & NIGHT TEMPERATURES 1763-2018



[hikersbay.com/climate/italy/lombardy](http://hikersbay.com/climate/italy/lombardy)

<http://hikersbay.com/climate-conditions/italy/lombardy/condizioni-climatiche-in-lombardia.html?lang=it>

### Lombardia Temperature mensili 1763 - 2018

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Giorno	4°C	7°C	12°C	17°C	22°C	26°C	29°C	28°C	23°C	17°C	9°C	5°C
Notte	0°C	1°C	5°C	9°C	13°C	17°C	19°C	18°C	15°C	10°C	5°C	1°C

# Temperature medie del Nord Italia: in crescendo dopo il 2000

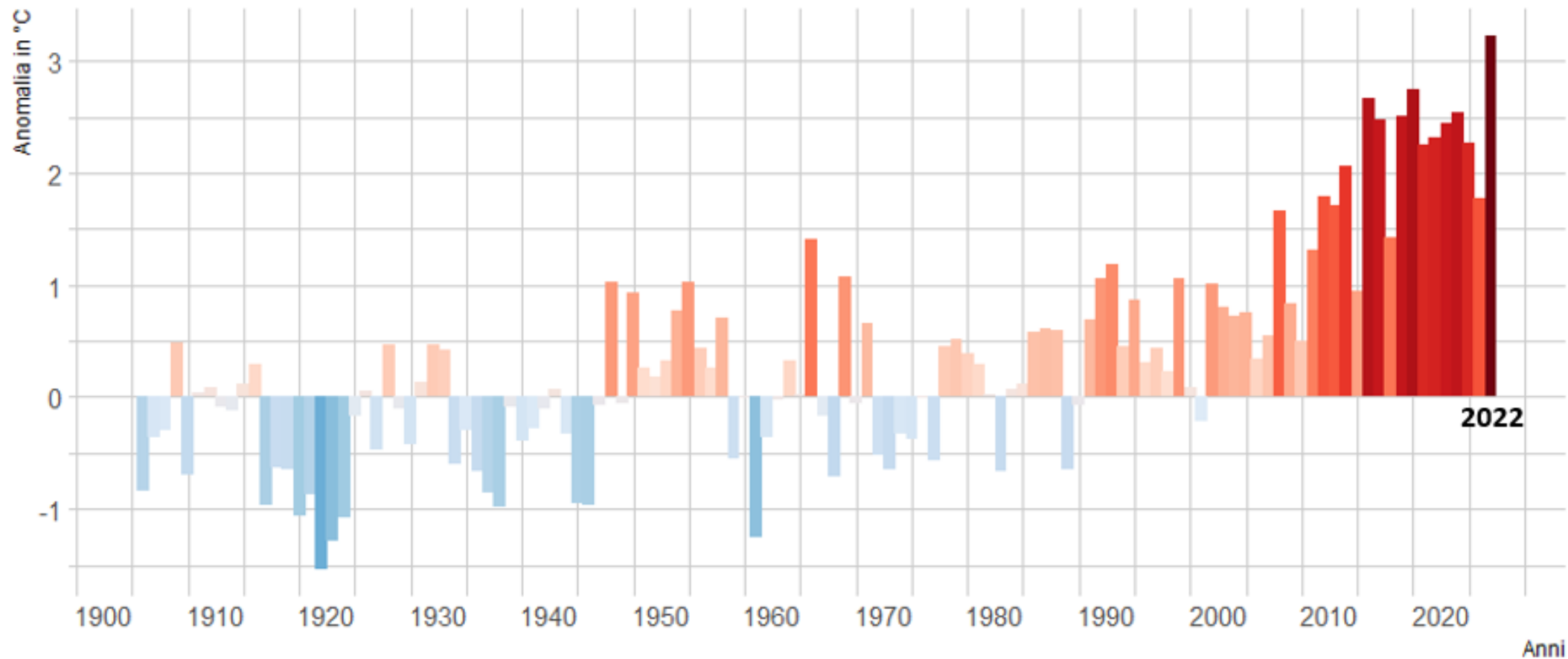


UNIVERSITÀ  
CATTOLICA  
del Sacro Cuore



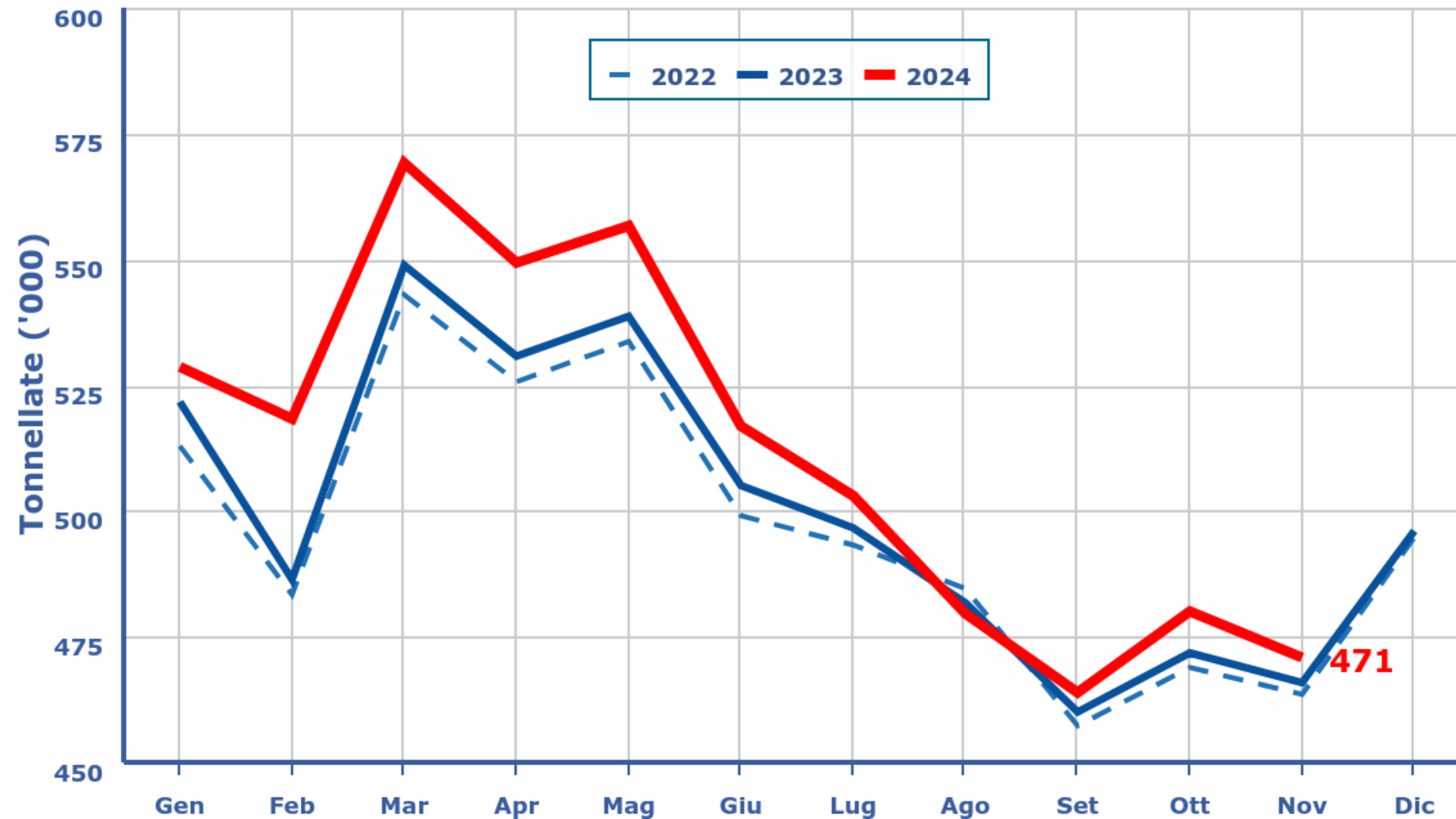
## Anomalie di temperatura media annua a Milano

Base climatologica 1901-2000

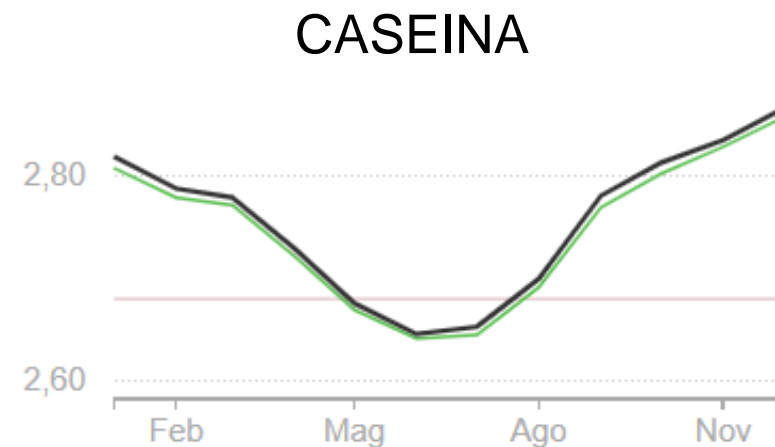
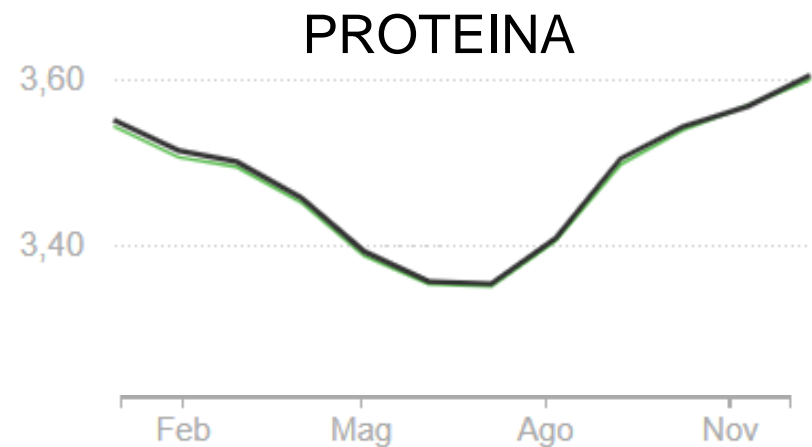
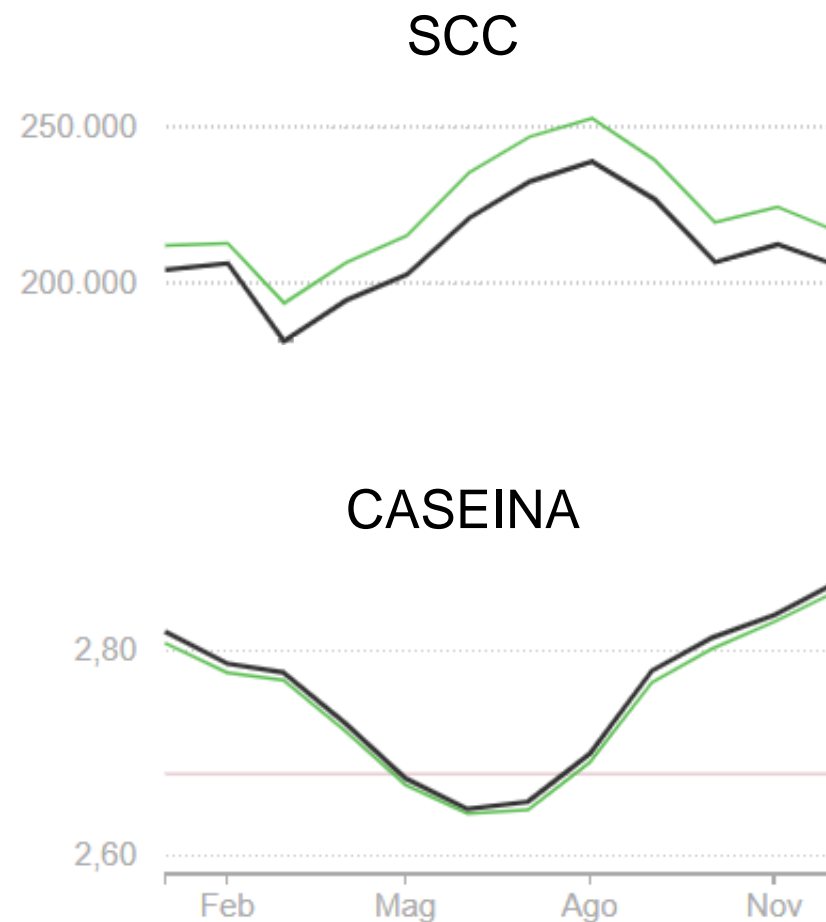
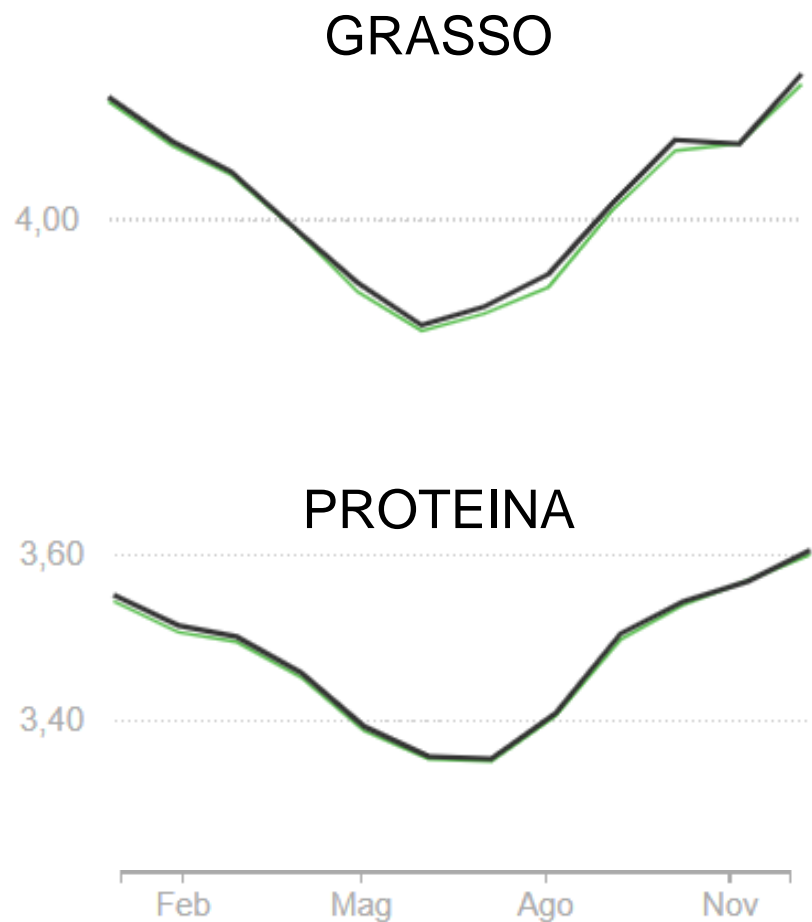


# Consegne mensili di Latte – Regione Lombardia

Fonte: AGEA



# Qualità del latte provincia di Cremona – Anno 2022



## **Stress da caldo (HS):**

- **Effetti fisiologici sulle bovine da latte**
- Monitorare l'entità degli stress
- Sistemi di prevenzione: il contributo della dieta

# Comfort termico bovini da latte

Stato fisiologico	T. critica Inferiore	T. critica Superiore
Vitello lattante (4 lt latte al giorno)	13 °C	26 °C
Vitello in crescita (50 – 200 kg)	- 5 °C	26 °C
Vacca in asciutta	- 14 °C	25 °C
Vacca al picco di lattazione	- 25 °C	25 °C

Collier et al. (2019)

HS inizia a  
THI>68

... NON BASTA misurare la temperatura ambientale, va considerata anche UR (e ventilazione).

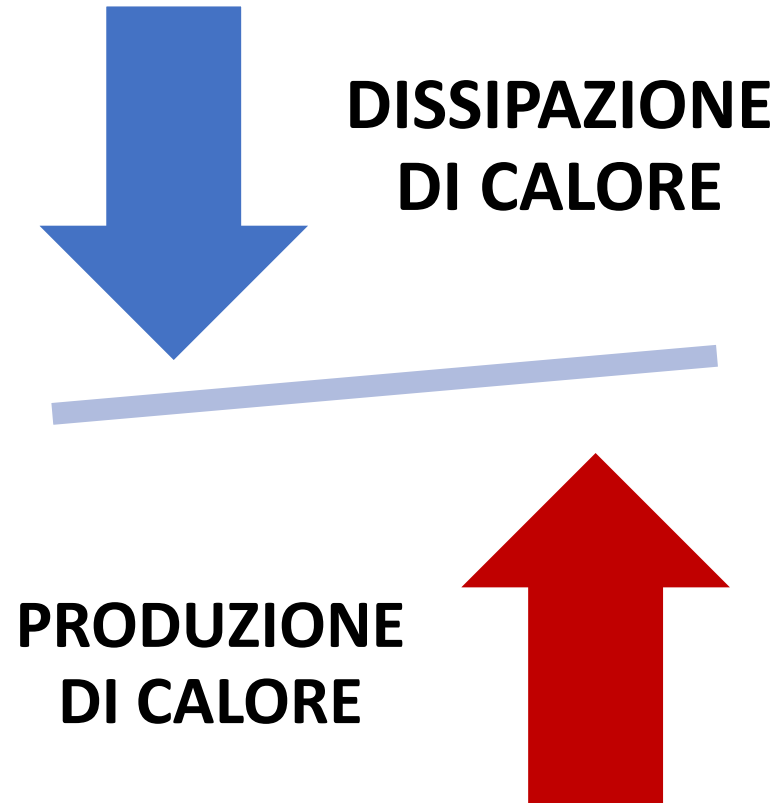
E suscettibilità individuale allo stress....

		Umidità relativa (%)																			
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Temperatura (°C)	22	64	65	65	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72
	23	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	73
	24	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
	25	67	67	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77
	26	68	68	69	70	70	71	71	72	72	73	74	74	75	75	76	76	77	78	78	79
	27	69	69	70	71	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	77	78	79	79	80	81
	28	69	70	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82
	29	70	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	83	84
	30	71	72	73	74	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86
	31	72	73	74	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88
	32	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	82	83	83	84	85	86	87	88	89	90
	33	74	75	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	90	91
	34	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
35	75	76	77	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	
36	76	77	78	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	94	95	96	97	
37	77	78	79	81	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	96	97	99	
38	78	79	80	82	83	84	85	86	87	89	90	91	92	93	95	96	97	98	99	100	

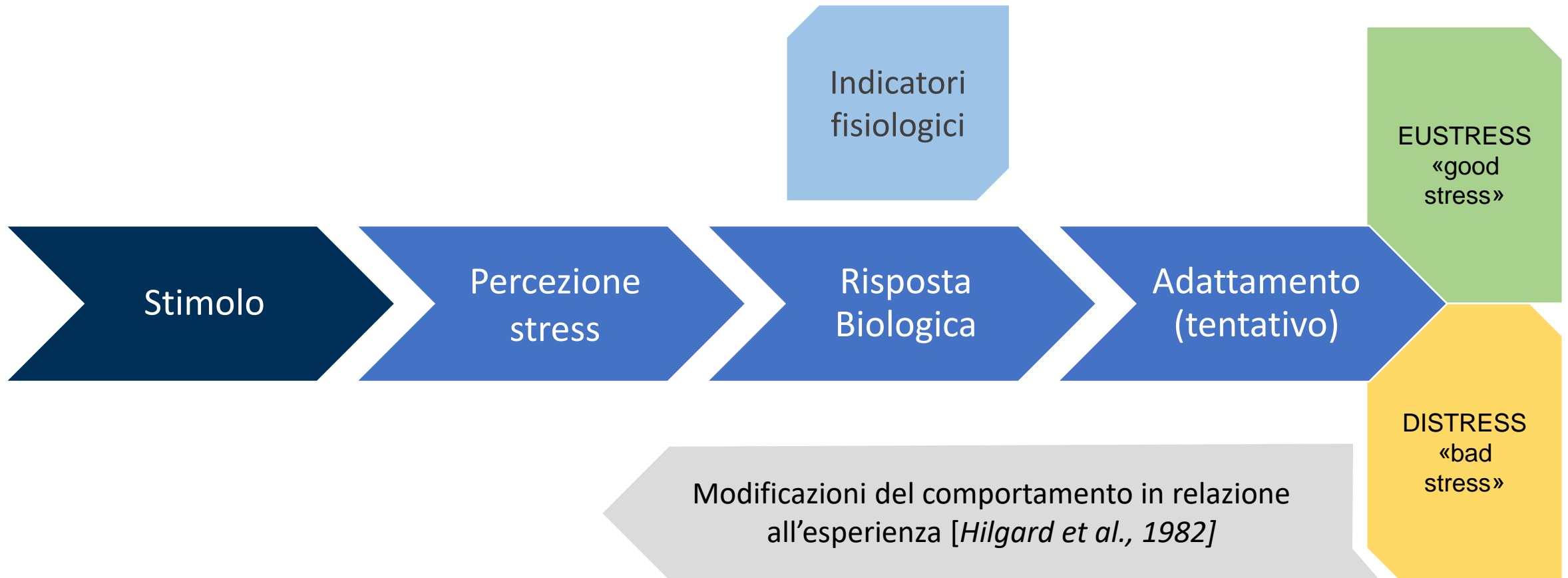
# Discomfort termico

## STRESS DA CALDO

*condizione in cui l'animale  
non è più in grado di dissipare  
un'adeguata quantità di calore  
per mantenere  
la sua temperatura corporea  
nel range di normalità*



# Adattamento dell'organismo



***Le bovine hanno una differente suscettibilità allo stress....***

# Risposte fisiologiche a stress da caldo

## Dissipazione calore (calore latente)

Becker et al., 2020 JDS 103:6751–6770

1. Sudorazione (evaporazione cutanea) 70-80%\*
2. Polipnea (evaporazione polmonare) 30-20%

## Produzione di calore

1. Calo ingestione (~30%; Rhoads et al., 2009)
2. Aumento consumo acqua
3. Aumento temperatura corporea
4. Aumento frequenza respiratoria
5. Maggiore perdita di saliva
6. Rallentamento processi metabolici

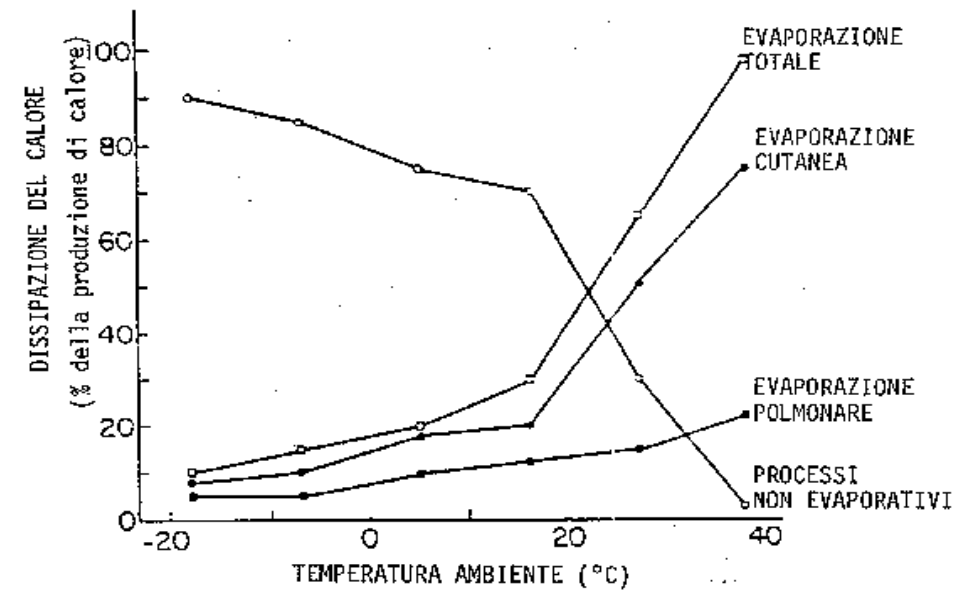


Figura 8-- Ripartizione delle perdite di calore nel bovino in funzione della temperatura ambiente. (Brody, 1952).

Risposta a HS varia in funzione di:

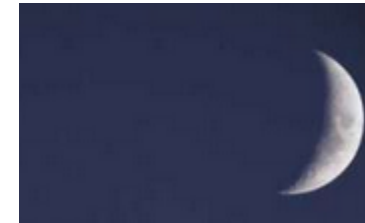
- Fase di lattazione
- Livello produttivo
- Stato di salute
- Abitudini
- Dominanza
- Strutture di allevamento
- Genetica (razza)
- ...

# DISSIPAZIONE CALORE nella bovina



70%  
Calore disperso attraverso  
la sudorazione

Calore radiante disperso  
dall'animale soprattutto di  
notte



**EVAPORAZIONE**

**IRRAGGIAMENTO**

30%  
EVAPORAZIONE  
+  
CONVEZIONE

Calore disperso gra-  
zie all'aumento de-  
gli atti respiratori



**CONVEZIONE**  
Calore disperso per  
convezione con l'aria  
circostante, maggiore in  
ambienti ventilati

**CONDUZIONE**

Calore disperso per conduzione con le  
superfici solide (pavimento)



[http://cma.entecra.it/sac/sac\\_file/bovina\\_latte.html](http://cma.entecra.it/sac/sac_file/bovina_latte.html)

# CONSEGUENZE

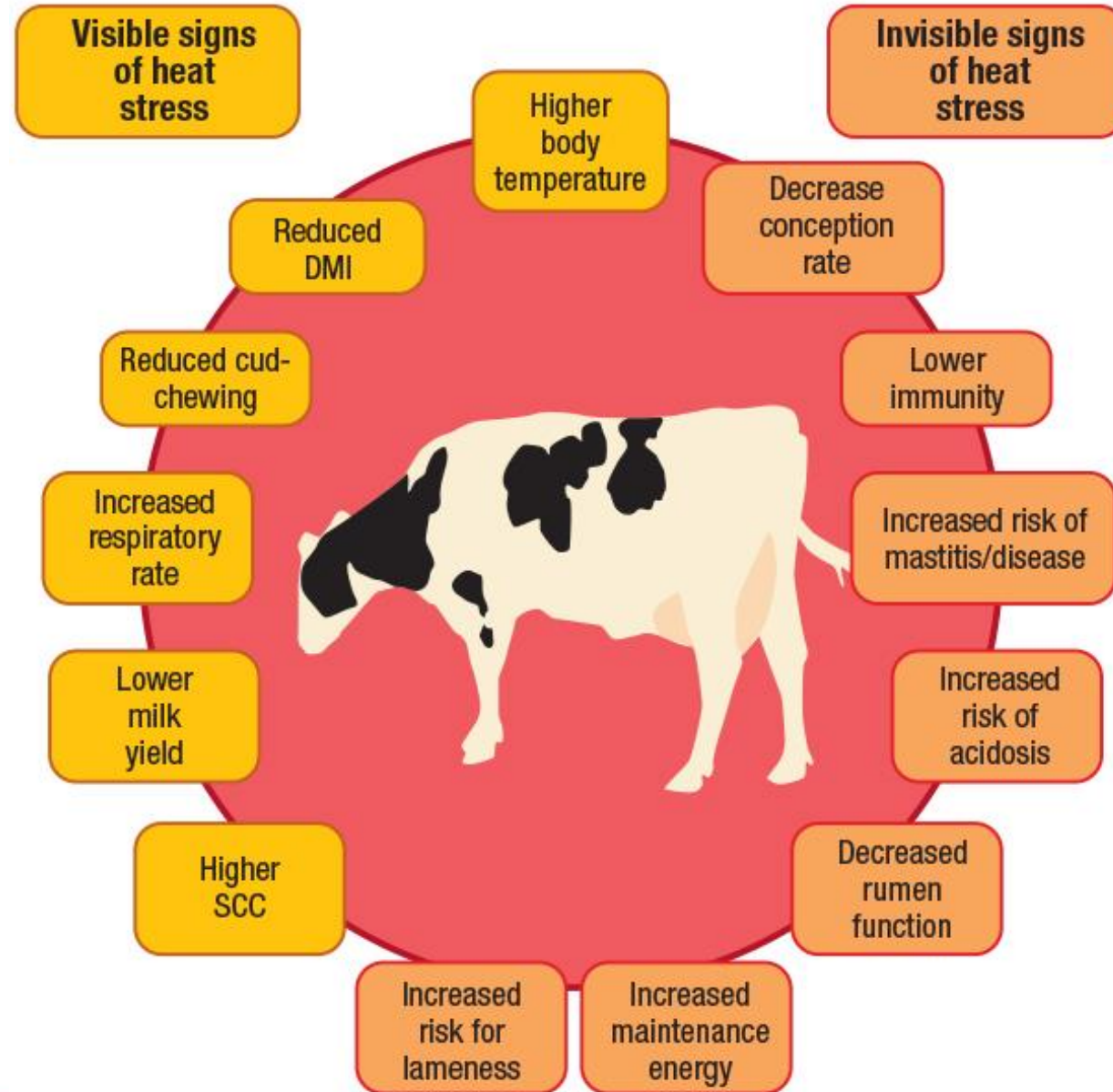
in yellow = symptoms of heat stress (HS)

in red = “invisible” consequences of HS (usually not observed until 2-3 months after a period of heat stress)

Guesthier M-A. 2021.

<https://www.progressivedairy.com/topics/herd-health/nutritional-strategies-to-enhance-heat-abatement-in-dairy-cows>

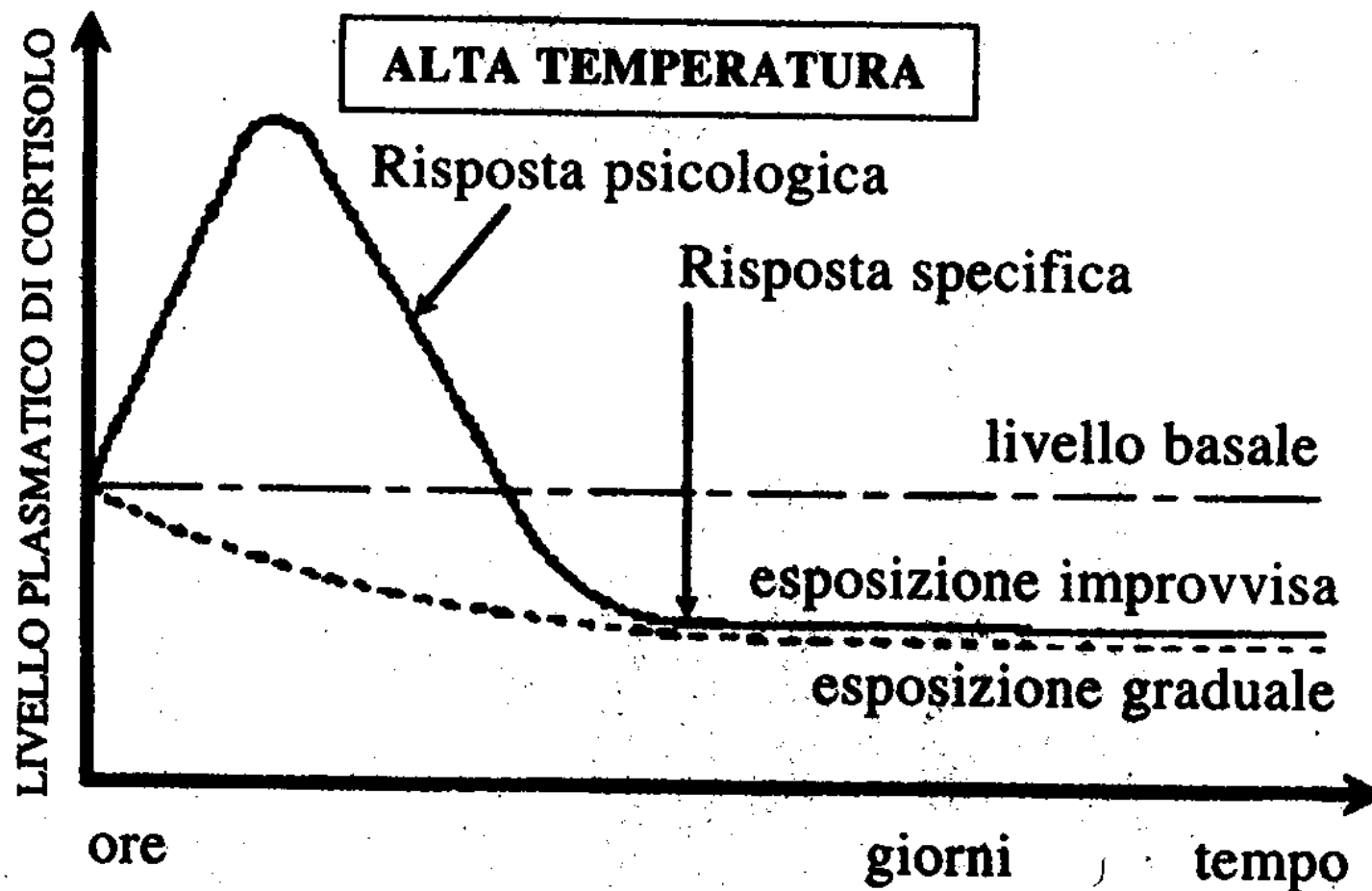
**FIGURE 1** Effect of heat stress on dairy cows



Distinguere  
fase acuta  
da cronica

STRESS da  
CALDO

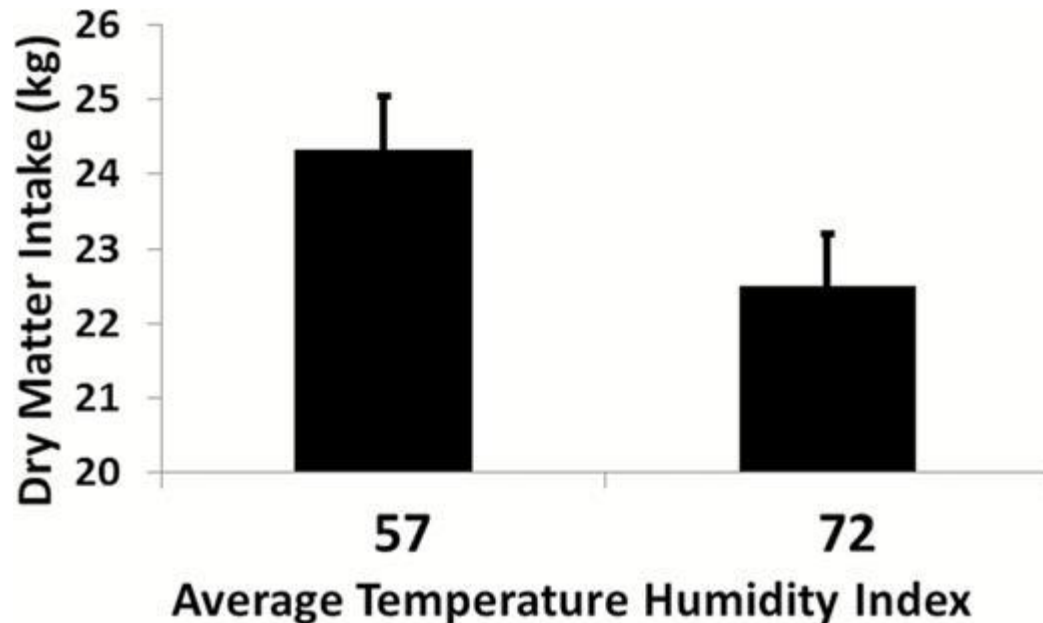
# STRESS TERMICO ACUTO vs CRONICO



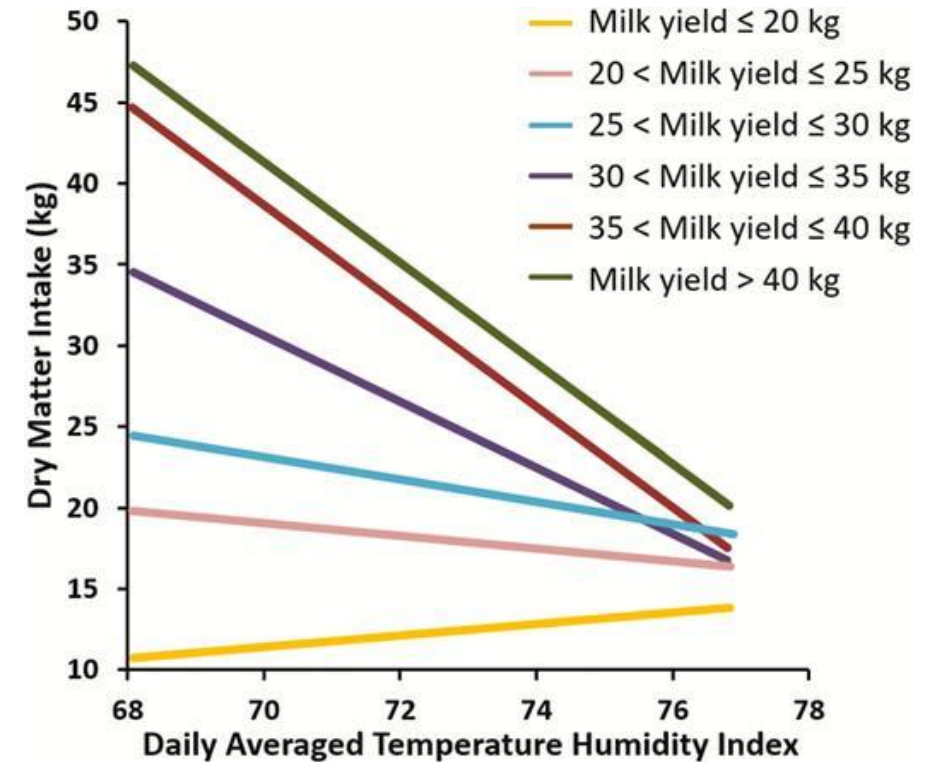
*Risposte cortisolemiche in bovine sottoposte ad alte temperature in maniera graduale o improvvisa*

# HS: ingestione alimenti

DMI: ↓ ~30%

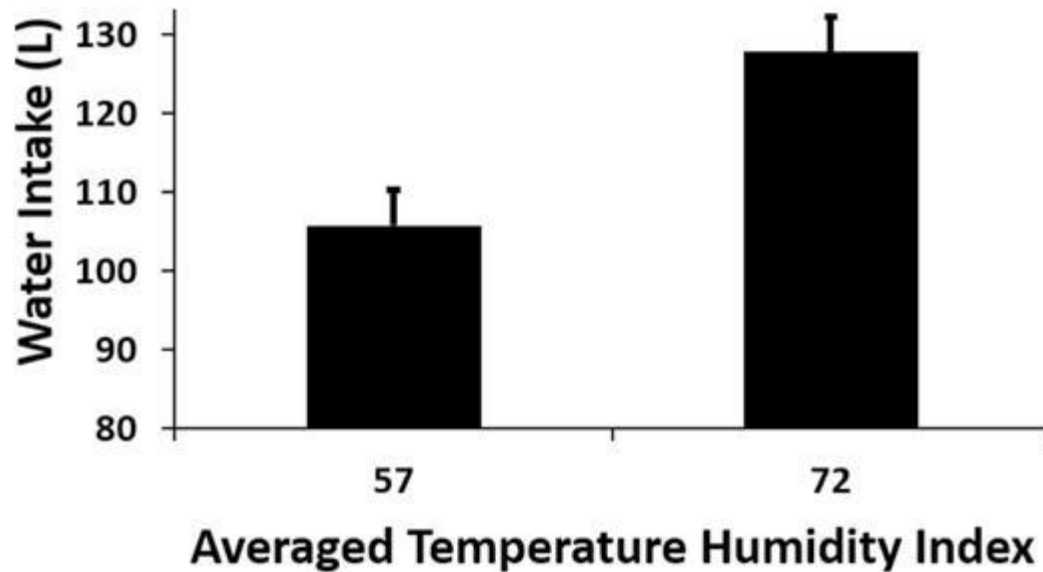


Effect of thermoneutral (average THI = 57) or heat stress (average THI = 72) conditions on feed intake in lactating dairy cows under controlled environmental conditions ( $N = 95$ , feed intake decreased 11.5%,  $P < 0.001$ ). Data summarized from [Wheelock et al. \(2010\)](#); [Zimelman et al. \(2010\)](#); [Hall et al. \(2016\)](#)

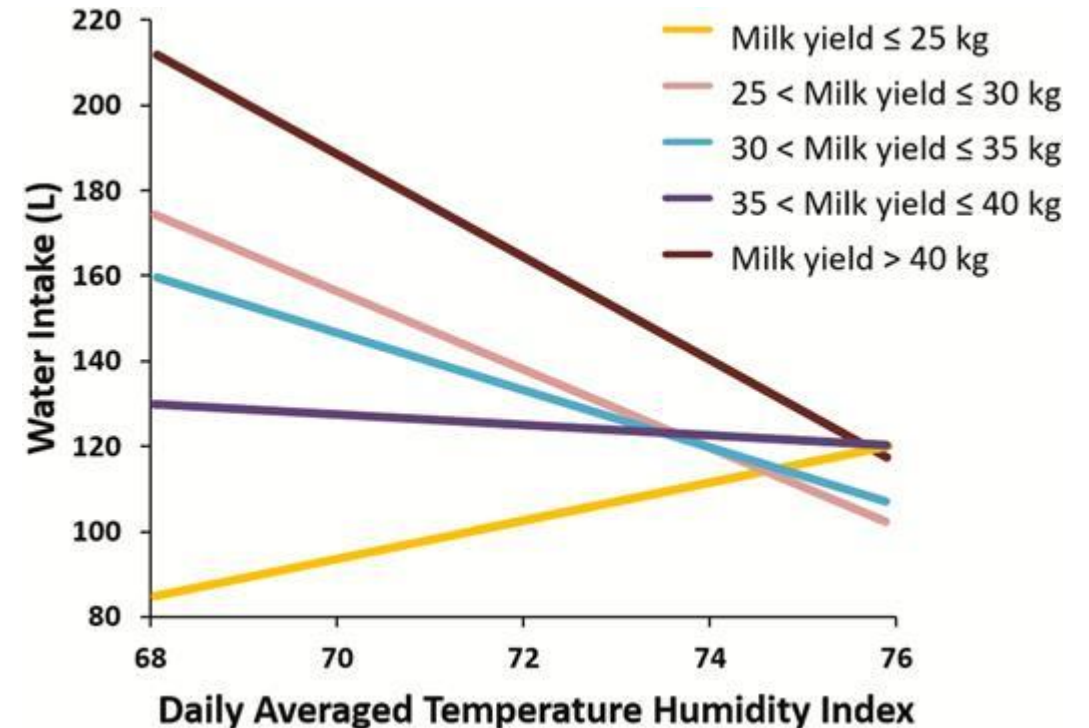


Effect of level of milk production on feed intake response to acute (3 days) heat stress. Data summarized from [Wheelock et al. \(2010\)](#); [Zimelman et al. \(2010\)](#); [Hall et al. \(2016\)](#)

# HS: ingestione acqua



Effect of chronic (10 days) thermoneutral (THI = 57) or heat stress (THI = 72) conditions on water intake in lactating dairy cows under controlled environmental conditions, ( $N = 77$ , 20.8% increase,  $P < 0.001$ ). Data summarized from [Wheelock et al. \(2010\)](#); [Zimbelman et al. \(2010\)](#); [Hall et al. \(2016\)](#)



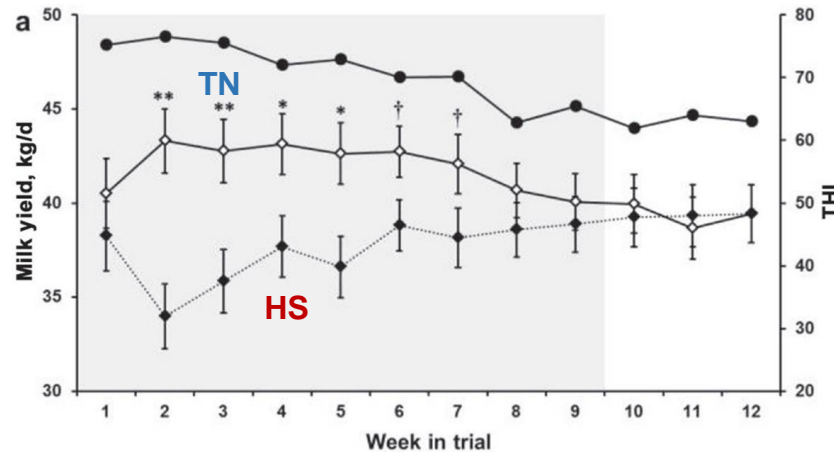
Effect of level of milk production on water intake response to acute heat stress conditions. Data summarized from [Wheelock et al. \(2010\)](#); [Zimbelman et al. \(2010\)](#); [Hall et al. \(2016\)](#)

# HS: calo e modifica curva di lattazione

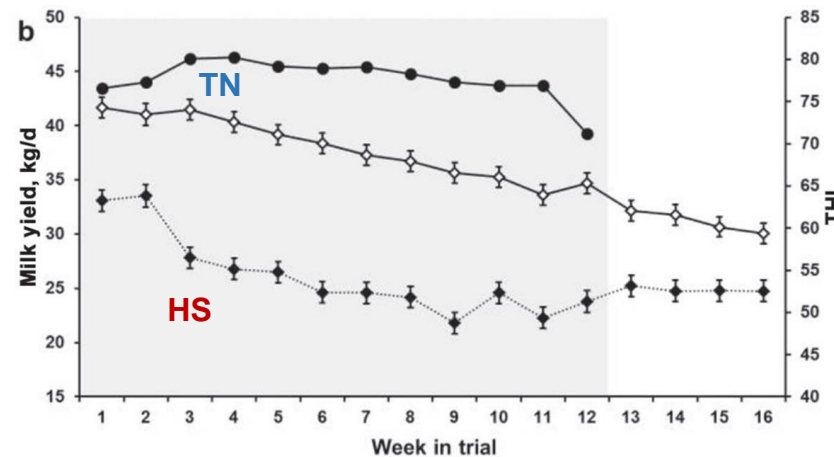
MY: ↓ ~45%

Heat stress ↓ MY ~45%  
Pair-feeding ↓ MY ~19%  
Così ↓ DMI giustifica solo ~50% calo MY  
*Rhoads et al., 2009*

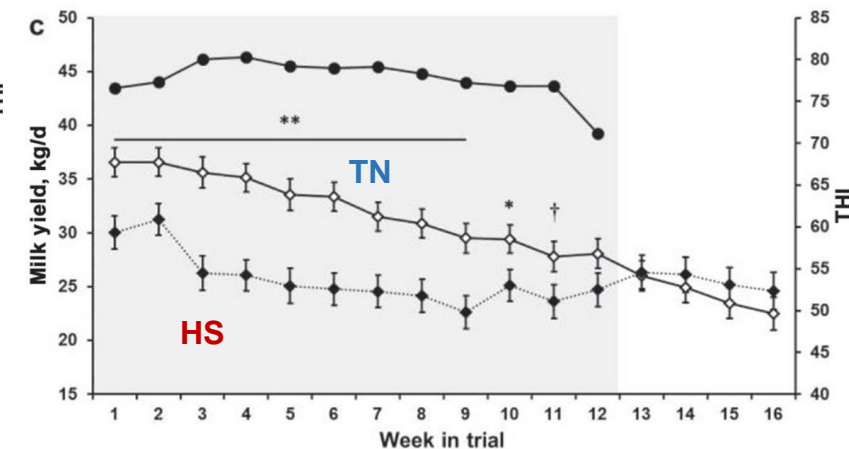
Inizio lattazione



Media lattazione



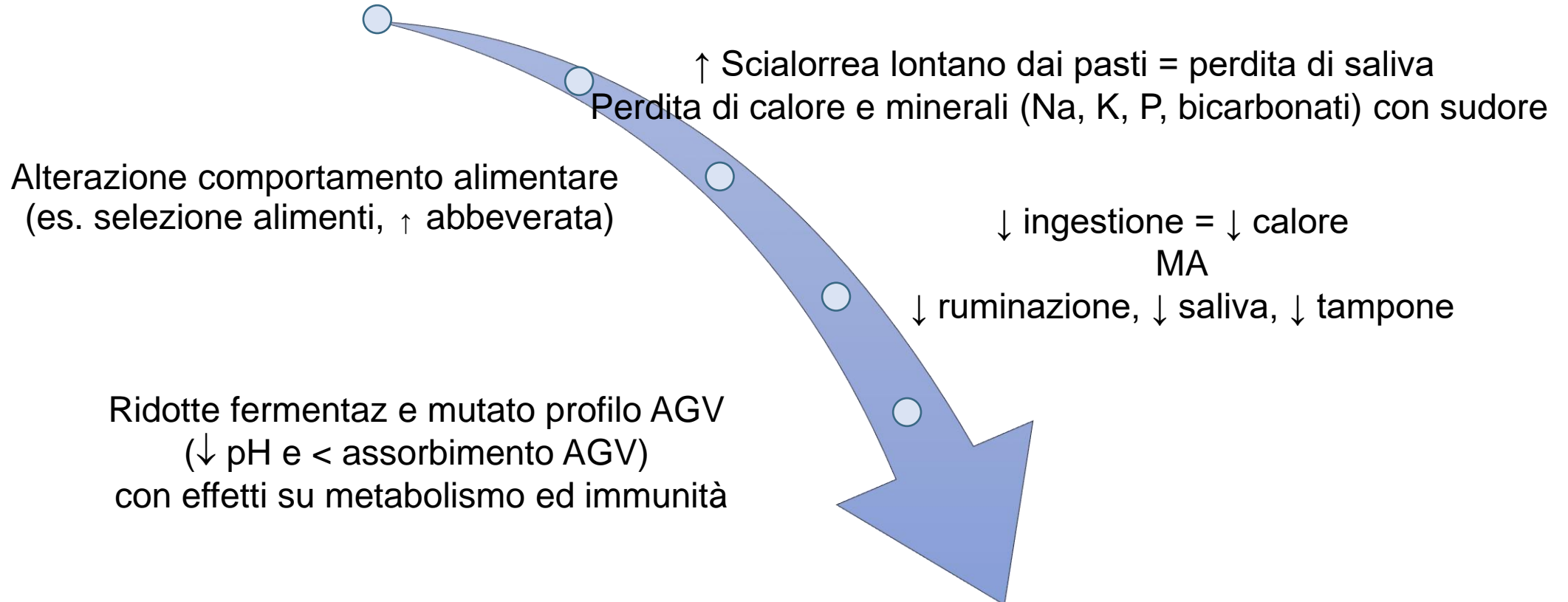
Tarda lattazione



Produzione di latte in vacche sottoposte a raffrescamento (TN) o senza raffrescamento (HS) nelle fasi di inizio lattazione (a; 15 – 45 gim), media lattazione (b; 100 – 180 gim) e tarda lattazione (c; 180 – 300 gim). Al termine del trattamento (area grafico grigia) tutte le bovine sono state stabulate nelle stesse condizioni di raffrescamento attivo. [Tao et al., 2018]

# Effetto HS: 1. variazioni ruminali e comportamento alimentare

Polipnea:  $\uparrow$  Respirazione =  $\downarrow$   $\text{HCO}_3$  nel sangue



**Ricetta (quasi) perfetta per sub-acidosi**

# HS: 2. alterazioni nel digerente

Massiva **ridistribuzione del flusso sanguigno** verso la periferia (pelle, estremità) per dissipare calore

## **Vasocostrizione coordinata nei tessuti viscerali:**

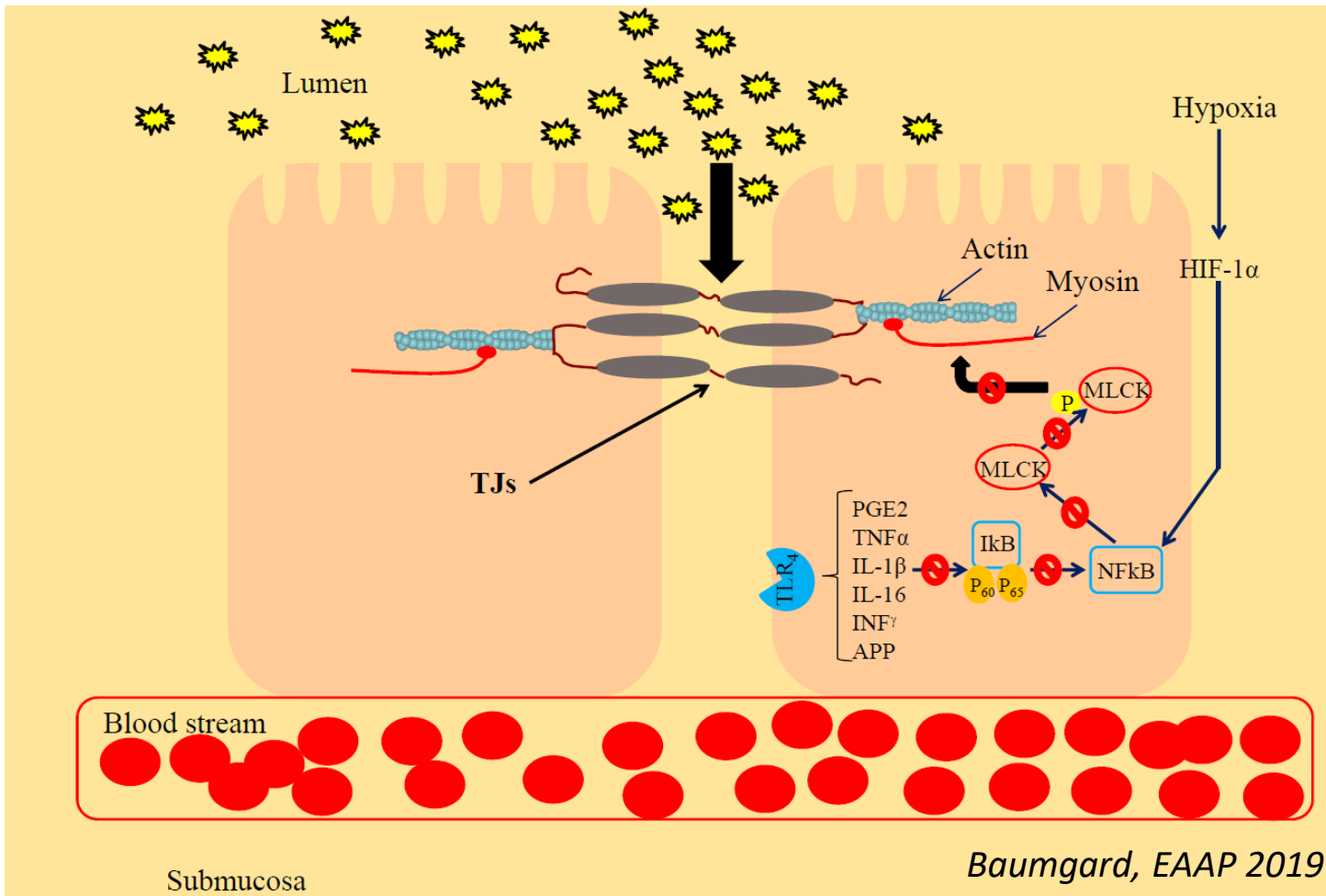
- riduzione capacità digestiva e di assorbimento nutrienti
- riduzione ossigeno inviato agli enterociti;
- ipossia, aumento sostanze reattive all'ossigeno (ROS);

## **Variazione della permeabilità intestinale**

- Stimolazione della risposta immunitaria
- Endotossiemia
- Infiammazione locale e sistemica

Variazione del microbiota intestinale

# HS: aumenta permeabilità intestinale



Il tratto gastrointestinale (GIT) è molto sensibile a stress da calore.

**HS** ↓ il **flusso sanguigno** nell'epitelio intestinale, cala l'apporto di ossigeno e nutrienti. Ciò causa **ischemia e minore coesione delle giunzioni strette**, con conseguente disfunzione del flusso di materiali dal GIT al sangue (con **ingresso LPS e batteri** ed attivazione dell'inflammazione).

Associazione tra leaky gut e lipidosi epatica.

ATTIVAZIONE RISPOSTA IMMUNITARIA  
(INFIAMMAZIONE)

*effetti nelle feci, nel plasma e nel latte*

# HS: effetti su immuno-metabolismo

## Interferenza sul metabolismo energetico

- Riduzione della glicemia (e IGF-1) più severa rispetto a semplice ↓ DMI (ma aumento insulina)
- Aumento uso aminoacidi con finalità glucogenetiche

## Modificato uso delle riserve energetiche

- Media lattazione: calo della lipomobilizzazione
- Inizio lattazione? + severo, ma stimoli contrastanti...
- Affaticamento epatico (rischio lipidosi)

## Modificata risposta a stress acuti

- Caldo prolungato riduce cortisolemia
- Animali maggiormente suscettibili alle infezioni (↑ patologie)



## Stress da caldo (HS):

- Effetti fisiologici sulle bovine da latte
- **Monitorare l'entità degli stress**
- Sistemi di prevenzione: il contributo della dieta

# Indicatori di resilienza delle bovine

- a) Modificato comportamento e metabolismo
  - b) Calo ingestione, ruminazione e produzione
  - c) Parametri ematici (o fluidi biologici)
- 

± rapidi 

- d) Indice estate-inverno
- e) Modificazioni della curva di lattazione
- f) Maggiore suscettibilità a malattie
- g) Maggiore mortalità
- h) Problemi su fertilità

Lenti 

# Indicatori di resilienza: modificato comportamento

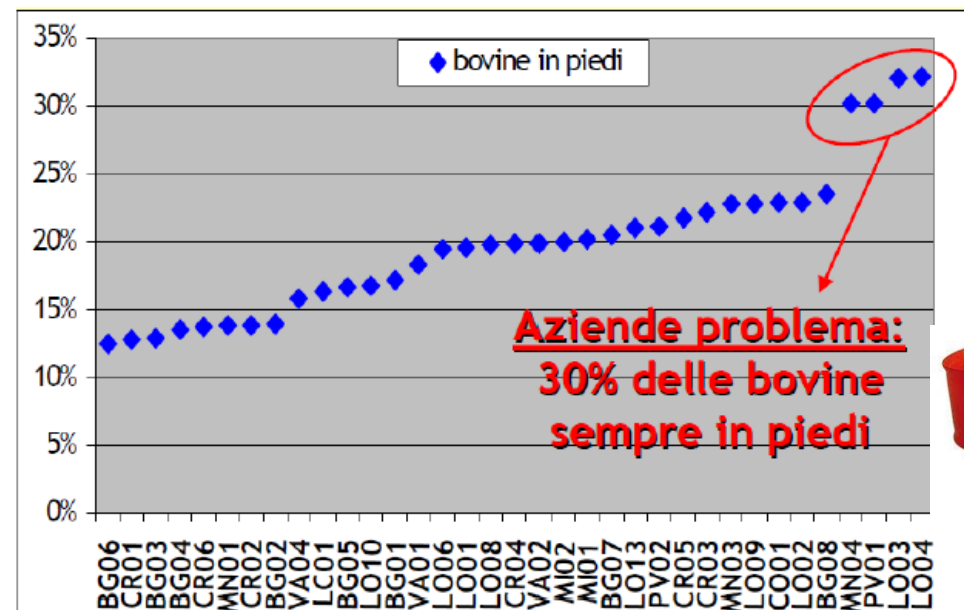
Ripartizione giornaliera della bovina in lattazione

Attività	Tempo dedicato
Alimentazione	3 – 5 ore
Riposo	12 – 14 ore
Interazioni sociali	2 – 3 ore
Ruminazione	7 – 10 ore
Abbeverata	30 minuti
Mungitura	2.5 – 3.5 ore

Con distress si hanno  
modificazioni  
comportamentali...

**HS = ↓ tempo riposo e ↑ tempo piedi**  
HS riduce il flusso ematico alla mammella.  
La posizione eretta peggiora la situazione.

*La valutazione sperimentale del rapporto  
efficienza delle strutture /comportamento animale*



# Monitoraggio: sintomi dello stress termico acuto



Ipersalivazione

Affanno

Lingua fuori

(aumento atti respiratori: tachipnea o polipnea)

**T° corporea**

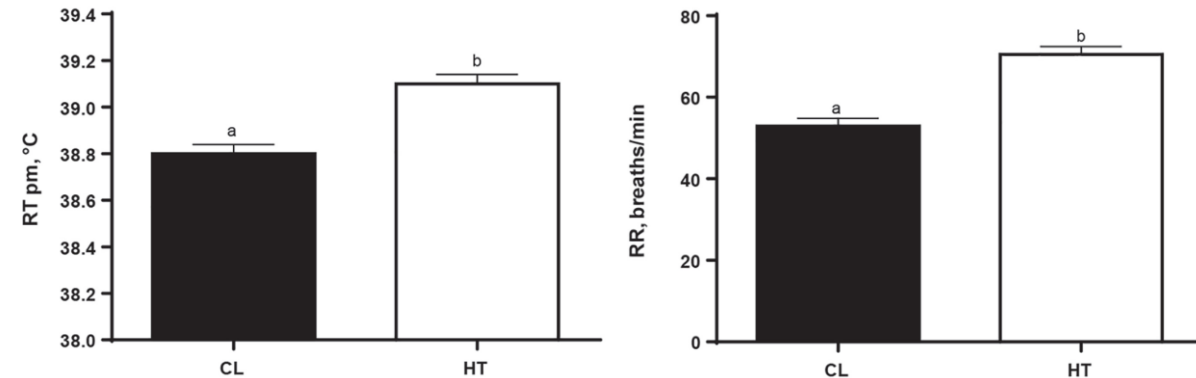
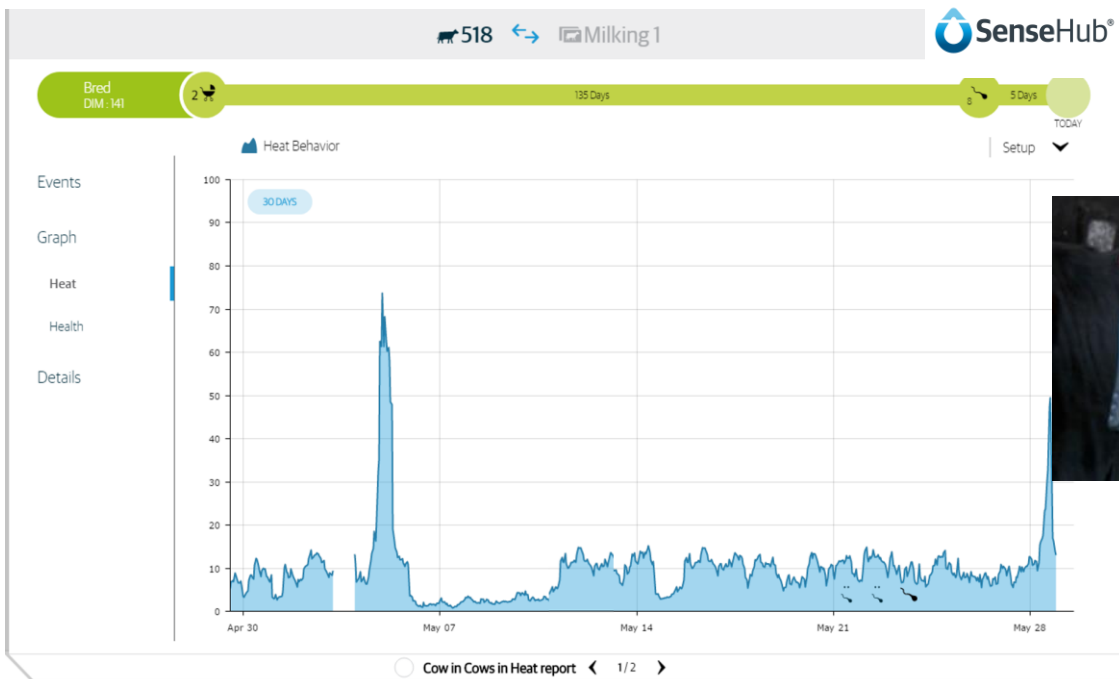
**Ingestione**

**ruminazione**

**SENSORE**

# Indicatori di resilienza: comportamento e metabolismo (fin dall'asciutta)

Alcuni sensori forniscono allarme di aumentata respirazione di gruppo. C'è alta variabilità individuale: ideale disporre di indicatori individuale (T°? Atti respiratori? Altro?)



Effetto del raffrescamento (CL; n = 20) e dello stress da caldo (HT; n = 18) durante il **periodo iniziale dell'asciutta**. Condizioni di stress da caldo hanno innalzato i valori di temperatura rettale (RT) e Respiration Rate (RR) pomeridiani (lettere a e b). [Fabris et al., 2019]

# HS in asciutta:

↑ T rettale in asc e ↓ prod latte

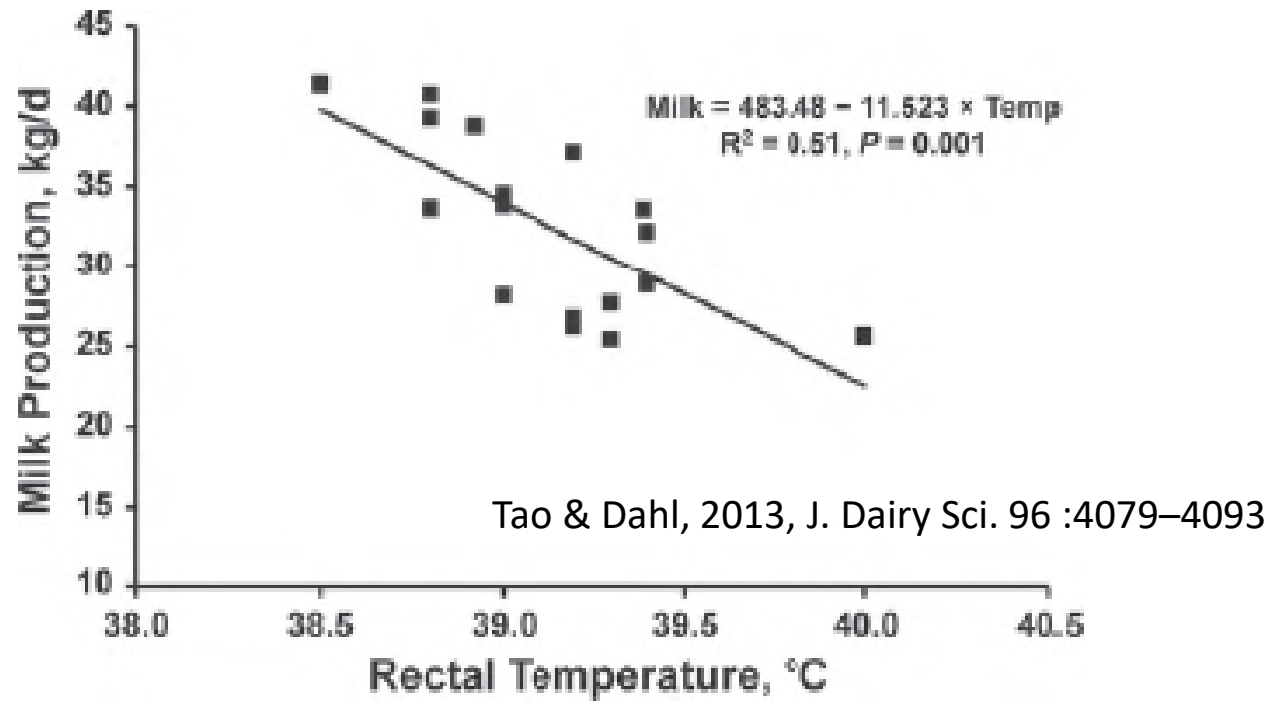


Figure 3. Scatter plot of relationship between afternoon rectal temperature (°C; Temp) of cows during late gestation and daily milk production (kg/d) in the subsequent lactation. Data were obtained from published papers (Collier et al., 1982b; Wolfenson et al., 1988; Avendaño-Reyes et al., 2006; Adin et al., 2009; do Amaral et al., 2009, 2011; Tao et al., 2011, 2012b; Thompson et al., 2012). Simple regression analysis was performed by PROC GLM of SAS 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC).

T° rettale in asciutta è correlata con prod. latte nella successiva lattazione (-5 l/d per 30 wk\*)



con HS la proliferaz. mammaria ridotta a -20 d

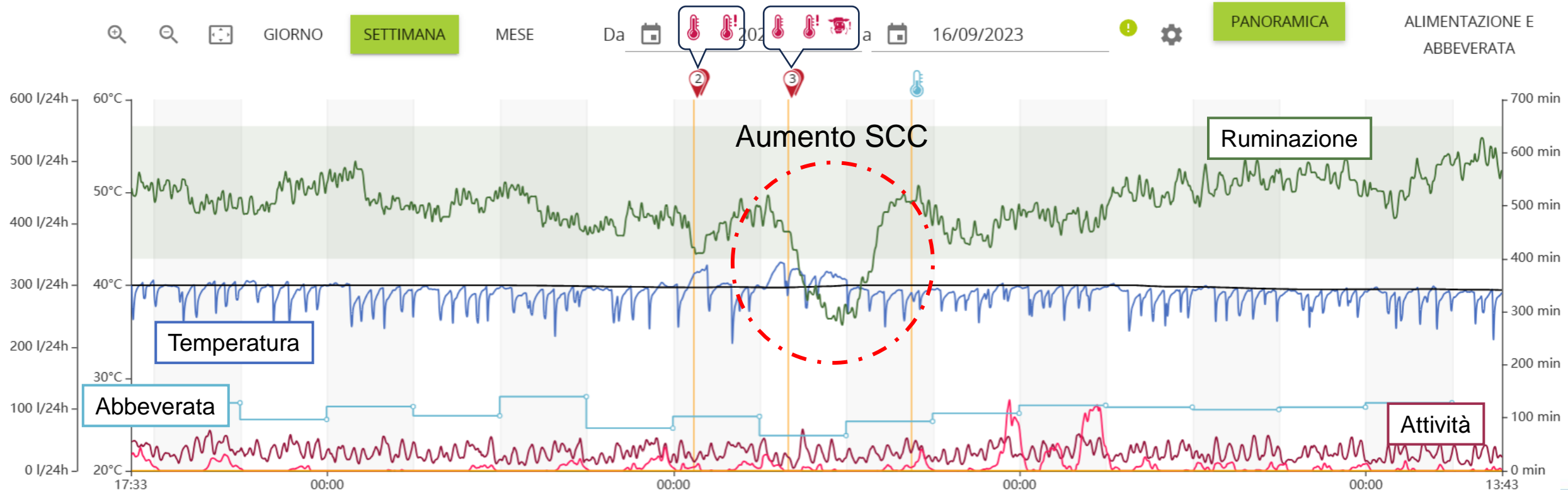
\* <http://www.dairyherd.com/animal-health-center/new-research-shows-heat-stress-affects-dry-cows-differently>

# Indicatori di resilienza a HS: ruminazione e T° corporea

Allarme T° per 2 d consecutivi. Al 3 d anche calo ruminazione (e ↑SCC). L'allevatore ha reagito .... Purtroppo già tardi...  
Serve intervento + rapido! Quindi allarmi + tempestivi della causa (e suggerimenti della terapia appropriata...)



72



# HS: utilità della T° ruminale

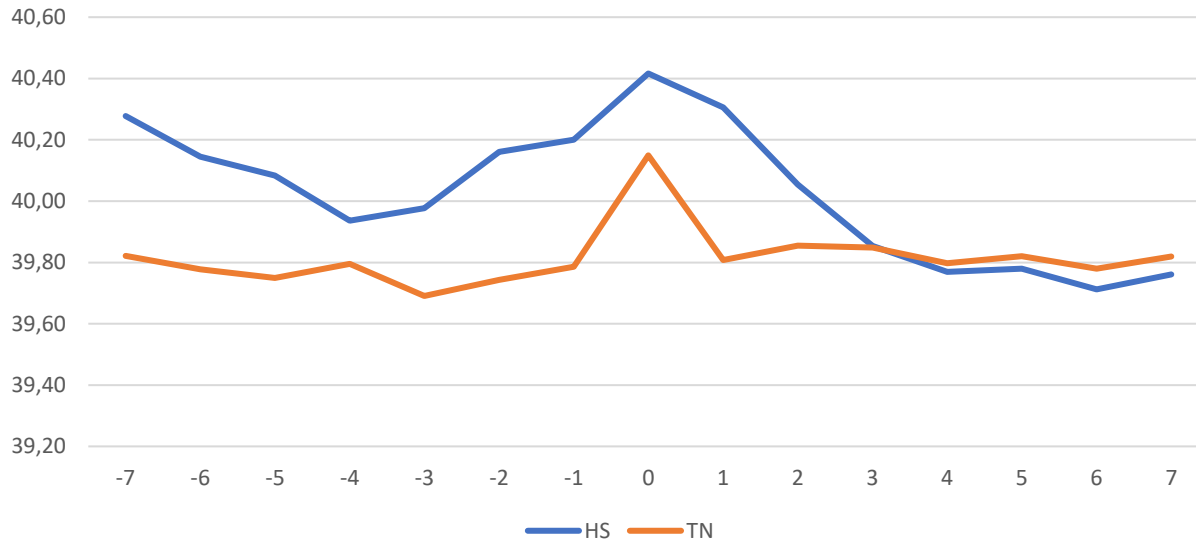
Bovine con rialzo termico in situazioni di:

**HS = Heat stress**

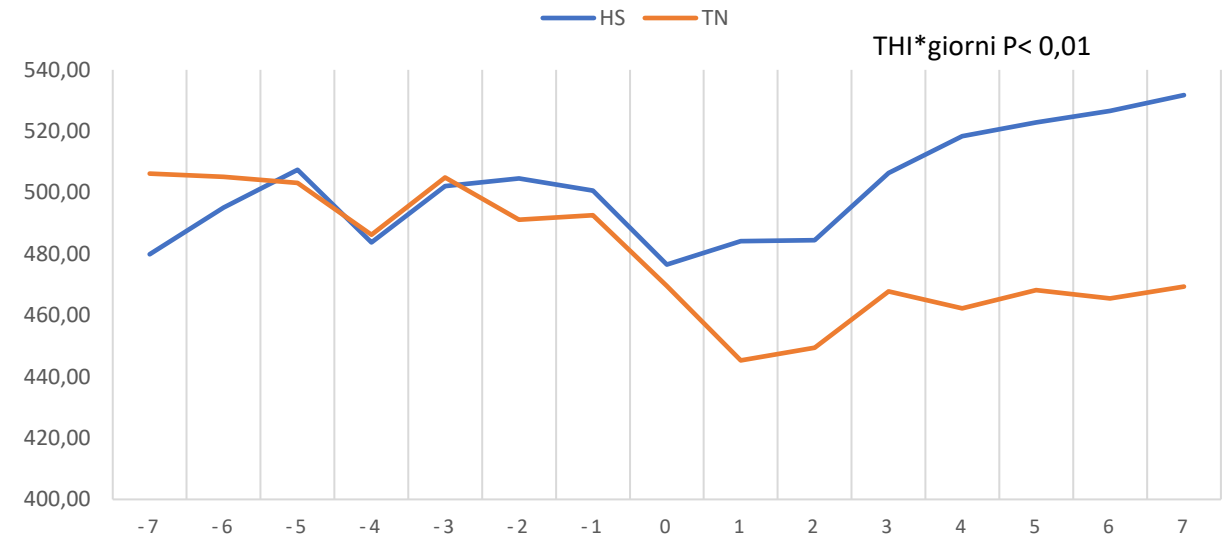
**TN = termoneutrale**



Temperatura è corretta per  
l'interferenza dell'abbeverata



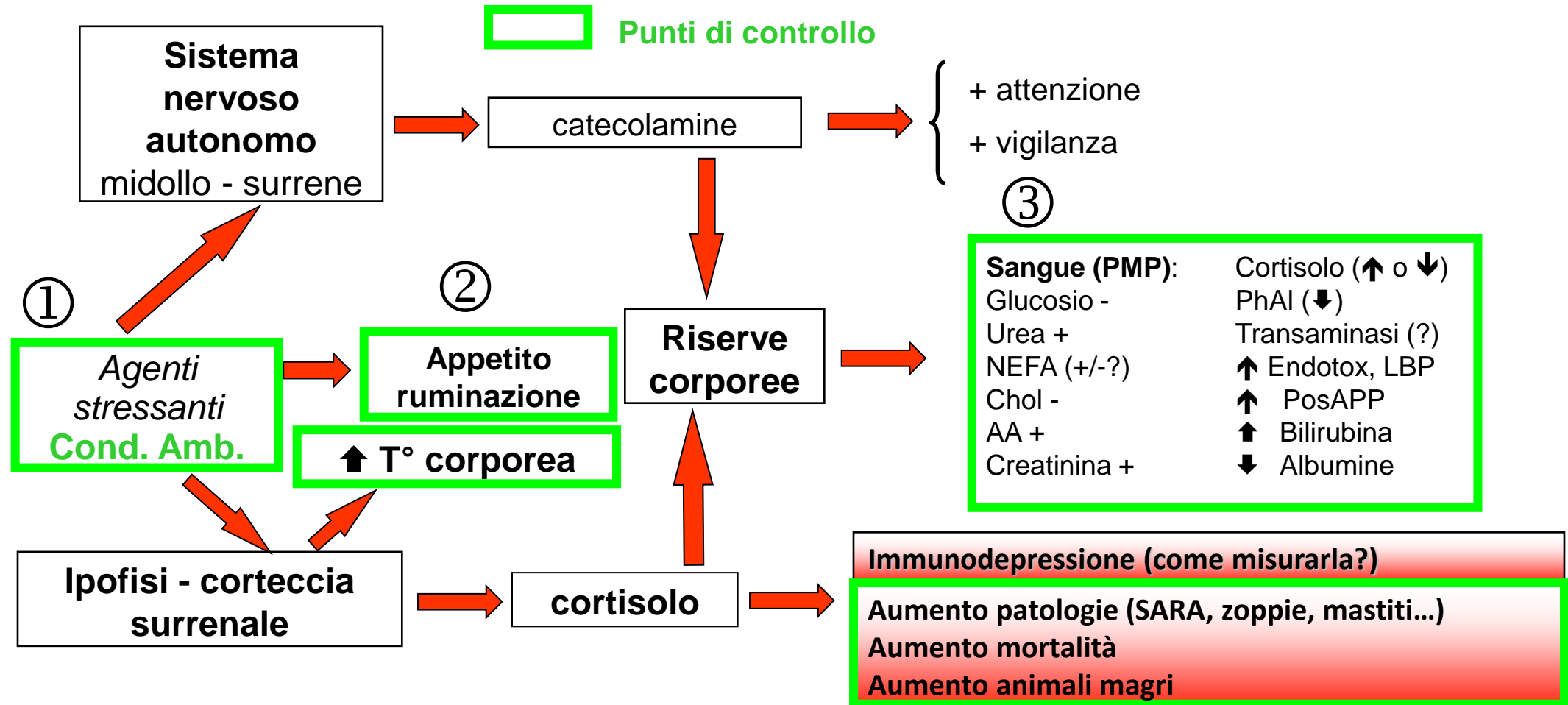
## TEMPO DI RUMINAZIONE



- ↑ T° ruminale inizia prima di Allarme HS
- Recupero T° + lento in HS, ma quello di ruminazione + rapido
- Periodo TN (↑ T° per patologie): recupero ruminazione molto + lento vs HS
- Aumentare acquisiz dati su ondate calore

# Indicatori di HS: parametri ematici (utili per monitorare recupero/resilienza)

Profilo immuno-metabolico aiuta a stimare la gravità dello stress da caldo (ma possibile copresenza di altri stressori)



# Indicatori di resilienza a HS lenti

- f) *Comparazione stagionale*
- g) *Maggiore suscettibilità a malattie*
- h) *Maggiore mortalità*
- i) *Problemi su fertilità*



Utili per analisi a posteriori delle performance e per valutare l'efficacia di tecniche e tecnologie per l'attenuazione dello stress da caldo.

**Ma** difficile discriminare l'effetto dello HS da altri fattori (es. management, alimentazione, lattazione), questi parametri non permettono l'individuazione tempestiva dello stressore.

# Indicatori di resilienza: indice estate-inverno

Valuta l'efficacia dei sistemi utilizzati per alleviare lo HS: rapporto tra prestazioni di 3 mesi estivi (luglio-settembre) vs 3 mesi invernali (gennaio-marzo).

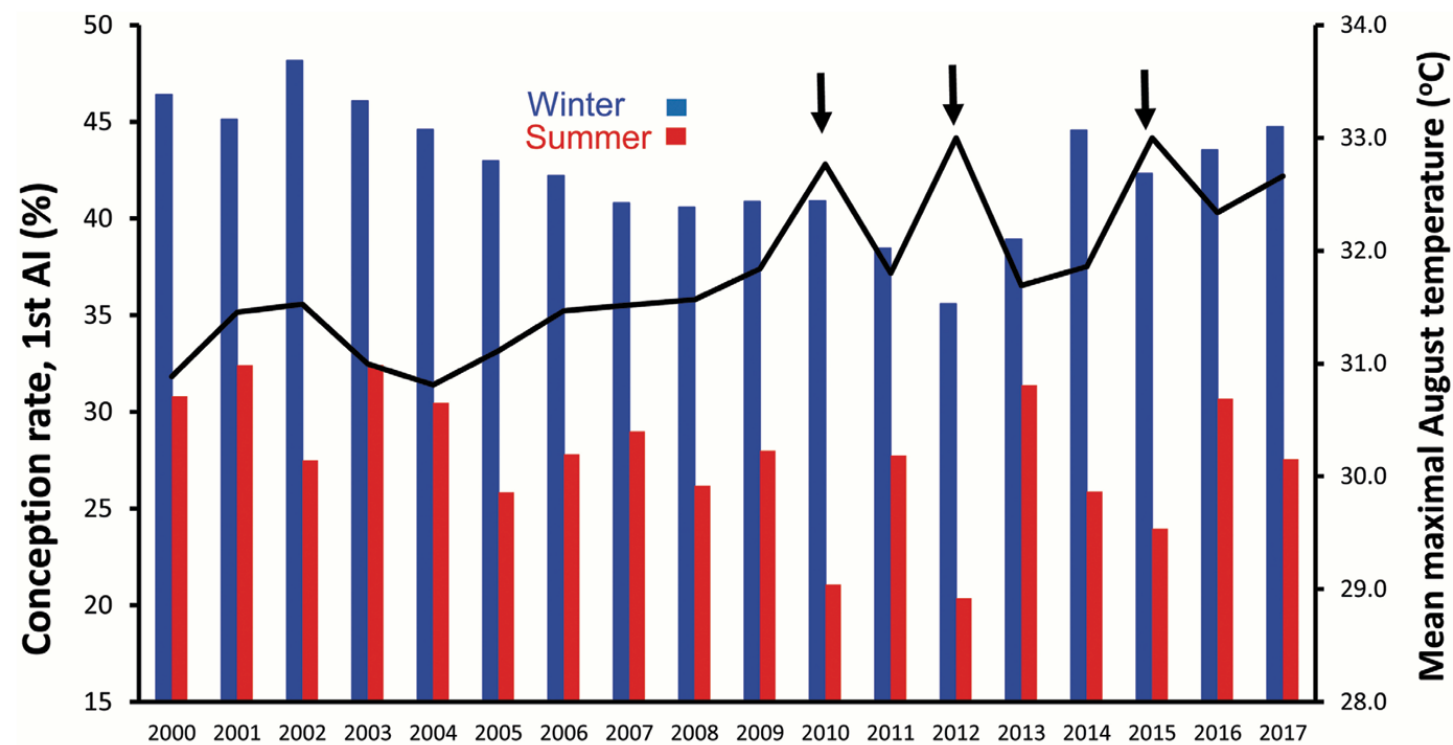
**Tanto è < 1, tanto meno le bovine si sono adattate**

Parametro	Bassa produzione	Media produzione	Alta produzione
Produzione latte estate	32.0	35.5	38.7
Indice estate-inverno (latte)	0.93	0.95	0.98
Indice estate-inverno (picco lattazione)	0.95	0.95	0.98
Indice estate-inverno (grasso)	0.97	0.98	0.97
Indice estate-inverno (proteina)	0.96	0.96	0.96
Indice estate-inverno (cellule somatiche)	1.00	1.05	1.11
Conception Rate invernale	39.7 %	42.0 %	42.5 %
Conception Rate estivo	13.7 %	18.3 %	23.3 %
Differenza CR inverno-estate	- 26	- 23	- 19
Numero campione aziende	205	197	164

# HS: implicazioni sulla fertilità

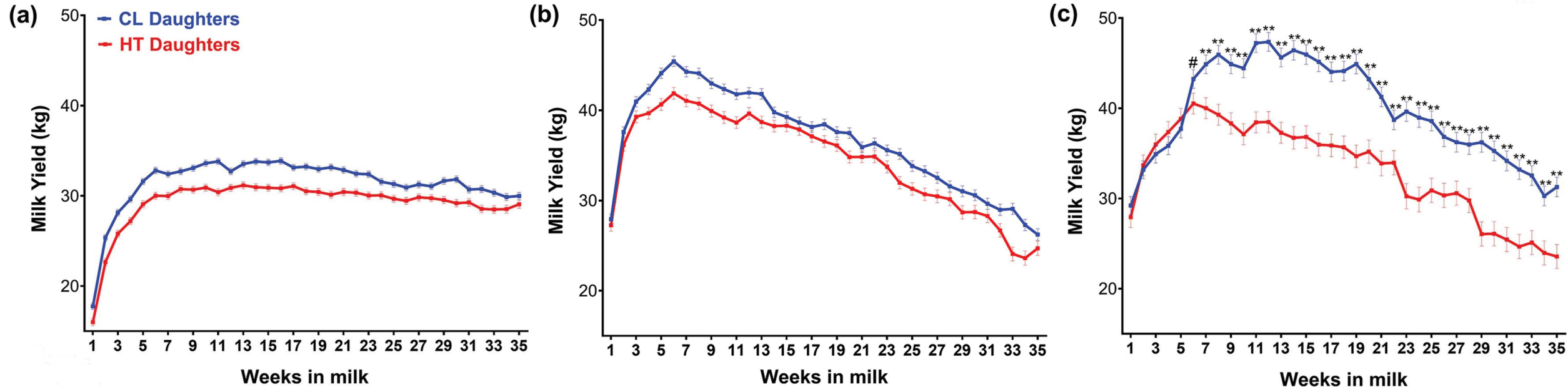
1. Compromissione della fase di crescita iniziale dell'ondata follicolare
2. Riduzione dimensioni del follicolo e della produzione di estradiolo
3. Attenuazione della dominanza dei follicoli non-dominanti di grandi dimensioni
4. Alterata T° follicolo (troppo alta)
5. Aumenta incapacità ovulazione

*CR alla prima inseminazione in stalle israeliane durante l'inverno (gennaio-marzo) e l'estate (luglio-settembre). La linea nera rappresenta la temperatura massima media del mese di agosto. Si sono verificate condizioni estreme nelle estati del 2010, 2012 e 2015; associate a CR più bassi. Adapted from Y. Lavon and E. Ezra, Israel Herd Book, with permission.*



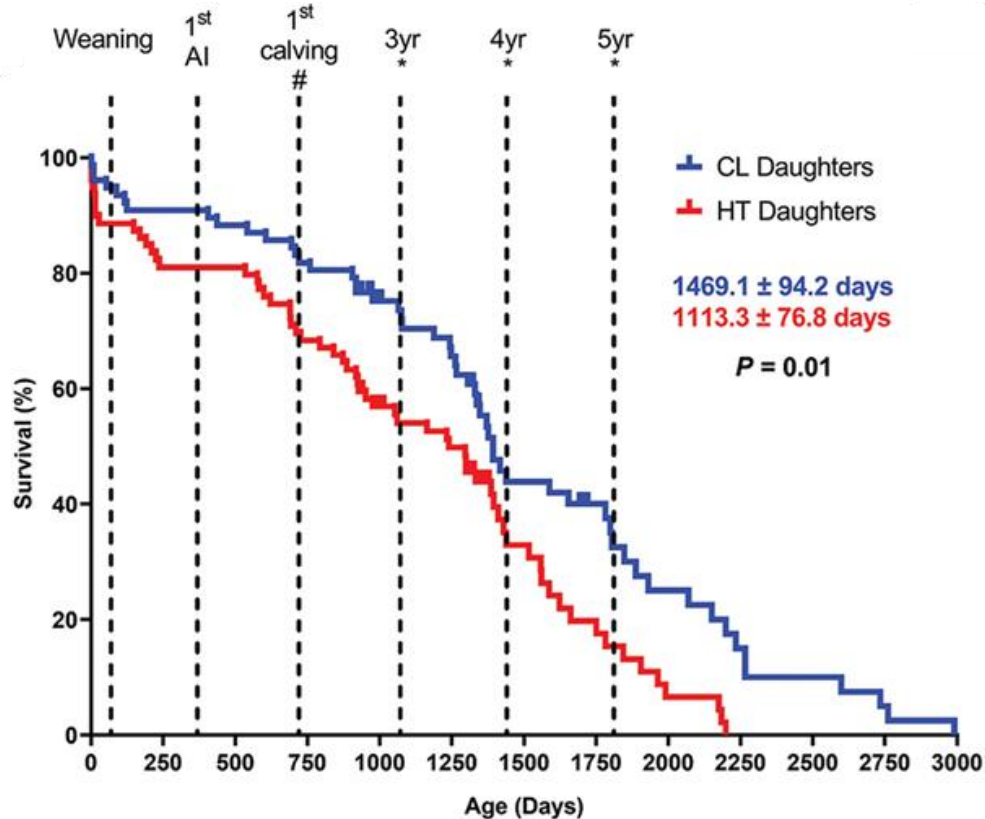
Wolfenson & Roth 2019 Animal Frontiers 9(1):32-38 doi:10.1093/af/vfy031

# HS in asciutta: performance su progenie

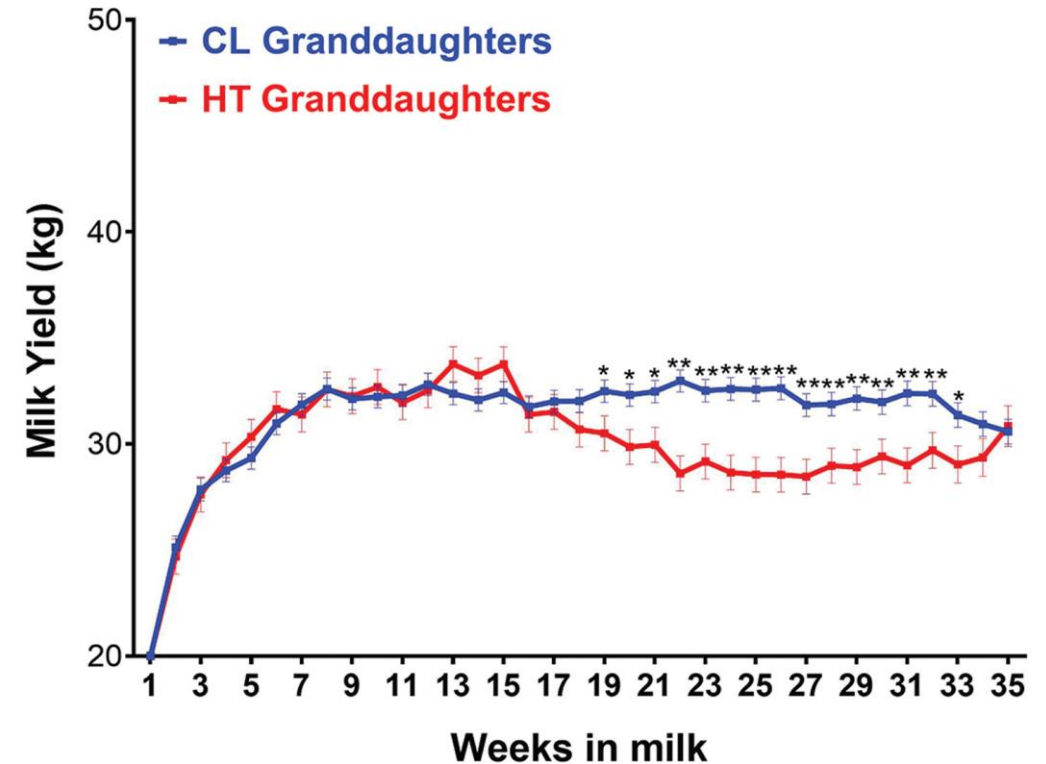


**Produzione di latte alla 1a (a; n = 108), 2a (b; n = 54) e 3a (c; n = 19) lattazione di figlie (F<sub>1</sub>) nate da vacche allevate in stabulari climatizzati (CL; accesso a ventilazione artificiale, ombreggiamenti e doccette) o a condizioni di stress da caldo (HT, solo accesso ad ombreggiamenti) durante la fase finale della gestazione (~ 46 d). Tutte le figlie F<sub>1</sub> avevano accesso a un raffrescamento attivo (ombreggiamento, ventilazione e doccette) durante tutti i periodi in lattazione. [Laporta et al., 2020]**

# HS in asciutta: performance su progenie

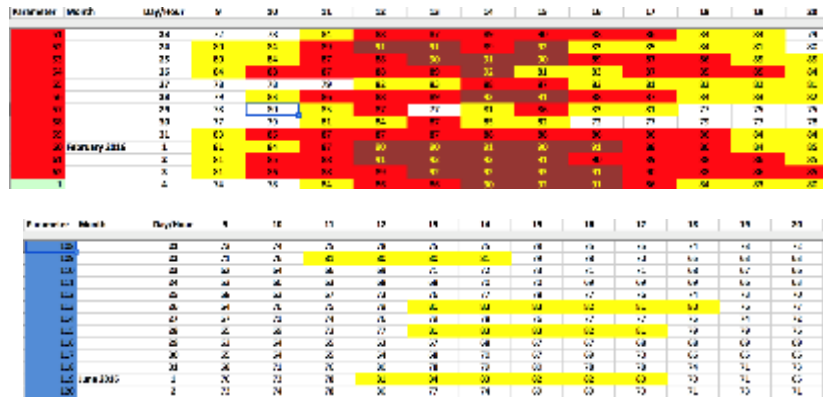


Tasso di sopravvivenza delle figlie  $F_1$  (n = 156) di vacche stabulate in ambiente climatizzato (CL) o in condizioni di stress da caldo (HT) durante l'ultima fase della gestazione (~ 46 d). [Laporta et al., 2020]

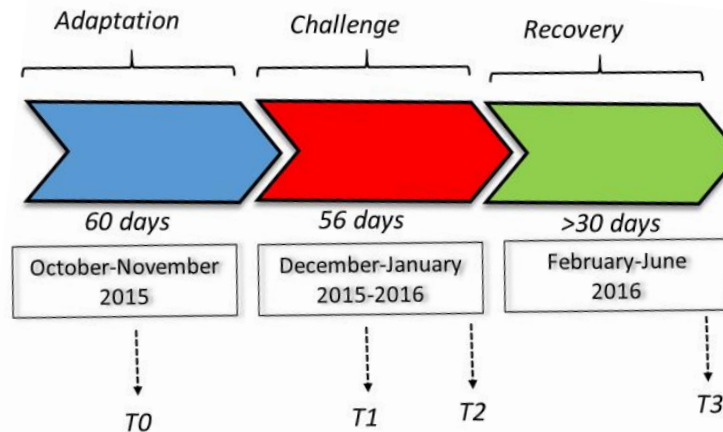


Produzione di latte alla prima lattazione di nipoti ( $F_2$ ; n = 23) di vacche ( $F_0$ ) sottoposte a condizioni di stress da caldo (HT; n = 7) o ambiente climatizzato (CL; n = 16) durante l'ultima fase della gestazione (~ 46 d). [Laporta et al., 2020]

# HS: causa modifiche epigenetiche (Araçatuba, S. Paulo, Brasile)



Marcello Del Corvo



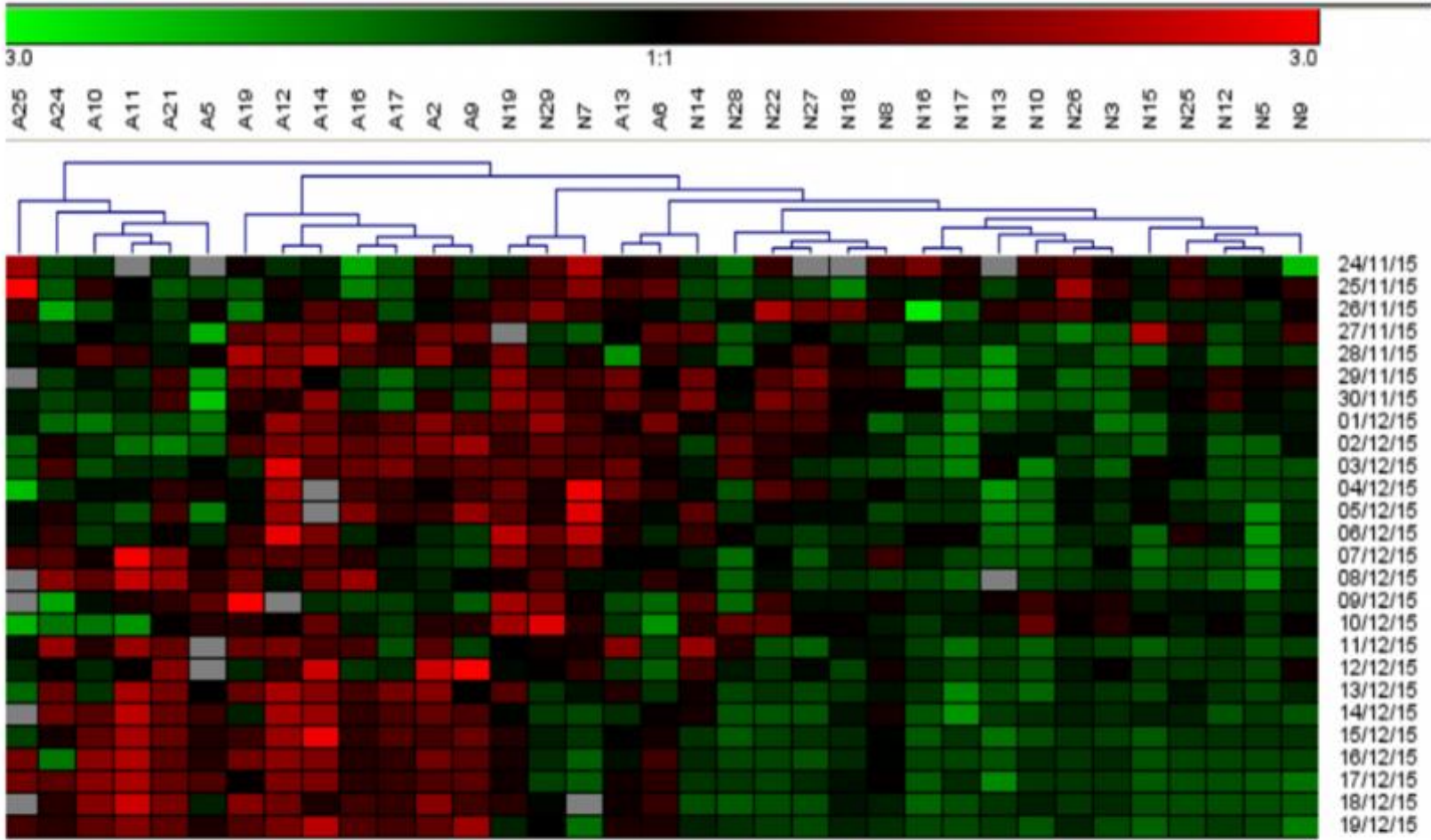
ORIGINAL RESEARCH  
published: 25 May 2017  
doi: 10.3389/fgen.2017.00118



## Methylome Patterns of Cattle Adaptation to Heat Stress

Marcello Del Corvo<sup>1,2\*</sup>, Barbara Lazzari<sup>3</sup>, Emanuele Capra<sup>2</sup>, Ludmilla Zavarzin<sup>4,1</sup>, Marco Milanese<sup>2,4</sup>, Yuri Tani Utsunomiya<sup>2,4</sup>, Adam Taiti Harth Utsunomiya<sup>2,4</sup>, Alessandra Stolla<sup>5</sup>, Guilherme de Paula Nogueira<sup>2</sup>, José Fernando Garcia<sup>2,4</sup> and Paolo Ajmone-Marsan<sup>2</sup>

# Rumen temperature in the challenge period

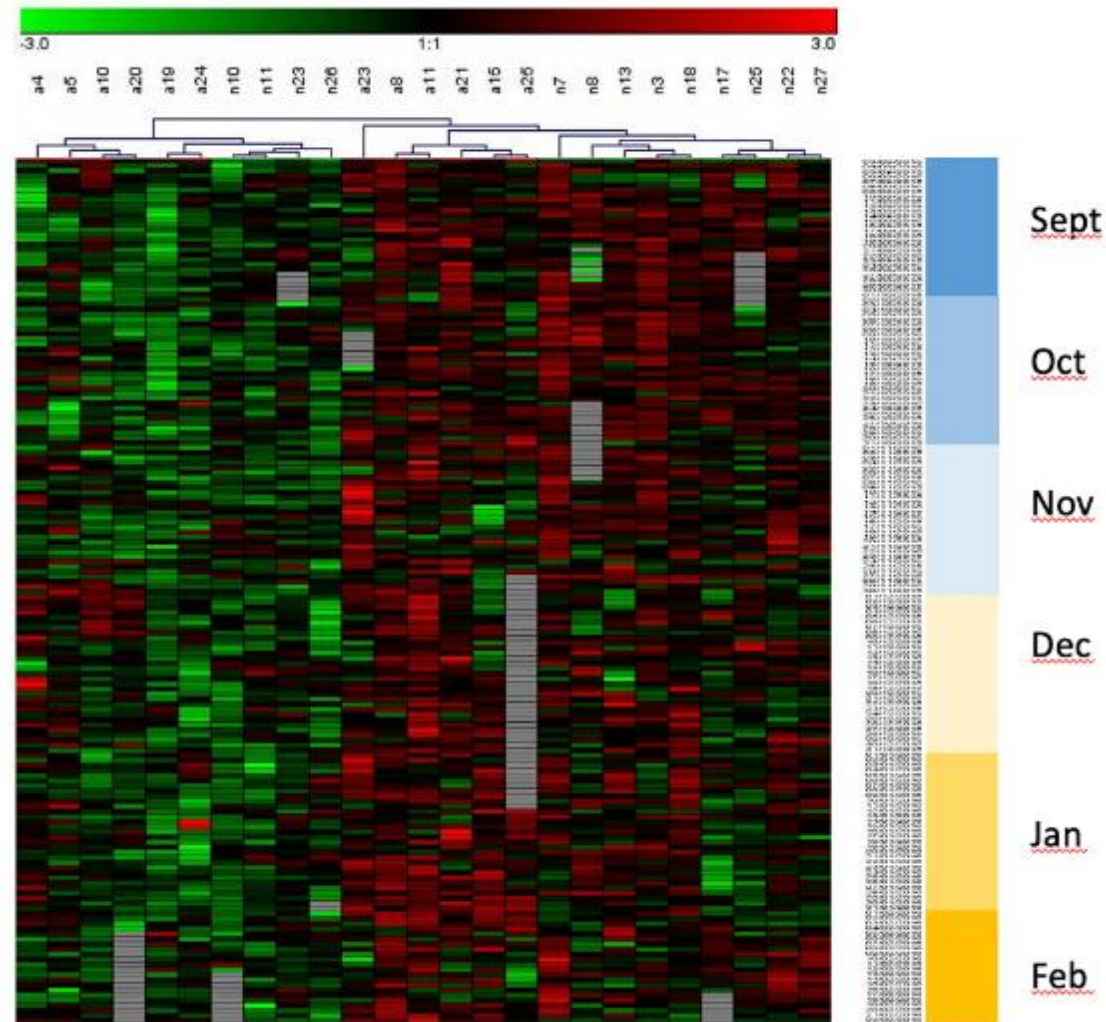


ANGUS

NELLORE

Lower  
temperature in  
Nellore

# Rumination in the challenge period

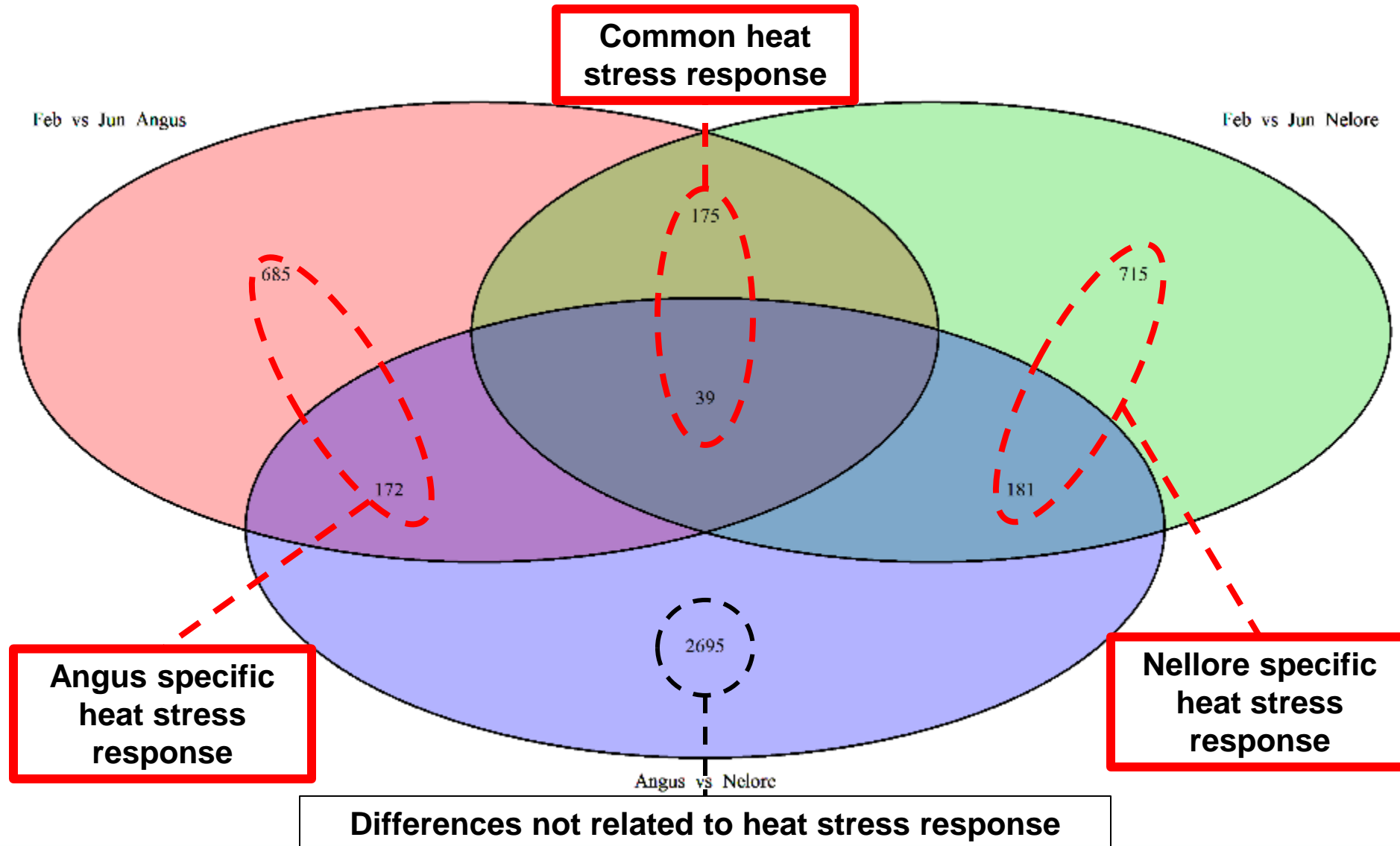


ANGUS

NELLORE

Longer  
rumination time  
in Nellore

# Differential methylation



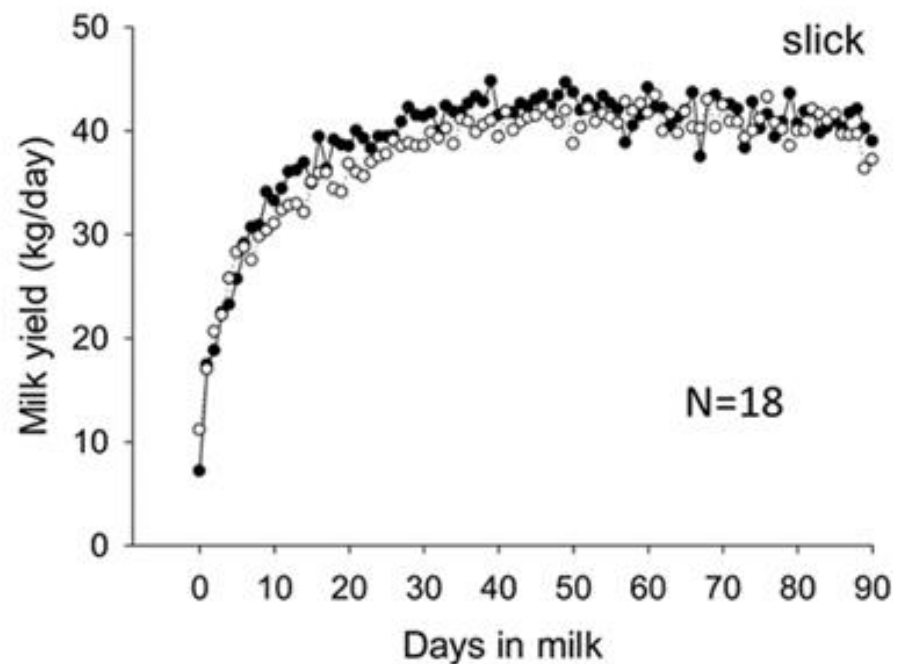
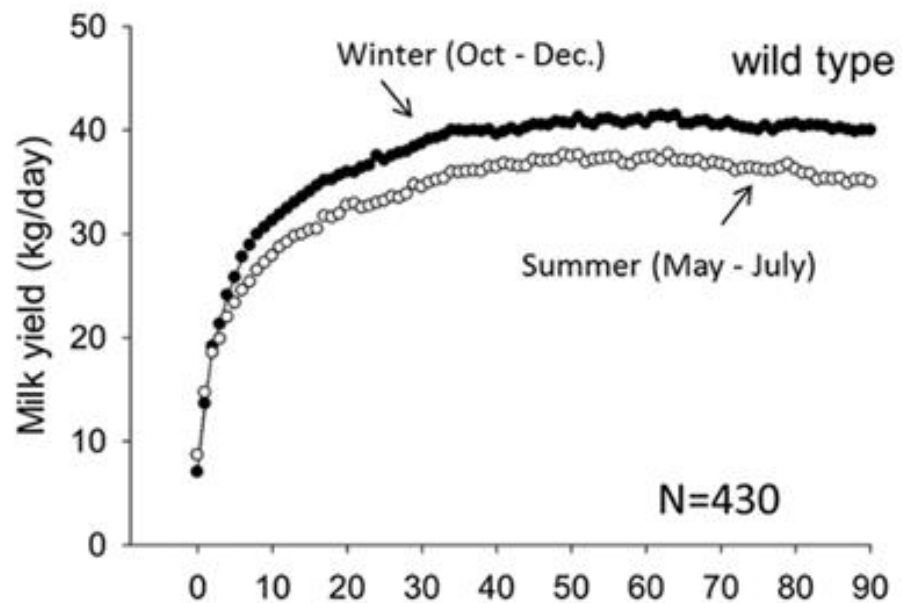


# Selezione genetica per mitigare HS: Gene Slick

- ✓ **Caratteri per termotolleranza** una volta identificati possono essere **rapidamente selezionati** entro la popolazione con le attuali procedure genomiche
- ✓ **Aplotipo SLICK** (<http://omia.angis.org.au/OMIA001372/9913/>) identificato nei bovini Senepol ed **introdotto nelle Holstein** (Univ. Della Florida). Provoca cambiamenti nel mantello delle vacche (peli più corti e densità follicolare ridotta) migliorando la termo-tolleranza (*Dikmen et al 2014 JDS 97 :5508–5520*)
- ✓ Le vacche Holstein aplotipo SLICK **regolano meglio la temperatura corporea** e mostrano riduzioni della produzione di latte meno severe con HS
- ✓ **Molti altri geni sono candidati a tale controllo**  
Osei-Amponsah et al *Animals* 2019, 9, 948; doi:10.3390/ani9110948



# Gene Slick



Univ. Florida ha selezionato carattere slick ed ora mantiene soggetti slick in un piccolo allevamento per migliorare la selezione genetica nella Holsteins. Tutti gli **animali presenti sono eterozigoti**.

**Obiettivo: soggetti omozigoti slick con alto merito genetico a latte.**



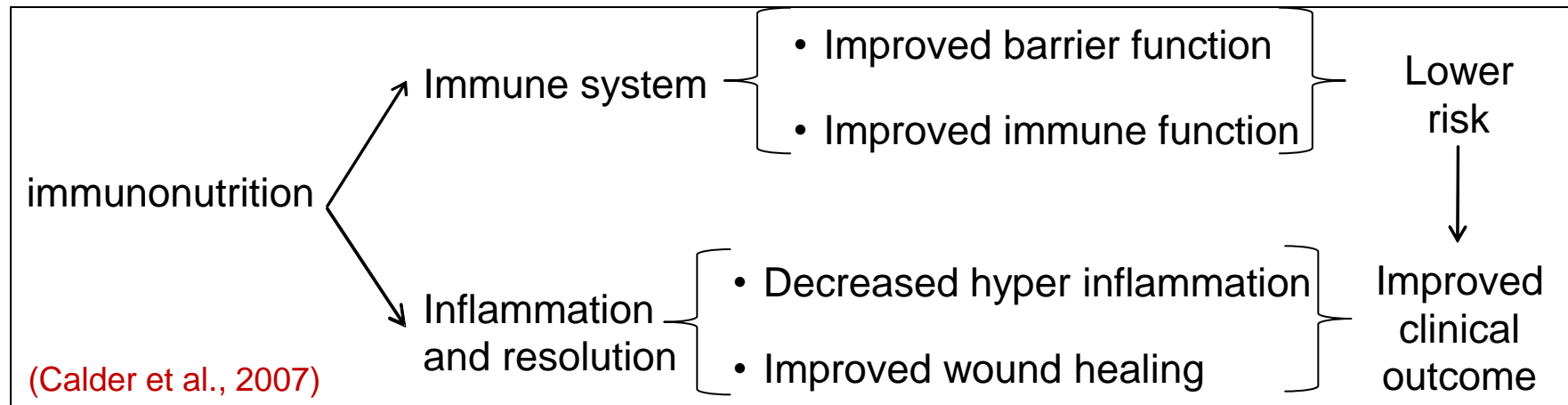
Slick-Gator Lone Ranger (047HO01029)

## **Stress da caldo (HS):**

- Effetti fisiologici sulle bovine da latte
- Monitorare l'entità degli stress
- **Sistemi di prevenzione: il contributo della dieta**

# IMMUNONUTRITION

“immunonutrition” = the potential to modulate the activity of the immune system by interventions with specific nutrients (Calder, *BMJ* 2003;327:117–8)



- + antioxidants
- + some a.a. (sulphur)
- +  $\omega_3$  fatty acids and CLA
  - ligands of PPARs
  - competitor of  $\omega_6$  and production of eicosanoids

with lower inflammatory power

- + phyto-products (plants or some components)
- + ???

# Modulare il pH ruminale agendo sulla produzione di saliva

miscela di specifiche spezie



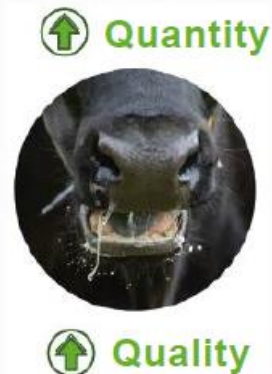
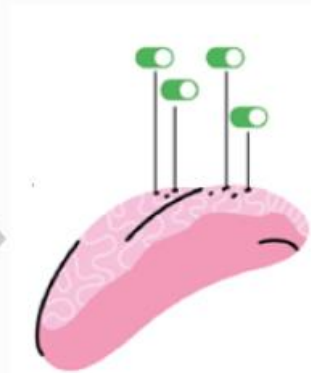
attiva recettori nella bocca

Plant extract  
synergetic blend

Activation of receptors  
in the mouth

Production  
of saliva

Specifiche  
procedure/tecnologie



- ↑ Buffering capacity
- ↑ Rumen pH
- ↓ Time in sub-acidosis
- ↑ Feed efficiency
- ↑ Milk quality & production

**Optimal  
rumen  
conditions**

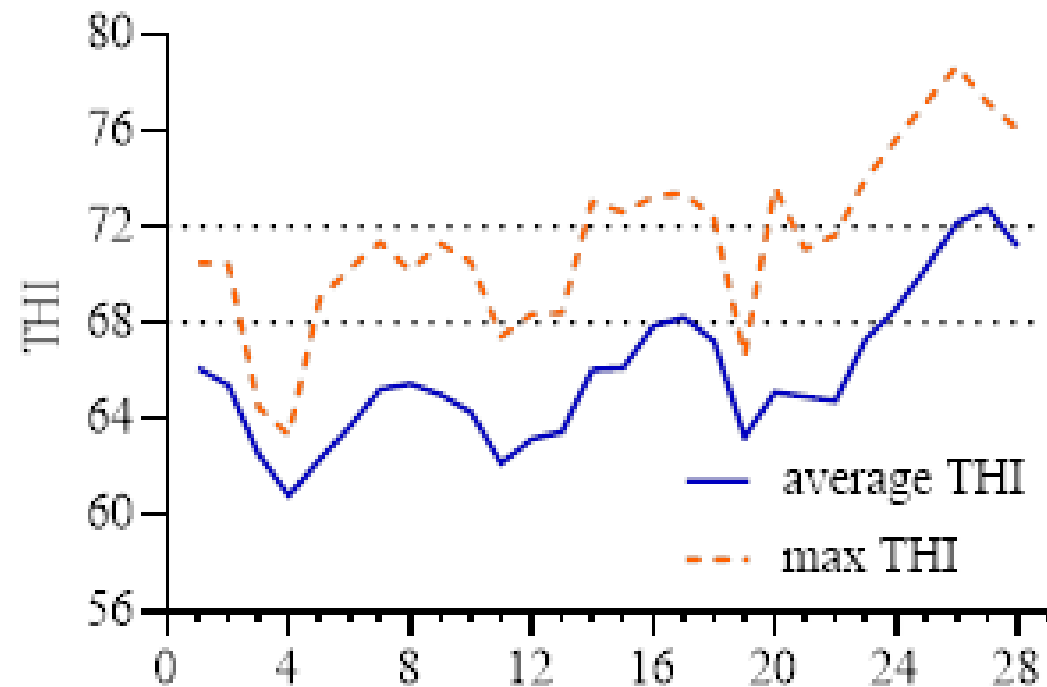
**Table 2.** Caratteristiche (media  $\pm$  ds) dei gruppi al momento dell'arruolamento delle bovine.

	CTR	TRT
Produzione di latte, kg/d	43.2 $\pm$ 7.5	43.0 $\pm$ 5.4
Numero di parti, n	2.1 $\pm$ 1	2.2 $\pm$ 1.1
Giorni di lattazione (DIM), d	132.8 $\pm$ 47.3	130.8 $\pm$ 49.4
Peso vivo, kg	632.6 $\pm$ 52	632.3 $\pm$ 51.3

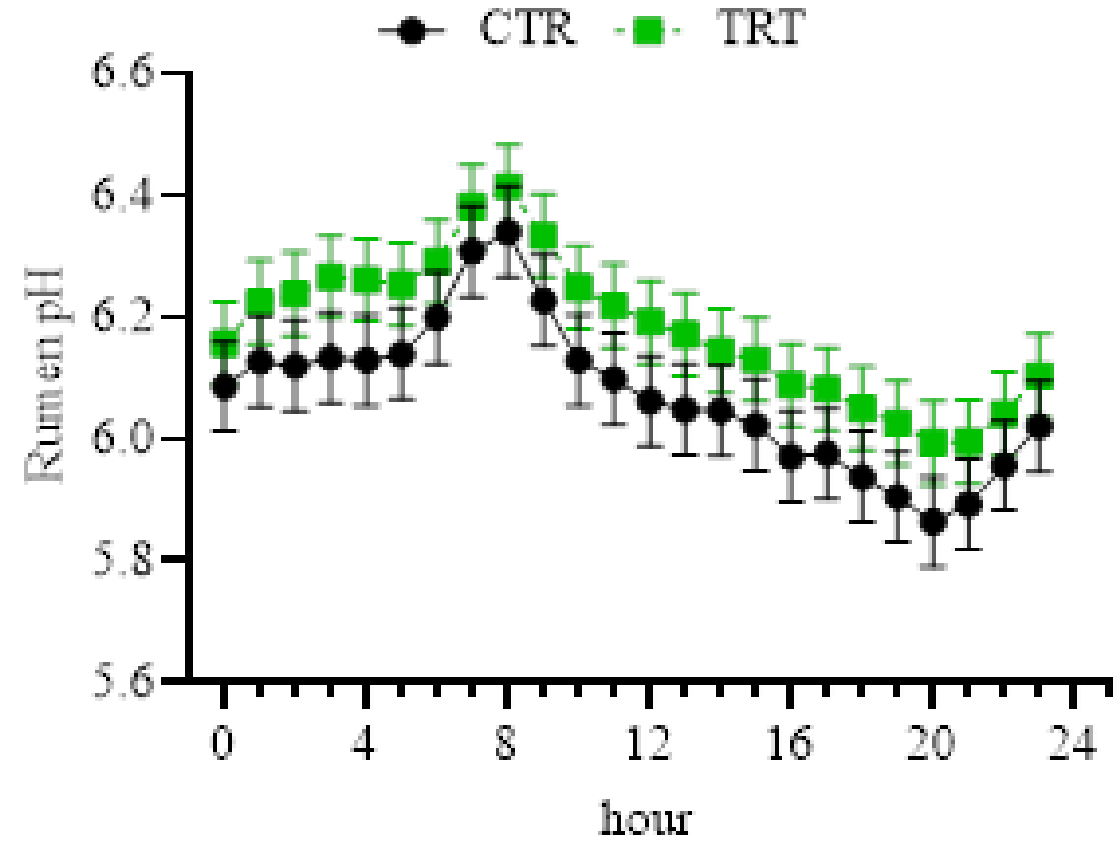
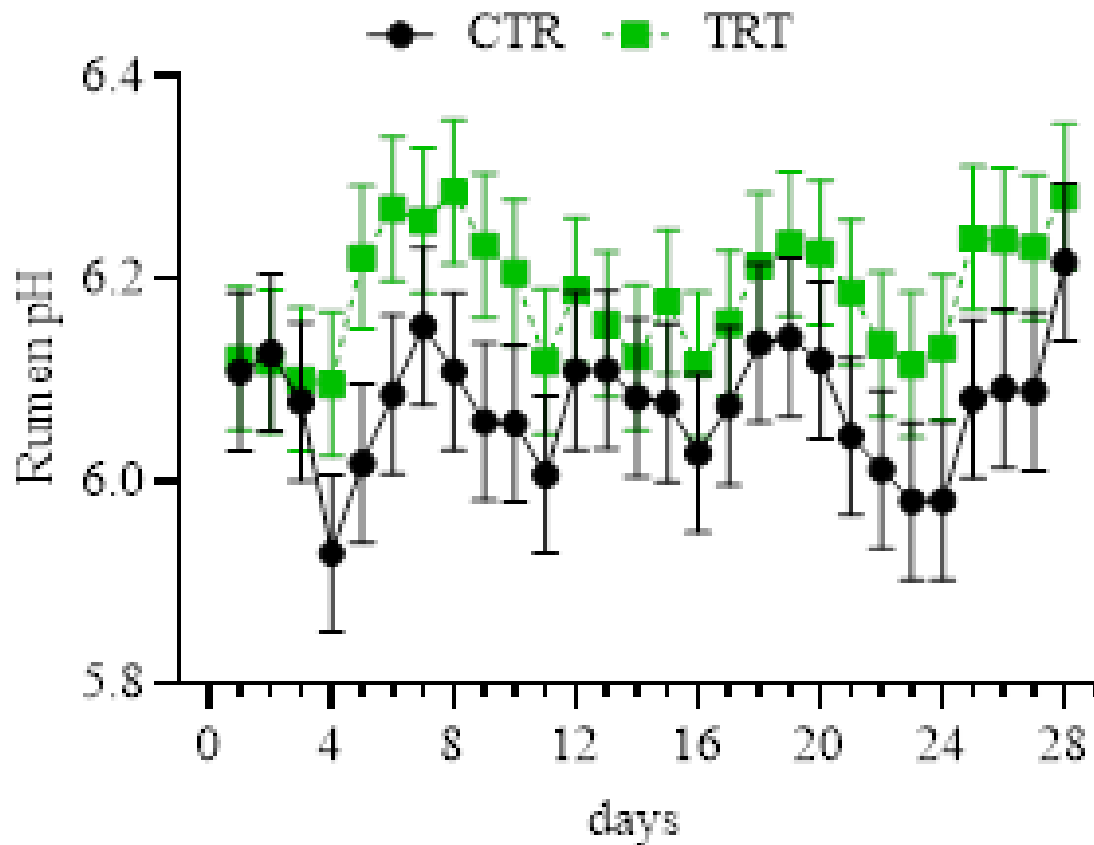
Gruppo TRT vs CTR: 2 g/die della miscela di estratti vegetali per 28 giorni.

**Tabella 3.** Effetto dell'integratore alimentare (TRT) sulla quantità e composizione del latte

	Gruppo		P-value			
	CTR	TRT	Trt	Tempo	Trt*Tempo	
Produzione del latte, kg/d	43.7	43.4	0.43	0.59	<0.01	0.02
ECM, kg/d	43.5	43.2	0.39	0.55	<0.01	0.22
Grasso, %	3.87	3.89	0.03	0.58	<0.01	0.76
Proteine, %	3.50	3.50	0.01	0.95	<0.01	0.55
Lattosio, %	4.88	4.87	0.01	0.72	<0.01	0.33
Log <sub>10</sub> SCC	1.33	1.43	0.07	0.34	0.88	0.23



Andamento del pH ruminale nel corso della sperimentazione (sinistra) e della giornata (destra).

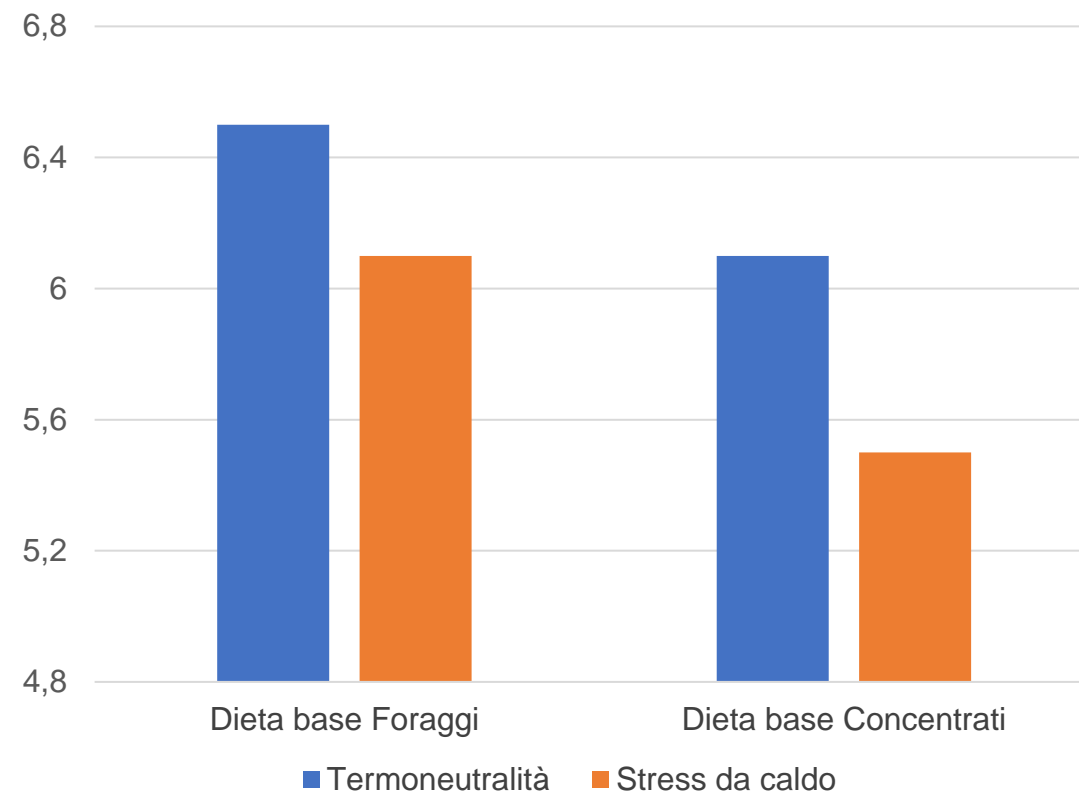


# HS: modifica il metabolismo ruminale

- Riduzione dell'osmolarità ruminale (> abbeverata)
- Calo tamponi salivari
- Flusso alimenti (e composizione dieta) modificato
- Alterato assorbimento AGV



*Effetto dello HS sul pH ruminale  
(Mishra et al.)*



**CONTRASTARE CALO pH**

# IMMUNONUTRIZIONE: agire a diversi livelli



Vit E supplementation—Vitamin E supplementation in the diet of periparturient dairy cows led to increased plasma and milk vitamin E and decreased somatic cell count in milk.	Dairy cattle	[53]
Antioxidant supplementation (Vit C and Vit E with Se)—rectal temperature and respiratory rates increased ( $p < 0.05$ ) in HS group with improvement in acid-base status of the antioxidant-supplemented groups.	Goats	[54]
Betaine supplementation—betaine supplemented at 2 g/day ameliorated HS responses and may thus have beneficial effects for sheep exposed to heat.	Sheep	[55,56]
Chromium (Cr)—chromium supplementation improved heat tolerance (HT) in heat-stressed animals	Dairy cattle	[23,57–59]
Niacin (Vit B <sub>3</sub> )—niacin increased HT in cattle by increasing evaporative heat loss in vivo and cellular heat shock response by increasing the gene expression of heat shock protein (HSP) 27 and HSP70 during thermal stress in vitro.	Dairy cattle	[60]
Lipoic acid—lipoic acid enhanced insulin action in animals and therefore may improve HT and animal performance.	Chickens, swine, horses, ruminants	[23,61,62]
Thiazolidinediones (TDZs)—TDZs could be useful for improving and ensuring glucose use and upregulating HSPs in heat stress conditions on account of improved insulin action.	Dairy cows	[23]
Vit C, Vit E, trace mineral (zinc and selenium), and electrolyte supplementation—all these have positive effects on heat-stressed animals.	Ruminants	[63]

Osei-Amponsah et al *Animals* 2019, 9, 948; doi:10.3390/ani9110948

# IMMUNONUTRIZIONE: attenuare leaky gut

Sanz-Fernandez et al., 2015 - <https://hdl.handle.net/1813/39210>



UNIVERSITÀ  
CATTOLICA  
del Sacro Cuore

Table 1. Potential nutritional strategies to ameliorate intestinal permeability

Supplement	Presumed Mechanism of Action
Bicarbonate	Acidosis prevention
Glutamine	↑ intestine integrity
Zinc	↑ intestine integrity
Dairy Products (component del colostro)	↑ intestine integrity
Vitamin A	Antioxidant
Vitamin C	Antioxidant
Vitamin E	Antioxidant
Selenium	Antioxidant
Dexamethasone	↑ intestine integrity
Betaine	Osmotic regulation; CH <sub>3</sub> donor
Conjugated Linoleic Acid	↑ Energy balance

<https://ecommons.cornell.edu/items/ff857abc-51b7-4851-a4b8-abd62db46415/full>

# CONTRASTARE HS CON VARIE STRATEGIE

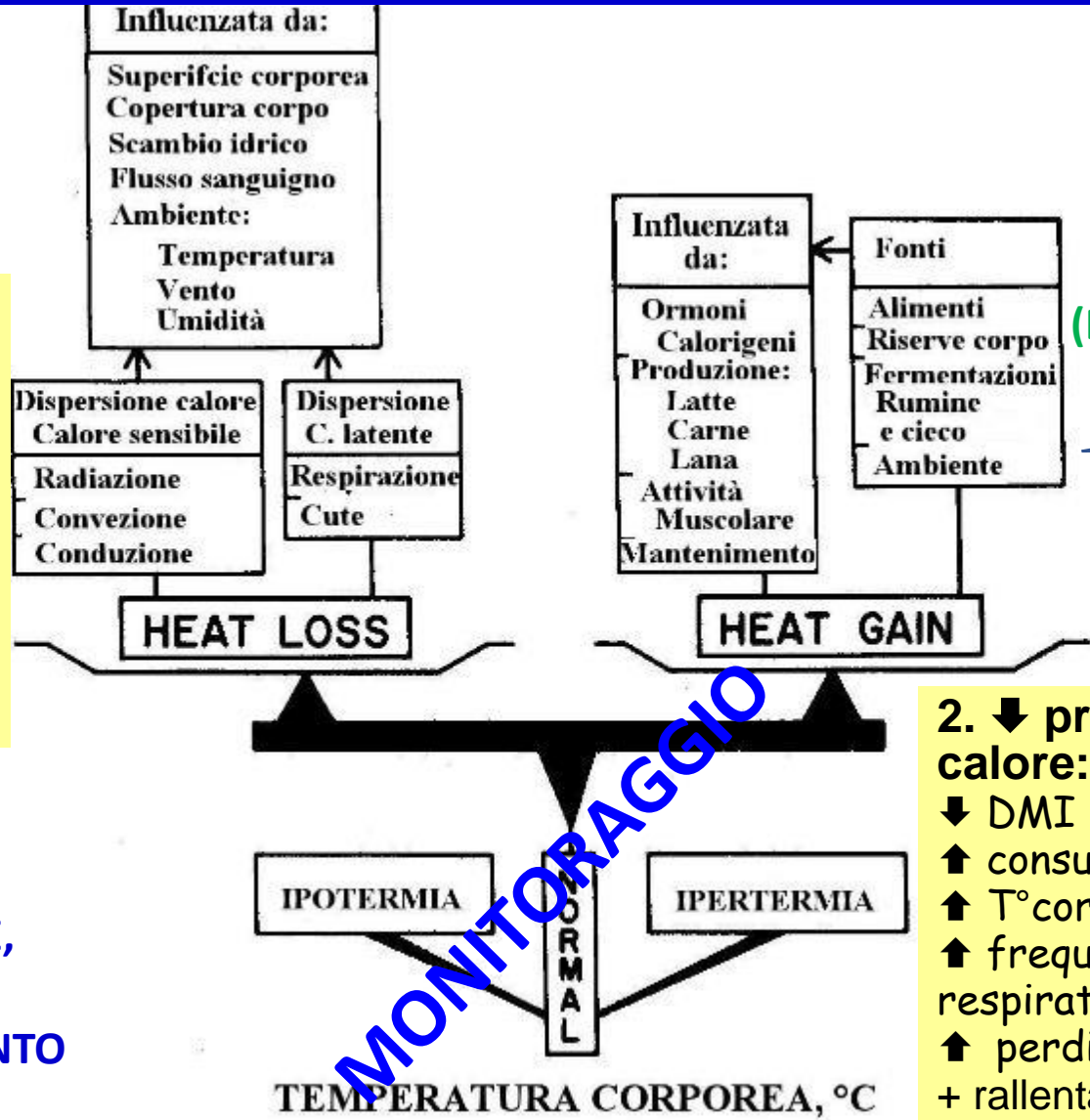


## 1. ↑ dissipazione calore (calore latente)

- a. sudorazione ed evaporazione cutanea: 70%
- b. polipnea (evaporazione polmonare): 30%



**VENTILAZIONE NATURALE,  
OMBREGGIAMENTO,  
IMPIANTI DI RAFFRESCAMENTO**



**MODULAZ. PROCESSI ENDOGENI (DIETA: COMPOSIZIONE E DISTRIBUZIONE)**



## 2. ↓ produzione calore:

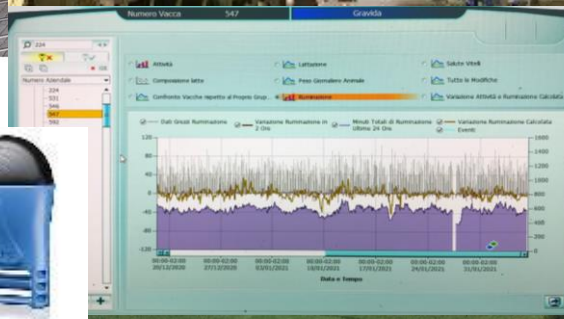
- ↓ DMI
- ↑ consumo acqua
- ↑ T° corporea
- ↑ frequenza respiratoria,
- ↑ perdita di saliva
- + rallentamento processi metabolici

FIGURE 1. Body temperature as a balance of heat loss and heat gain.

**MONITORAGGIO**



# La STALLA per la RICERCA



<https://cerzoo.com/it>



CREI  
Centro di ricerca Ruminanti ed Entomica Prevalenti  
per la produzione lattiero-casearia sostenibile

UNIVERSITÀ  
CATTOLICA  
del Sacro Cuore

CERZOO S.p.A.  
CENTRO DI RICERCA PER LA ZOOTECNIA LATTIERA

# GRAZIE PER L'ATTENZIONE

erminio.trevisi@unicatt.it

E. Trevisi - UNICATT