



UNIONE EUROPEA
Fondo Europeo Agricolo
per lo Sviluppo Rurale



Regione Emilia-Romagna

L'Europa investe nelle zone rurali

AVVISI PUBBLICI REGIONALI DI ATTUAZIONE PER L'ANNO 2015 DEL TIPO DI OPERAZIONE 16.2.01 "SUPPORTO PER PROGETTI PILOTA E PER LO SVILUPPO DI NUOVI PRODOTTI, PRATICHE, PROCESSI E TECNOLOGIE NEL SETTORE AGRICOLO E AGROINDUSTRIALE"

FOCUS AREA 3A DGR N. 227 DEL 27 FEBBRAIO 2017

RELAZIONE TECNICA INTERMEDIA FINALE

DOMANDA DI SOSTEGNO N. 5052389

DOMANDA DI PAGAMENTO N. 5167601

FOCUS AREA: 3A

Titolo Piano	VALUTAZIONE DELL'EFFICIENZA DI UN NUOVO SISTEMA ATTO A MIGLIORARE LO STATO DI BENESSERE DELLE LATTIFERE STABULATE NEI PERIODI CARATTERIZZATI DA STRESS TERMICI
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	LATTEGRA INDUSTRIA CASEARIA SPA

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	18
Data inizio attività	01/09/2018
Data termine attività (includere eventuali proroghe già concesse)	28/02/2020

Relazione relativa al periodo di attività dal	01/09/2018	al	28/02/2020
Data rilascio relazione	30/03/2020		

Autore della relazione	Dr. Agronomo PIERLUIGI NAVAROTTO		
telefono		email	studionavarotto@fastwebnet.it

Sommario

1 -	DESCRIZIONE DELLO STATO DI AVANZAMENTO DEL PIANO	3
1.1	STATO DI AVANZAMENTO DELLE AZIONI PREVISTE NEL PIANO	3
2 -	DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE	4
	2.1 ATTIVITÀ E RISULTATI	
	2.2 PERSONALE	
	2.3 TRASFERTE	
	2.4 MATERIALE CONSUMABILE	
	2.5 SPESE PER MATERIALE DUREVOLE E ATTREZZATURE	
	2.6 MATERIALI E LAVORAZIONI DIRETTAMENTE IMPUTABILI ALLA REALIZZAZIONE DEI PROTOTIPI	
	2.7 ATTIVITÀ DI FORMAZIONE	
	2.8 COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI	
3 -	CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ	27
4 -	ALTRE INFORMAZIONI	27
5 -	CONSIDERAZIONI FINALI	27
6 -	RELAZIONE TECNICA	28

1 - Descrizione dello stato di avanzamento del Piano

Descrivere brevemente il quadro di insieme relativo alla realizzazione del piano.

Il Piano è stato completato entro febbraio 2020, articolandosi come da previsione in 18 mesi a partire dal decreto di concessione.

Il partner scientifico, già individuato in sede di domanda iniziale, è stata l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza, in particolare il Dipartimento di Scienze animali, della nutrizione e degli alimenti (DIANA), costituito il 13 dicembre 2017 come evoluzione dell'Istituto di Scienze degli alimenti e della nutrizione e dell'Istituto di Zootecnia (la cui attività è cessata a far tempo dalla medesima data). Il contratto tra Lattegra e Università Cattolica del Sacro Cuore è stato sottoscritto in data 01/10/2018.

1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano

	Azione	Unità aziendale responsabile	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività effettivo	Mese termine attività previsto	Mese termine attività effettivo
1	Esercizio della cooperazione	DIREZIONE LATTEGRA	Coordinamento e cooperazione	1	1	18	18
2	Allestimento strutture di allevamento per sperimentazione	Dip. DIANA UNIVERSITA' CATTOLICA	Sviluppo prototipo	2	2	6	7
3	Selezione degli animali per la sperimentazione	Dip. DIANA UNIVERSITA' CATTOLICA	Selezione animali per test	2	5	3	6
4	Predisposizione "Fase calda"	Dip. DIANA UNIVERSITA' CATTOLICA	Predisposizione test	10	6	12	8
5	Sperimentazione "Fase calda"	Dip. DIANA UNIVERSITA' CATTOLICA	Test sperimentale	11	8	15	12
6	Predisposizione "Fase fredda"	Dip. DIANA UNIVERSITA' CATTOLICA	Predisposizione test	13	13	15	14
7	Sperimentazione "Fase fredda"	Dip. DIANA UNIVERSITA' CATTOLICA	Test sperimentale	4	15	9	17
8	Determinazioni analitiche	Dip. DIANA UNIVERSITA' CATTOLICA	Analisi e rilevazioni	7	8	15	17
9	Elaborazione dati e sviluppo finale	Dip. DIANA UNIVERSITA' CATTOLICA	Elaborazione dati rilevati	13	12	18	18
10	Divulgazione	Dip. DIANA UNIVERSITA' CATTOLICA	Divulgazione	4	4	18	18

2 - Descrizione per singola azione

Compilare una scheda per ciascuna azione

2.1 Attività e risultati

Azione	1 – ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE
Unità aziendale responsabile	Direzione LATTEGRA IND.CAS.SPA
Descrizione delle attività	<i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i> L'esercizio della cooperazione è stato svolto attraverso una struttura organizzativa sotto la responsabilità del soggetto capofila (LATTEGRA), con ruolo di: <ul style="list-style-type: none">- referente nei confronti dell'Ente Pubblico (Regione), in particolare per il monitoraggio delle attività;- coordinatore tra soggetti partecipanti e i responsabili tecnico-scientifici del progetto espressione del mondo della ricerca e della consulenza specialistica.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i> Il monitoraggio sullo stato di avanzamento e finanziario del progetto è stato pienamente rispettato, attraverso l'attività di un Comitato Tecnico, del quale hanno fatto parte il responsabile di progetto ed un tecnico di LATTEGRA (capofila), nonché il responsabile tecnico-scientifico dell'Ente di Ricerca coinvolto (– DIANA Università Cattolica di Piacenza), con compiti di coordinamento, controllo qualità, gestione della sperimentazione e della divulgazione.
Attività ancora da realizzare	<i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i> Attività conclusa

2.2 Personale

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

Non previsto impiego di personale interno LATTEGRA

2.3 Trasferte

Non previste trasferte di personale interno LATTEGRA

2.4 Materiale consumabile

Non previsto

2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Non previste

2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione

Non previsti in questa Azione

2.7 Attività di formazione

Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto

Non previste

2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
UNIVERSITA' CATTOLICA DEL SACRO CUORE	(Dipartimento DIANA)	67.992,00 €	Consulenza specialistica tecnico-scientifica: partecipazione a Comitato Tecnico del progetto presieduto da referente del capofila Lattegra.	1.813,00
Totale:				1.813,00

2.1 Attività e risultati

Azione	2 – ALLESTIMENTO STRUTTURE DI ALLEVAMENTO PER SPERIMENTAZIONE
Unità aziendale responsabile	Dipartimento DIANA – UNIVERSITA' CATTOLICA
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>L'allestimento delle strutture per svolgere la ricerca ha previsto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la selezione dei box dove predisporre il raffrescamento a pavimento; - interventi di adeguamento in modo da renderli pressoché identici anche in relazione all'esposizione solare nel corso della giornata (ad esempio nel box ad est della sala di mungitura è stata installata una rete ombreggiante anteriormente alla fila di cuccette per evitare l'eccesso di irraggiamento nelle ore pomeridiane); - acquisto ed inserimento di dispositivi per il monitoraggio del comportamento animale (telecamere, sensori per rilevare tempo riposo delle bovine); - progettazione, realizzazione, montaggio e collaudo del prototipo di climatizzazione a pavimento; - verifica dell'efficienza di raffreddamento e di riscaldamento del prototipo (con realizzazione di box capienti almeno 200 litri);
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>La prova aveva lo scopo di modificare la temperatura delle cuccette in condizioni climatiche estreme (troppo caldo e troppo freddo) ed ha valutato l'efficacia di un sistema di condizionamento con serpentine di acciaio in cui circola acqua raffrescata o riscaldata. Il prototipo messo a punto ha mostrato di essere efficace ad aumentare la temperatura di cuccetta nel periodo invernale di almeno 6-7°C, mentre in estate ha consentito una riduzione della superficie di riposo inferiore alle attese. Dalle nostre prove preliminari abbiamo stimato la capacità di abbassare di circa un grado la temperatura di una massa di acqua analoga a quella di un corpo bovino collocata sopra la superficie raffreddata per molte ore. Pertanto la dispersione di caldo corporeo potrebbe non essere stata sufficiente a dissipare tutto il caldo necessario, ma le limitazioni presenti in allevamento (tipo e spessore di lettine da collocare sopra le serpentine dove circola acqua fredda, nonché l'impossibilità di modificare il tipo di prototipo a causa dei tempi definiti in cui realizzare le ricerche) non hanno consentito di studiare soluzioni alternative. In ogni caso sono stati ottenuti dati promettenti anche nella fase calda, specialmente per il contenimento delle problematiche di salute (mastiti in particolare), che mostrano la correttezza delle ipotesi iniziali.</p> <p>Nella nostra esperienza l'azienda impiegava digestato separato solido come lettine e questo prodotto ha certamente contribuito a vanificare una parte dell'effetto rinfrescante del nostro sistema. Ciò suggerisce che la scelta della lettiera è molto importante almeno nel periodo caldo. Peraltro i nostri dati inducono ad ipotizzare che l'efficienza del sistema di raffrescamento potrebbe aver avuto una interazione favorevole con tale lettine. Il raffrescamento infatti potrebbe aver stabilizzato il contenuto microbico del digestato e così aver ridotto la carica infettante in mammella. Certamente questo dato induce a verificare meglio l'interazione digestato e salute mammaria nel periodo estivo. Un altro elemento che ha modificato in parte le attese del lavoro è legato all'andamento climatico. Avevamo a disposizione per la realizzazione del progetto solamente una stagione estiva ed una invernale, considerato che la prima stagione invernale è servita a realizzare il prototipo ed a testarlo, negli ambienti opportunamente allestiti per sviluppare la ricerca. L'estate è stata</p>

	certamente calda, ma come usuale le ondate di calore non sono state regolari con qualche interruzione importante, causata da eventi temporaleschi. La stagione invernale invece è stata decisamente anomala con temperature medie giornaliere che non sono mai state rigide, e di notte mai sotto gli 0 °C. In ogni caso tutte le attività di tale punto sono state concluse secondo quanto previsto.
Attività ancora da realizzare	<i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i> Attività conclusa

2.2 Personale

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

Non previsto impiego di personale interno LATTEGRA

2.3 Trasferte

Non previste trasferte di personale interno LATTEGRA

2.4 Materiale consumabile

Non previsto

2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Non previste

2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione

Impianto pilota (prototipo) di raffrescamento cucchette dotato di:

- Chiller (gruppo frigo)
- Linea refrigerazione
- Impianto a pavimento.

In particolare l'impianto di raffrescamento è costituito da una serpentina collegata con il circuito di andata e ritorno nella quale circola l'acqua fredda. In questo modo ogni cucchetta è servita indipendentemente e può essere esclusa dalla circolazione. La produzione dell'acqua gelida è assicurata da un chiller il cui funzionamento è regolato da un sistema dotato di sensore di temperatura che assicura il mantenimento della temperatura desiderata.

Rispetto al preventivo iniziale, si è sostenuta una spesa superiore, con diversi fornitori, a causa delle seguenti motivazioni/modifiche intervenute in corso d'opera, di concerto con il Responsabile tecnico-scientifico del progetto:

- acquistati n.2 impianti di raffrescamento (anziché n.1), al fine di meglio distribuire le attività negli spazi della stalla e rendere più uniformi ed attendibili i risultati delle rilevazioni
- realizzato impianto a pavimento in acciaio inox, anziché in pannello isolante: l'acciaio inox è stato infatti ritenuto più idoneo in quanto caratterizzato da maggiore conduttività termica.

Le modifiche migliorative descritte non rappresentano una variante sostanziale, in quanto dal punto di vista tecnico coerenti con le finalità del progetto e le caratteristiche del prototipo indicate in domanda iniziale; inoltre, dal punto di vista economico, la maggiore spesa sostenuta è a totale carico dell'azienda LATTEGRA, senza oneri aggiuntivi per la Regione.

Fornitore	Descrizione	Costo
ROTA GUIDO SRL	Fascio tubiero INOX, lamiera	1.456,00
ROTA GUIDO SRL	Fascio tubiero INOX, lamiera	6.980,00
TRAMELLI GABRIELE SRL	Tubazioni cuccette, coibentazione, n.2 Chiller, materiale vario	39.592,00
Totale:		48.028,00

2.7 Attività di formazione

Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto

Non previste

2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
UNIVERSITA' CATTOLICA DEL SACRO CUORE	(Dipartimento DIANA)	67.992,00 €	Consulenza specialistica tecnico-scientifica	2.373,00
Totale:				2.373,00

2.1 Attività e risultati

Azione	3 – SELEZIONE DEGLI ANIMALI PER LA SPERIMENTAZIONE
Unità aziendale responsabile	Dipartimento DIANA – UNIVERSITA' CATTOLICA
Descrizione delle attività	<i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i> Per verificare l'effetto del sistema il personale dell'Università Cattolica con il responsabile operativo dell'azienda agricola ha selezionato 20 bovine Frisone per fase stagionale, che ha diviso in due gruppi omogenei per stato di salute, giorni di lattazione, numero di lattazioni, produzione di latte. In entrambe le fasi la prova sperimentale è stata progettata secondo un modello di crossover design, in modo da testare tutte le bovine alle condizioni termiche estreme della stagione in presenza o meno del dispositivo di climatizzazione da testare. Le bovine sono state selezionate tra i soggetti dell'allevamento aziendale, pluripari, clinicamente sani e che già avevano sostato nella struttura oggetto della prova o nella stalla attigua. In tale fase è stato anche definito il protocollo finale della sperimentazione, verificando tutti i metodi di monitoraggio delle bovine, la modalità di raccolta dei campioni biologici, del loro stoccaggio e la frequenza di raccolta.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i> Tutti gli obiettivi previsti dal protocollo sono stati raggiunti.
Attività ancora da realizzare	<i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i> Attività conclusa

2.2 Personale

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

Non previsto impiego di personale interno LATTEGRA

2.3 Trasferte

Non previste trasferte di personale interno LATTEGRA

2.4 Materiale consumabile

Non previsto

2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Non previste

2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione

Non previsti in questa Azione

2.7 Attività di formazione

Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto

Non previste

2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
UNIVERSITA' CATTOLICA DEL SACRO CUORE	(Dipartimento DIANA)	67.992,00 €	Consulenza specialistica tecnico-scientifica	879,00
Totale:				879,00

2.1 Attività e risultati

Azione	4 – PREDISPOSIZIONE “FASE CALDA”
Unità aziendale responsabile	Dipartimento DIANA – UNIVERSITA’ CATTOLICA
Descrizione delle attività	<i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall’azione</i> Per avviare la sperimentazione di tale fase, dopo la formazione dei gruppi secondo i criteri fissati nella fase precedente, è stato eseguito un periodo di adattamento alla nuova condizione stabulativa della durata di 14 giorni. Durante tale periodo, le bovine sono state monitorate accuratamente in relazione al loro comportamento (stato di salute, attività motoria complessiva, tempo di riposo, quantità di latte prodotta e conducibilità elettrica del latte) per segnalare eventuali anomalie.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l’attività</i> Non ci sono stati scostamenti dal piano di lavoro e tutte le bovine reclutate si sono perfettamente adattate al box assegnato gradendo le cuccette messe a loro disposizione.
Attività ancora da realizzare	<i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i> Attività conclusa

2.2 Personale

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l’attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

Non previsto impiego di personale interno LATTEGRA

2.3 Trasferte

Non previste trasferte di personale interno LATTEGRA

2.4 Materiale consumabile

Non previsto

2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Non previste

2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione

Non previsti in questa Azione

2.7 Attività di formazione

Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto

Non previste

2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
UNIVERSITA' CATTOLICA DEL SACRO CUORE	(Dipartimento DIANA)	67.992,00 €	Consulenza specialistica tecnico-scientifica	2.807,00
Totale:				2.807,00

2.1 Attività e risultati

Azione	5 – SPERIMENTAZIONE “FASE CALDA”
Unità aziendale responsabile	Dipartimento DIANA – UNIVERSITA' CATTOLICA
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Al termine della fase di adattamento è stato eseguito un monitoraggio accurato delle condizioni fisiologiche delle bovine (T0). - Successivamente è stato acceso l'impianto di raffrescamento a pavimento in uno solo dei due box (gruppo TRT1), mentre nel gruppo controllo (CTR1) l'impianto è rimasto spento ed alla prima ondata di caldo (THI giornaliero > 75) sono stati eseguiti i controlli fisiologici su tutte le bovine (T1). - Gli stessi controlli sono stati eseguiti dopo 14 giorni (T2) per riverificare le condizioni delle singole bovine. - Successivamente si è proceduto con l'inversione di fase, ovvero le bovine che avevano usufruito del raffrescamento a pavimento sono diventate il gruppo di controllo e, viceversa, quelle che avevano il pavimento a temperatura ambiente sono diventate il gruppo trattato. Dopo l'inversione di fase, attesi i 14 giorni di adattamento degli animali alla nuova condizione sono stati eseguiti i controlli fisiologici sui singoli animali in altri due periodi e sempre in condizioni di THI oltre la soglia di stress termico deciso (THI giornaliero > 75). I due periodi (T3 e T4) sono avvenuti ad un intervallo di 7 giorni l'uno dall'altro. - Nel complesso sono stati dunque effettuati 5 controlli sui 20 soggetti per la fase calda. <p>I controlli eseguiti sono stati:</p> <ul style="list-style-type: none"> - valutazione giornaliera dello stato sanitario, con registrazione di ogni problema di salute o trattamento terapeutico; - monitoraggio dell'attività motoria giornaliera e tempo di riposo, - misurazione della produzione di latte e della conducibilità elettrica del latte ad ogni mungitura; - prelievo di campioni di latte rappresentativi dell'intera mungitura pomeridiana (ai tempi T₀, T₁, T₂, T₃, T₄) su cui sono state effettuate le seguenti determinazioni analitiche: residuo secco, residuo secco magro, grasso, proteine, caseina, urea, lattosio, conta delle cellule somatiche, acidità titolabile, parametri reologici (R = tempo di presa, a30 = consistenza del coagulo); - prelievi ematici al mattino, dopo circa 4-5 ore dalla mungitura notturna e prima della somministrazione dell'unifeed (ai tempi T₀, T₁, T₂, T₃, T₄). Il sangue è stato prelevato dalla vena giugulare, utilizzando provette contenenti eparina di litio come anticoagulante. Immediatamente dopo il prelievo, i campioni sono stati mantenuti in acqua e ghiaccio sino alla centrifugazione, effettuata entro 2 ore dal prelievo. Una piccola frazione ematica prelevata prima della centrifugazione è stata utilizzata per la determinazione dell'ematocrito. Il plasma ottenuto dalla centrifugazione è stato conservato a -20°C fino al momento delle analisi di: Ematocrito, Glucosio, Colesterolo, Urea, Ca, P, Mg, Na, K, Cl, Zn, Ceruloplasmina,

	<p>Proteine totali, Albumine, Globuline, aspartato aminotransferasi (AST/GOT), γ-glutamintanspeptidasi (GGT), Bilirubina, fosfatasi alcalina (ALP), Aptoglobina, acidi grassi non esterificati (NEFA), betaidrossibutirrato (BHB), Creatinina, Paraoxonasi (PON), metaboliti reattivi dell'ossigeno (ROM), antiossidanti totali (FRAP), superossido dismutasi (SOD).</p> <p>Al termine è stato eseguito il test di preferenza per identificare le cuccette preferite dalle bovine in situazioni di elevate temperature ambientali (raffrescate o meno a pavimento), consentendo a tutte di poter trovare la posta raffrescata o a temperatura ambiente. Il test è stato eseguito su 10 soggetti dei 20 reclutati. Sono state lasciate nei box con 10 cuccette solo 5 bovine, scelte in modo del tutto casuale. Le 5 bovine selezionate per box sono state invertite tra i due box in cui era avvenuta la prova di fase calda, per evitare che potessero riconoscere la loro abituale postazione di riposo. Su questi soggetti è stato eseguito il test di preferenza procedendo alla attivazione del sistema di raffrescamento solo su 5 delle 10 cuccette presenti in ciascun box. Per 7 giorni è stata monitorata, attraverso telecamere ad infrarossi, la preferenza delle bovine della cuccetta scelta per il riposo.</p>
<p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p>	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Tutti gli obiettivi previsti dal protocollo sono stati raggiunti.</p> <p>L'unico evento da segnalare è stato costituito dalla manifestazione di patologie (4 mastiti ed un grave infortunio che ha determinato l'eliminazione di una bovina per la frattura di un arto) che hanno richiesto l'esecuzione di trattamenti terapeutici su alcune bovine durante il periodo sperimentale. Tutte le bovine sono comunque state tutte seguite sino al termine della sperimentazione, ad eccezione della bovina riformata prematuramente per il grave trauma subito.</p> <p>Pertanto tutti prelievi e controlli sono stati eseguiti, anche se in fase di elaborazione statistica si sono adottati opportuni accorgimenti per tener conto di tale condizione.</p>
<p>Attività ancora da realizzare</p>	<p><i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i></p> <p>Attività conclusa</p>

2.2 Personale

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

Non previsto impiego di personale interno LATTEGRA

2.3 Trasferte

Non previste trasferte di personale interno LATTEGRA

2.4 Materiale consumabile

Non previsto

2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Non previste

2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione

Non previsti in questa Azione

2.7 Attività di formazione

Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto

Non previste

2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
UNIVERSITA' CATTOLICA DEL SACRO CUORE	(Dipartimento DIANA)	67.992,00 €	Consulenza specialistica tecnico-scientifica	9.351,00
Totale:				9.351,00

2.1 Attività e risultati

Azione	6 – PREDISPOSIZIONE “FASE FREDDA”
Unità aziendale responsabile	Dipartimento DIANA – UNIVERSITA' CATTOLICA
Descrizione delle attività	<i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i> Per avviare la sperimentazione di tale fase, dopo la formazione dei gruppi secondo i criteri fissati nella apposita fase, è stato eseguito un periodo di adattamento alla nuova condizione stabulativa della durata di 14 giorni. Durante tale periodo, le bovine sono state monitorate accuratamente in relazione al loro comportamento (stato di salute, attività motoria complessiva, tempo di riposo, quantità di latte prodotta e conducibilità elettrica del latte) per segnalare eventuali anomalie.
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i> Non ci sono stati scostamenti dal piano di lavoro e tutte le bovine reclutate si sono perfettamente adattate al box assegnato gradendo le cuccette messe a loro disposizione.
Attività ancora da realizzare	<i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i> Attività conclusa

2.2 Personale

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

Non previsto impiego di personale interno LATTEGRA

2.3 Trasferte

Non previste trasferte di personale interno LATTEGRA

2.4 Materiale consumabile

Non previsto

2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Non previste

2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione

dei prototipi

Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione

Non previsti in questa Azione

2.7 Attività di formazione

Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto

Non previste

2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
UNIVERSITA' CATTOLICA DEL SACRO CUORE	(Dipartimento DIANA)	67.992,00 €	Consulenza specialistica tecnico-scientifica	2.807,00
Totale:				2.807,00

2.1 Attività e risultati

Azione	7 – SPERIMENTAZIONE “FASE FREDDA”
Unità aziendale responsabile	Dipartimento DIANA – UNIVERSITA' CATTOLICA
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Al termine della fase di adattamento della fase Fredda è stato eseguito un monitoraggio accurato delle condizioni fisiologiche delle bovine sui 20 soggetti selezionati (T0). - Successivamente è stato acceso l'impianto di riscaldamento a pavimento in uno solo dei due box (gruppo TRT1), mentre nel gruppo controllo (CTR1) l'impianto è rimasto spento. - I controlli fisiologici sono stati eseguiti dopo 14 giorni (T1) per riverificare le condizioni delle singole bovine a seguito della diversa temperatura del pavimento nell'area di riposo. - Successivamente si è proceduto con l'inversione di fase, ovvero le bovine che avevano usufruito del riscaldamento a pavimento sono diventate il gruppo di controllo e, viceversa, quelle che avevano il pavimento a temperatura ambiente sono diventate il gruppo trattato. Dopo l'inversione di fase, attesi i 14 giorni sono stati eseguiti i controlli fisiologici sui singoli animali (T2) - Nel complesso sono stati dunque effettuati 3 controlli sui 20 soggetti per la fase calda. <p>I controlli eseguiti sono stati:</p> <ul style="list-style-type: none"> - valutazione giornaliera dello stato sanitario, con registrazione di ogni problema di salute o trattamento terapeutico; - monitoraggio dell'attività motoria giornaliera e tempo di riposo, - misurazione della produzione di latte e della conducibilità elettrica del latte ad ogni mungitura; - prelievo di campioni di latte rappresentativi dell'intera mungitura pomeridiana (ai tempi T₀, T₁, T₂) su cui sono state effettuate le seguenti determinazioni analitiche: residuo secco, residuo secco magro, grasso, proteine, caseina, urea, lattosio, conta delle cellule somatiche, acidità titolabile, parametri reologici (R = tempo di presa, a30 = consistenza del coagulo); - prelievi ematici al mattino, dopo circa 4-5 ore dalla mungitura notturna e prima della somministrazione dell'unifeed (ai tempi T₀, T₁, T₂). Il sangue è stato prelevato dalla vena giugulare, utilizzando provette contenenti eparina di litio come anticoagulante. Immediatamente dopo il prelievo, i campioni sono stati mantenuti in acqua e ghiaccio sino alla centrifugazione, effettuata entro 2 ore dal prelievo. Una piccola frazione ematica prelevata prima della centrifugazione è stata utilizzata per la determinazione dell'ematocrito. Il plasma ottenuto dalla centrifugazione è stato conservato a -20°C fino al momento delle analisi di: Ematocrito, Glucosio, Colesterolo, Urea, Ca, P, Mg, Na, K, Cl, Zn, Ceruloplasmina, Proteine totali, Albumine, Globuline, aspartato aminotransferasi (AST/GOT), γ-glutamintranspeptidasi (GGT), Bilirubina, fosfatasi alcalina (ALP), Aptoglobina, acidi grassi non esterificati (NEFA), betaidrossibutirrato (BHB), Creatinina, Paraoxonasi (PON), metaboliti

	<p>reattivi dell'ossigeno (ROM), antiossidanti totali (FRAP), superossido dismutasi (SOD).</p> <p>Al termine è stato eseguito il test di preferenza per identificare le cuccette preferite dalle bovine in situazioni di basse temperature ambientali (riscaldato o meno a pavimento), consentendo a tutte di poter trovare la posta riscaldata o a temperatura ambiente. Il test è stato eseguito su 10 soggetti dei 20 reclutati. Sono state lasciate nei box con 10 cuccette solo 5 bovine, scelte in modo del tutto casuale. Le 5 bovine selezionate per box sono state invertite tra i due box in cui era avvenuta la prova di fase Fredda, per evitare che potessero riconoscere la loro abituale postazione di riposo. Su questi soggetti è stato eseguito il test di preferenza procedendo alla attivazione del sistema di riscaldamento solo su 5 delle 10 cuccette presenti in ciascun box. Per 7 giorni è stata monitorata, attraverso telecamere ad infrarossi, la preferenza delle bovine della cuccetta scelta per il riposo.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Tutti gli obiettivi previsti dal protocollo sono stati raggiunti. Nessuna bovina ha mostrato problematiche sanitarie durante la sperimentazione e tutti i campioni sono stati eseguiti regolarmente secondo il protocollo di ricerca.</p>
Attività ancora da realizzare	<p><i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i></p> <p>Attività conclusa</p>

2.2 Personale

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

Non previsto impiego di personale interno LATTEGRA

2.3 Trasferte

Non previste trasferte di personale interno LATTEGRA

2.4 Materiale consumabile

Non previsto

2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Non previste

2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione

Non previsti in questa Azione

2.7 Attività di formazione

Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto

Non previste

2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
UNIVERSITA' CATTOLICA DEL SACRO CUORE	(Dipartimento DIANA)	67.992,00 €	Consulenza specialistica tecnico-scientifica	8.901,00
Totale:				8.901,00

2.1 Attività e risultati

Azione	8 – DETERMINAZIONI ANALITICHE
Unità aziendale responsabile	Dipartimento DIANA – UNIVERSITA' CATTOLICA
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>Le determinazioni analitiche previste dalla prova hanno riguardato i campioni di latte e di sangue.</p> <p>Sui campioni di latte raccolte in entrambe le fasi sono state effettuate le seguenti determinazioni: residuo secco, residuo secco magro, grasso, proteine, caseina, urea, lattosio, conta delle cellule somatiche, acidità titolabile, parametri lattodinamografici (R = tempo di presa, a30 = consistenza del coagulo). Per queste analisi sono stati usati uno strumento ad IR (MilkoScan FT 120, Foss Analytics, Hillerød, Denmark) e il formagraph (Foss Electric, Hillerød, Denmark) per la valutazione delle caratteristiche lattodinamografiche.</p> <p>Sui campioni di sangue raccolti in entrambe le fasi si è proceduto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - alla determinazione immediata di ematocrito, prelevando dalla provetta di sangue intero una piccola frazione in un capillare, successivamente centrifugato in apposita micro-centrifuga (ALC Centrifugette 4203, 15300 G) - all'ottenimento del plasma per centrifugazione del sangue intero, poi conservato a -20°C fino alle determinazioni analitiche eseguite con un autoanalizzatore per biochimica clinica (ILAB 650, Instrumentation Laboratory, MA, USA), secondo le metodiche descritte in precedenti lavori del Dipartimento (<i>Calamari et al., 2016 BMC Veterinary Research 12:4 e Mezzetti et al., 2019 J. Dairy Sci. 102(9): 9241-9258</i>). In particolare si è determinato: glucosio, Colesterolo, Urea, Ca, P, Mg, Na, K, Cl, Zn, Ceruloplasmina, Proteine totali, Albumine, Globuline, aspartato aminotransferasi (AST/GOT), γ-glutamintranspeptidasi (GGT), Bilirubina totale, fosfatasi alcalina (ALP), Aptoglobina, acidi grassi non esterificati (NEFA), betaidrossibutirrato (BHB), Creatinina, Paraoxonasi (PON), metaboliti reattivi dell'ossigeno (ROM), antiossidanti totali (FRAP), superossido dismutasi (SOD).
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Tutti gli obiettivi sono stati raggiunti.</p>
Attività ancora da realizzare	<p><i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i></p> <p>Attività conclusa</p>

2.2 Personale

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

Non previsto impiego di personale interno LATTEGRA

2.3 Trasferte

Non previste trasferte di personale interno LATTEGRA

2.4 Materiale consumabile

Non previsto

2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Non previste

2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione

Non previsti in questa Azione

2.7 Attività di formazione

Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto

Non previste

2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
UNIVERSITA' CATTOLICA DEL SACRO CUORE	(Dipartimento DIANA)	67.992,00 €	Consulenza specialistica tecnico-scientifica	13.220,00
Totale:				13.220,00

2.1 Attività e risultati

Azione	9 – ELABORAZIONE DATI E SVILUPPO FINALE
Unità aziendale responsabile	Dipartimento DIANA – UNIVERSITA' CATTOLICA
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>La valutazione finale si è articolata in tre fasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - raccolta dei dati e redazione delle tabelle di ciascun parametro in relazione alle differenti fasi di ricerca; - elaborazione statistica - stesura della relazione finale. <p>L'analisi statistica è stata eseguita con il software R versione 3.6.1. Asimmetria e normalità della distribuzione di ciascun parametro sono state verificate attraverso le procedure Skew e Kurt contenute nel pacchetto DescTools. I dati normalizzati sono stati sottoposti ad ANOVA utilizzando la procedura MIXED. Il modello statistico applicato ha incluso l'effetto fisso di trattamento, il tempo, la fase e l'interazione trattamento-tempo. Il tempo è stato considerato come una misura ripetuta. Il modello applicato è stato il seguente:</p> $Y_{ijk} = \mu + T_i + LS_j + F_m + TLS_{ij} + D_k + \epsilon_{ijmk};$ <p>Y_{ijk} indica le variabili dipendenti (parametri del sangue, latte...), μ è la media complessiva, T_i è l'effetto del trattamento ($i = \text{CTR e Raffrescato o Riscaldato}$), LS_j è l'effetto di tempo F_m è l'effetto della fase ($m = 1, 2$), TLS_{ij} è il termine di interazione, D_k è l'effetto casuale della vacca ($k = 1, \dots, 20$), ϵ_{ijmk} è il componente di errore casuale.</p> <p>Il confronto a coppie è stato fatto utilizzando gli LSD (Least Significant Difference). La differenza è stata considerata statisticamente significativa per $P < 0.05$, mentre è stata considerata una tendenza alla significatività per $P < 0.10$.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Non ci sono scostamenti da segnalare. Nella fase Calda le bovine con problemi sanitari importanti sono state escluse dal confronto finale tra i gruppi per non dar peso ai trattamenti sanitari eseguiti per curare le patologie riscontrate.</p>
Attività ancora da realizzare	<p><i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i></p> <p>Attività conclusa</p>

2.2 Personale

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

Non previsto impiego di personale interno LATTEGRA

2.3 Trasferte

Non previste trasferte di personale interno LATTEGRA

2.4 Materiale consumabile

Non previsto

2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Non previste

2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione

Non previsti in questa Azione

2.7 Attività di formazione

Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto

Non previste

2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
UNIVERSITA' CATTOLICA DEL SACRO CUORE	(Dipartimento DIANA)	67.992,00 €	Consulenza specialistica tecnico-scientifica	9.127,00
Totale:				9.127,00

2.1 Attività e risultati

Azione	10 – DIVULGAZIONE
Unità aziendale responsabile	Dipartimento DIANA – UNIVERSITA' CATTOLICA
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>La divulgazione è avvenuta con differenti modalità:</p> <ul style="list-style-type: none"> - due Convegni, entrambi realizzati presso la Sala Piana dell'Università Cattolica del S. Cuore di Piacenza. Il primo, titolato “Sostenibilità e benessere, una win – win solution per la moderna zootecnia da latte” si è tenuto il 5 aprile 2019 ed ha avuto una introduzione comune con un altro progetto PSR di filiera della Regione Emilia Romagna. In questo convegno si sono contestualizzate le tematiche di ricerca presentate nel PSR ed in particolare il benessere animale in relazione alle condizioni climatiche. Il secondo convegno, titolato “Strategie innovative per aumentare il benessere della bovina da latte sottoposta a stress termici” si è tenuto il 21 febbraio 2020 ed è servito per approfondire i temi del progetto e presentare i risultati ottenuti. - Giornate divulgative in allevamento (giugno 2019), che ha visto la partecipazione di esperti zootecnici ed agronomi del centro-nord Italia; - articoli tecnico-scientifici su riviste nazionali: <ol style="list-style-type: none"> 1. Premi M., Ferronato G., Trevisi E. 2020. Cuccetta: non bastano le giuste dimensioni. <i>Informatore Zootecnico</i> 3:50-52. 2. Premi M., Trevisi E. 2020. Attenuare gli stress termici: e se climatizzassimo le cuccette? <i>Suppl. a Informatore Agrario</i>, 14:34-37. 3. de Acerbis L. 2020. Ridurre lo stress da calore aumenta produzioni, benessere e sanità della mandria. <i>Professione Allevatore</i>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico-scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Gli obiettivi sono stati pienamente raggiunti. La partecipazione agli eventi è stata molto significativa e con buon interesse dei partecipanti. Anche la stampa di settore ha dato rilievo agli eventi pubblici e gradito la pubblicazione dei dati ottenuti per la loro originalità.</p>
Attività ancora da realizzare	<p><i>Solo per relazioni intermedie - descrivere sinteticamente le attività ancora da realizzare</i></p> <p>Attività conclusa</p>

2.2 Personale

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

Non previsto impiego di personale interno LATTEGRA

2.3 Trasferte

Non previste trasferte di personale interno LATTEGRA

2.4 Materiale consumabile

Non previsto

2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature

Non previste

2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione

Non previsti in questa Azione

2.7 Attività di formazione

Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto

Non previste

2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

CONSULENZE – SOCIETÀ

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
UNIVERSITA' CATTOLICA DEL SACRO CUORE	(Dipartimento DIANA)	67.992,00 €	Consulenza specialistica tecnico-scientifica	16.534,00
Totale:				16.534,00

3 - Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività

Lunghezza max 1 pagina

Criticità tecnico-scientifiche	L'equipe di lavoro, costituita da azienda agricola ed il suo progettista, le imprese coinvolte per la realizzazione dell'impianto e per la predisposizione dei controlli sugli animali e l'Università Cattolica, ha sempre operato con la massima collaborazione e rispettando le tempistiche definite. Segnaliamo solo un cattivo funzionamento di una telecamera per un periodo della fase Calda che ha ridotto le osservazioni sulle bovine nel corso del periodo. Il dato non ha tuttavia impedito di raccogliere le informazioni utili a definire la selezione delle cuccette raffrescate o meno.
Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	Le uniche difficoltà da segnalare sono relative all'uso dei termometri a pavimento in quanto durante la prova si è verificato il danneggiamento di una parte di essi, probabilmente durante le operazioni di pulizia della lettiera, ad opera degli operatori. Il disguido non ha rappresentato un grave problema per il rilevamento dei dati, ma ha ridotto il numero di rilievi della temperatura a pavimento delle cuccette.
Criticità finanziarie	Nessuna criticità di carattere finanziario

4 - Altre informazioni

Riportare in questa sezione eventuali altri contenuti tecnici non descritti nelle sezioni precedenti

5 - Considerazioni finali

Riportare qui ogni considerazione che si ritiene utile inviare all'Amministrazione, inclusi suggerimenti sulle modalità per migliorare l'efficienza del processo di presentazione, valutazione e gestione di proposte da cofinanziare

I risultati di tali ricerche appaiono promettenti, ma suggerisce l'esecuzione di ulteriori ricerche nelle seguenti direzioni:

- aumento dell'efficacia del sistema di raffrescamento a pavimento sia in termini di riduzione della temperatura di pavimento che di individuazione del miglior lettino di copertura del dispositivo raffrescante;
- studio di dispositivi più economici e semplici da realizzare, in modo da aumentare la trasferibilità in allevamenti commerciali;
- aumento del numero di bovine coinvolte nelle prove per acquisire informazioni relative allo stato sanitario ed in condizioni di climatizzazione aerea differente;
- approfondimento delle indagini sul comportamento animale (in particolare tempo di riposo ed dinamica alimentare) in caso di climatizzazione del pavimento dell'area di riposo;
- verifiche più approfondite sulla qualità del latte, in particolare a livello igienico (tenore di cellule somatiche, in estate particolarmente) e delle caratteristiche casearie (in entrambe le stagioni) in caso di climatizzazione del pavimento.

6 - Relazione tecnica

Descrivere le attività complessivamente effettuate, nonché i risultati innovativi e i prodotti che caratterizzano il Piano e le potenziali ricadute in ambito produttivo e territoriale

Il progetto ha investigato la possibilità di limitare gli effetti negativi causati da condizioni climatiche estreme che riducono le condizioni di benessere delle bovine da latte. È stata valutata l'efficacia di un sistema di condizionamento ambientale a pavimento, collocato nella zona di riposo a cuccette, capace di dissipare calore per conduzione in estate e di trasmettere calore in inverno. L'efficacia del sistema è stata valutata su bovine in lattazione monitorando gli effetti a livello sanitario, di performance (quantità e qualità casearia) e di condizioni immuno-metaboliche.

La sperimentazione è stata condotta presso la Società Agricola Fugazza a Gragnanino (PC) del dipartimento DiANA. Dapprima è realizzato il sistema climatizzante a pavimento e si è provveduto a valutarne la sua efficacia nella condizione più critica, ovvero quella di raffrescamento. Sono poi seguite le fasi sperimentali, avvenute in estate 2019 ed inverno 2020. Entrambe sono state seguite da un test di preferenza. In ciascuna fase sono state coinvolte 20 bovine Frisone, divise in due gruppi omogenei, e la sperimentazione è avvenuta secondo un modello di crossover design, in modo da testare tutte le bovine alle condizioni termiche estreme della stagione in presenza o meno del dispositivo di climatizzazione. Le bovine reclutate sono state sottoposte ad un monitoraggio sistematico relativamente allo stato sanitario, produzione e qualità del latte, condizioni immuno-metaboliche e comportamentali (temperatura rettale, attività motoria, tempo di riposo). I test di preferenza sono stati eseguiti sul 50% dei soggetti coinvolti nelle due fasi.

Le bovine con cuccette raffrescate hanno ridotto le problematiche sanitarie rispetto a quelle di controllo (1 solo caso di mastite rispetto a 3 casi). Inoltre, le bovine trattate hanno mostrato un incremento della produzione di latte, un minor contenuto di cellule somatiche, ma una riduzione del tenore lipidico. A livello metabolico e dell'immunità innata le differenze tra i trattamenti sono state modeste, ma le bovine con cuccette raffrescate hanno mostrato indici più favorevoli (es. più bassi livelli dell'aptoglobina, un indicatore di infiammazione). In generale quindi col raffrescamento delle cuccette è migliorato lo stato di benessere. I dati confermano che le potenziali ricadute per la filiera lattiero-casearia sono positive, specialmente se il latte è destinato alla produzione di formaggi DOP. Parte degli effetti positivi potrebbero essere attribuiti alla stabilizzazione del digestato solido.

Nella fase fredda, nonostante non siano state osservate differenze statisticamente significative a favore delle bovine con cuccette riscaldate, si è notato il gradimento di tale dispositivo ed un lieve miglioramento della qualità casearia del latte. Tuttavia il giudizio in questa fase climatica richiederà ulteriori approfondimenti in periodi sperimentali più lunghi ed inverni più rigidi.

La sperimentazione ha tuttavia dimostrato che il condizionamento ambientale a pavimento nell'area di riposo migliora il benessere e le performance delle bovine da latte in entrambe le stagioni con temperature critiche. I risultati più rilevanti sono stati ottenuti nel periodo caldo, a testimonianza che questa è la stagione più critica nelle condizioni climatiche della pianura padana. Per la trasferibilità in campo, il dispositivo necessita di essere perfezionato specialmente nel periodo estivo, per consentire una maggiore dissipazione di calore a livello della superficie di appoggio delle bovine. Nella prova è stato usato digestato solido come lettine. La sua sostituzione potrebbe migliorare il trasferimento termico. Tuttavia è stato osservato che il raffreddamento di tale lettine rappresenta un modo per stabilizzarlo e, probabilmente, ridurre la carica batterica.

A completamento, si allega la relazione tecnica a firma del responsabile tecnico-scientifico dell'Ente di Ricerca coinvolto (_____ – Dipartimento DIANA Università Cattolica di Piacenza), in cui sono descritte dettagliatamente tutte le attività svolte nel corso della sperimentazione, nonché i risultati innovativi e i prodotti che caratterizzano il Piano e le potenziali ricadute in ambito produttivo e territoriale.

Data 29 aprile 2020



RELAZIONE FINALE Ricerca per LATTEGRA:

Valutare l'efficienza di un nuovo sistema atto a migliorare lo stato di benessere delle lattifere stabulate nei periodi caratterizzati da stress termici

Responsabile scientifico

Erminio Trevisi. Dipartimento DIANA. Università Cattolica del Sacro Cuore. E-mail: erminio.trevisi@unicatt.it

Responsabile esecuzione delle procedure

Michele Premi. Dipartimento DIANA. Università Cattolica del Sacro Cuore. E-mail: michele.premi@unicatt.it

Abstract

La ricerca ha investigato la possibilità di limitare gli effetti negativi causati da condizioni climatiche estreme che riducono le condizioni di benessere delle bovine da latte. È stata valutata l'efficacia di un sistema di condizionamento ambientale a pavimento, collocato nella zona di riposo a cuccette, capace di dissipare calore per conduzione in estate e di trasmettere calore in inverno. L'efficacia del sistema è stata valutata su bovine in lattazione monitorando gli effetti a livello sanitario, di performance (quantità e qualità casearia) e di condizioni immuno-metaboliche.

La ricerca è stata condotta presso la Società Agricola Fugazza a Gragnano (PC) dal dipartimento DIANA. Dapprima è realizzato il sistema climatizzante a pavimento e si è provveduto a valutarne la sua efficacia nella condizione più critica, ovvero quella di raffrescamento. Sono poi seguite le fasi sperimentali, avvenute in estate 2019 ed inverno 2020. Entrambe sono state seguite da un test di preferenza. In ciascuna fase sono state coinvolte 20 bovine Frisone, divise in due gruppi omogenei, e la sperimentazione è avvenuta secondo un modello di crossover design, in modo da testare tutte le bovine alle condizioni termiche estreme della stagione in presenza o meno del dispositivo di climatizzazione. Le bovine reclutate sono state sottoposte ad un monitoraggio sistematico relativamente allo stato sanitario, produzione e qualità del latte, condizioni immuno-metaboliche e comportamentali (temperatura rettale, attività motoria, tempo di riposo). I test di preferenza sono stati eseguiti sul 50% dei soggetti coinvolti nelle due fasi.

Le bovine con cuccette raffrescate hanno ridotto le problematiche sanitarie rispetto a quelle di controllo (1 solo caso di mastite rispetto a 3 casi). Inoltre, le bovine trattate hanno mostrato un incremento della produzione di latte, un minor contenuto di cellule somatiche, ma una riduzione del tenore lipidico. A livello metabolico e dell'immunità innata le differenze tra i trattamenti sono state modeste, ma le bovine con cuccette raffrescate hanno mostrato indici più favorevoli (es. più bassi livelli dell'aptoglobina, un indicatore di infiammazione). In generale quindi col raffrescamento delle cuccette è migliorato lo stato di benessere. I dati confermano che le potenziali ricadute per la filiera lattiero-casearia sono positive, specialmente se il latte è destinato alla produzione di formaggi DOP. Parte degli effetti positivi potrebbero essere attribuiti alla stabilizzazione del digestato solido.

Nella fase fredda, nonostante non siano state osservate differenze statisticamente significative a favore delle bovine con cuccette riscaldate, si è notato il gradimento di tale dispositivo ed un lieve miglioramento della qualità casearia del latte. Tuttavia il giudizio in questa fase climatica richiederà ulteriori approfondimenti in periodi sperimentali più lunghi ed inverni più rigidi.



La ricerca ha tuttavia dimostrato che il condizionamento ambientale a pavimento nell'area di riposo migliora il benessere e le performance delle bovine da latte in entrambe le stagioni con temperature critiche. I risultati più rilevanti sono stati ottenuti nel periodo caldo, a testimonianza che questa è la stagione più critica nelle condizioni climatiche della pianura padana. Per la trasferibilità in campo, il dispositivo necessita di essere perfezionato specialmente nel periodo estivo, per consentire una maggiore dissipazione di calore a livello della superficie di appoggio delle bovine. Nella prova è stato usato digestato solido come lettine. La sua sostituzione potrebbe migliorare il trasferimento termico. Tuttavia è stato osservato che il raffreddamento di tale lettine rappresenta un modo per stabilizzarlo e, probabilmente, ridurre la carica batterica.

Abstract (inglese)

Title: EVALUATION OF A NEW SYSTEM EFFICIENCY FOR WELLNESS DEGREE IMPROVEMENT IN DAIRY COW DURING THERMAL STRESS CONDITIONS

The research investigated the mitigation potential of a bedding system to reduce negative effects due to extreme climatic conditions that reduce the welfare in dairy cows. The studied device was a floor-mounted environmental conditioning system, located in the freestalls of resting area and covered by solid digestate coat, capable of dissipating heat by conduction in the hot season and of transmitting heat in the cold season. The effectiveness of this system was assessed by monitoring of health status, behavior, performance (milk production and quality) and immuno-metabolic conditions on lactating dairy cows.

The research was carried out at the Società Agricola Fugazza, located in Gragnanino (PC), by DiANA department of Università Cattolica del Sacro Cuore (Piacenza). First of all, the floor-mounted air conditioning system was developed, and its effectiveness was assessed in the most critical environmental condition (cooling in summer and heating in winter). Two tests had been performed, one in the summer of 2019 (hot phase) and one during winter of 2020 (cold phase). The experiment was carried out according to a crossover design model, in order to test all the cows at the extreme thermal conditions, in the presence (treatment group) or absence (control group) of conditioning device. Preference tests were performed on 50% of the subjects involved in the two phases. In each phase, globally 20 Holstein dairy cows were involved, subdivided into two homogeneous groups. The recruited cows were previously selected through and underwent systematic monitoring regarding to health status, milk production and quality, behavioral aptitudes (rectal temperature, motor activity, rest time) and immuno-metabolic profile.

During cold phase, no significant statistically differences were found between control and treated groups. Nevertheless, cows appreciated the device and showed a slight improvement in milk composition. However, further investigations during cold phase would be suggested due to the shorter length period instead cold phase and during colder temperature conditions. Anyway, results showed that health problems were reduced in cows with cooled freestalls compared to the control group (only 1 case of mastitis compared to 3 cases). Furthermore, treated cows showed an increased milk production and lower somatic cell count content instead of milk fat content. Modest differences were found at metabolic and innate immunity level; treated cows showed greatest blood indexes (e.g. lower level of haptoglobin, indicator of inflammation). Generally, cooling freestall system improved well-being state level. In particular, better milk hygienic conditions could be attributed to the stabilization of solid digestate through freestall cooling system. Data also confirmed positive potential effects on the dairy supply chain, especially if the milk is destined to PDO cheeses production.

The study showed that underfloor environmental conditioning in the resting area improves the animal well-being and performance of dairy cows in both seasons and with critical temperatures. The most relevant results were obtained during hot period, acknowledged that this is the most critical climatic phase in the Po Valley. To make interesting the field application, the device needs to be improved in order to allow greater heat dissipation at cows' skin level and its effectiveness has to be assessed with other bedding materials. The solid digestate was used as bedding material in this research. Its replacement could improve the heat transfer to cows. However, data support that the cooling may represents a way to stabilize the solid digestate and, probably, to reduce its bacterial load.



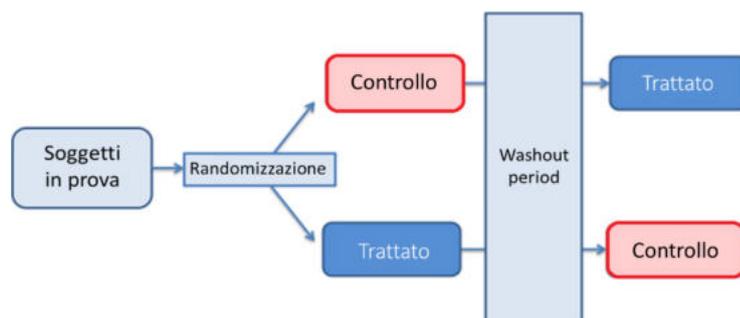
Scopo

Lo scopo della sperimentazione è stato quello di valutare l'effetto di un prototipo di climatizzazione a pavimento collocato nell'area di riposo a cuccette, costituito da una serpentina nella quale circola acqua gelida o riscaldata a seconda della stagione, prodotta da un chiller, il cui funzionamento è regolato da un sensore di temperatura utile ad assicurare il mantenimento della temperatura desiderata. Tale sistema mira al miglioramento delle condizioni di benessere nella zona di riposo in periodi di stress termico (caldo o freddo estremi). La prima fase dello studio, condotta durante l'estate 2019, ha valutato l'efficacia del raffrescamento del pavimento della cuccetta, sfruttando quindi la dissipazione del calore per conduzione dal corpo dell'animale. La fase invernale (gennaio-febbraio 2020) al contrario, mirava a testare i benefici ascrivibili ad un riscaldamento del pavimento nel corso di condizioni termiche rigide.

Protocollo sperimentale

La ricerca condotta presso la Società Agricola Fugazza a Gragnano (PC), dal dipartimento DiANA, si è svolta in 3 fasi: messa a punto del sistema climatizzante a pavimento, periodo caldo e periodo freddo. Nella prima fase si è provveduto alla realizzazione dell'impianto ed alle necessarie verifiche per comprenderne le potenzialità. Le due fasi sperimentali sono avvenute nell'estate 2019 ed inverno 2020 e si sono articolate in due momenti: effetto del sistema climatizzante a pavimento e test di preferenza. Per verificare l'effetto del sistema sono state coinvolte 20 bovine Frisone per fase stagionale, divise in due gruppi omogenei per stato di salute, giorni di lattazione, numero di lattazioni, produzione di latte. La prova si è sviluppata in entrambe le fasi secondo un modello di crossover design (**Figura 1**), in modo da testare tutte le bovine alle condizioni termiche estreme della stagione in presenza o meno del dispositivo di climatizzazione da testare. Dopo la formazione dei gruppi si è osservato un periodo di adattamento alla nuova condizione stabulativa della durata di 14 giorni. Durante il periodo di adattamento si è proceduto a controlli accurati relativamente al comportamento delle bovine (stato di salute, attività motoria complessiva, tempo di riposo, quantità di latte prodotta e conducibilità elettrica del latte). Per i test di preferenza sono state utilizzate 10 bovine per fase stagionale, selezionate in modo randomizzato tra le 20 coinvolte nella prova precedente.

Figura 1 - Disegno Sperimentale del progetto



Fase 1. Predisposizione dei box climatizzati e Test preliminari sul prototipo

I box utilizzati per condurre la ricerca sono stati due, non attigui tra loro e collocati in modo speculare rispetto alla corsia di foraggiamento di servizio (**Figura 2**). Ciascun box era costituito da una corsia di alimentazione ed una corsia di riposo con cuccette disposte groppa-groppa (20 nel complesso). Gli animali potevano tuttavia accedere alla sola fila di cuccette esterna alla struttura, ovvero 10 poste. Il box orientato ad Ovest della sala di mungitura (definito box 1), durante la giornata mostrava un maggiore ombreggiamento, rispetto all'altro (box 2), che si trova ad est della sala di mungitura (**Figura 2**). Per tale ragione a servizio di tale box è stata installata una rete ombreggiante anteriormente alla fila di cuccette.

Figura 2 - Box oggetto della ricerca



Il prototipo di climatizzazione a pavimento collocato nell'area di riposo a cuccette (**Figura 3**), è costituito da una serpentina nella quale circola acqua riscaldata o raffreddata da un chiller, con capacità di riscaldamento/raffrescamento pari a 25kW, il cui funzionamento è regolato da un sensore di temperatura utile ad assicurare il mantenimento della temperatura desiderata. A protezione delle serpentine a pavimento è stata predisposta una lamiera sulla quale è stato distribuito materiale da lettiera (**Figura 3**). Nella fattispecie il materiale era la frazione solida digestato separato, ovvero quello comunemente usato nelle cuccette dell'intero allevamento.

Figura 3 - Prototipo di climatizzazione





Prima dell'inizio della prova "Calda" l'impianto è stato testato per verificarne la potenza nelle condizioni specifiche dell'allevamento. È stato predisposto quindi un test con lo scopo di verificare l'effettiva capacità di raffreddamento in una massa a temperatura costante (che simulava il corpo di una bovina). Per il test sono stati costruiti 3 contenitori isolati su tutti i lati ad eccezione della superficie di appoggio (**Figura 4**). Questi contenitori sono stati riempiti con 200 litri di acqua ciascuno, alla temperatura di 36 °C ed è stata monitorata la temperatura dell'acqua per 18 ore.

Figura 4 – Contenitori con acqua a 36°C utilizzati per verificare l'efficacia dell'impianto di raffreddamento utilizzato nel corso dello studio



Il primo contenitore era alloggiato su una cuccetta non raffreddata, il secondo era alloggiato direttamente sulle serpentine di raffreddamento (senza lettiera), ed il terzo era posizionato sulla lettiera, nelle normali condizioni di riposo delle bovine. Il test ha mostrato che l'impianto ha avuto la capacità di ridurre la temperatura di 6°C in meno rispetto al contenitore di controllo già dopo 7-8 ore (**Grafico 1**). Tuttavia tale potenzialità era contrastata dalla presenza di un abbondante strato di lettiera, che poteva annullare sino all'80% dell'effetto rinfrescante del sistema. Questo dato dimostra che c'è un effetto rinfrescante, ma che la scelta della lettiera è molto importante per non vanificare la potenzialità del sistema.

Anche prima dell'inizio della prova "Fredda" l'impianto è stato testato per verificarne la potenza nelle condizioni specifiche dell'allevamento. È stato predisposto quindi un test della durata di 24 ore, con lo scopo di verificare l'effettiva capacità di riscaldamento. Per il test è stata misurata la temperatura della lettiera in una cuccetta nella quale era stato acceso il sistema di riscaldamento e quella di una cuccetta con il sistema di riscaldamento spento. Il test ha mostrato che l'impianto è stato in grado di mantenere la temperatura di 6.7°C in più rispetto alla cuccetta di controllo per tutte le 24 h (**Grafico 2**). Tuttavia, dal grafico si osserva che la temperatura media della cuccetta non riscaldata era da considerarsi adeguata per la garantire alla bovina un riposo soddisfacente per un lungo intervallo. Ciò conferma che l'inverno oggetto dello studio non presentava caratteristiche di particolare rigidità termica e che il lettime usato, d'altra parte, permette di mitigare l'abbassamento della temperatura notturna.



Grafico 1 – Temperatura delle cuccette valutate con il test preliminare di raffreddamento

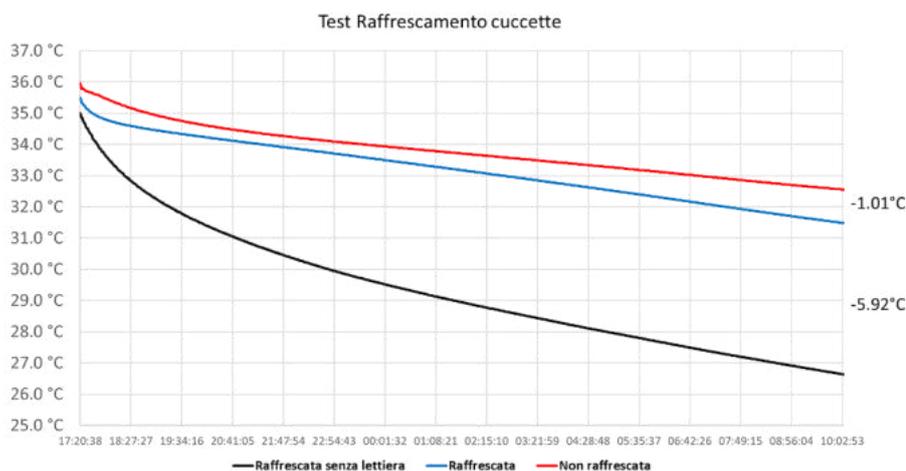
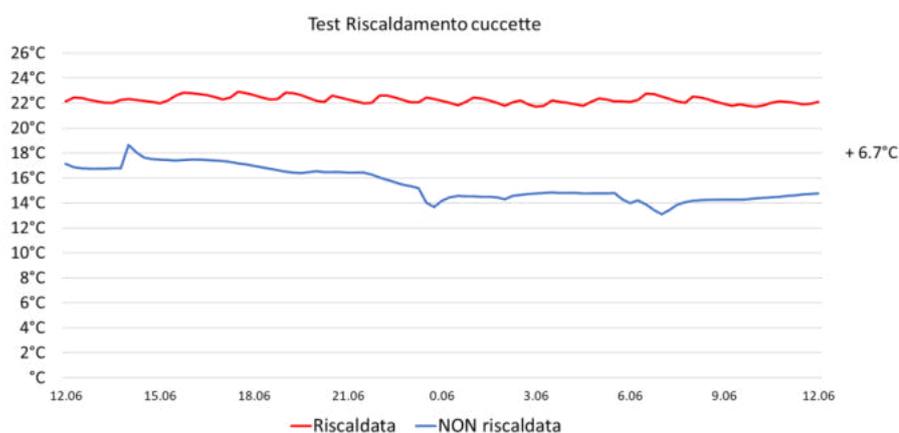


Grafico 2 – Temperature delle cuccette valutate con il test preliminare di riscaldamento



FASE "CALDA" - Effetto dello stress da caldo

Durante tale fase sono state verificate le condizioni degli animali durante 2 ondate di calore successive secondo le seguenti modalità. Nel giugno 2019 si è proceduto alla formazione di 2 gruppi omogenei di 10 soggetti ciascuno secondo le modalità sopra descritte. Ogni gruppo è stato inserito in uno dei due box allestiti appositamente per la ricerca e la cui descrizione dettagliata sarà fatta in seguito. Dopo 14 giorni di adattamento, con gli impianti di raffreddamento spenti in entrambi i box, si è proceduto al controllo accurato delle condizioni delle bovine, secondo le modalità di seguito riportate. Questi controlli hanno consentito di definire le condizioni di partenza dei soggetti reclutati per lo studio (T_0). Successivamente è stato acceso l'impianto di raffreddamento a pavimento in uno solo dei due box (gruppo TRT_1), mentre nel gruppo controllo (CTR_1) l'impianto è rimasto spento. Le variazioni ambientali sono state monitorate attraverso le variazioni dell'indice THI (Temperature Humidity Index), che combina l'andamento della temperatura e dell'umidità relativa. Si è considerata la soglia di 75 per definire la presenza di uno stress termico importante. Alla prima ondata di caldo, ovvero con THI giornaliero > 75 , sono stati nuovamente eseguiti i controlli fisiologici su tutte



le bovine (T_1). Gli stessi controlli sono stati eseguiti dopo 14 giorni (T_2) per riverificare le condizioni delle singole bovine. Successivamente si è proceduto con l'inversione di fase, ovvero le bovine che avevano usufruito del raffrescamento a pavimento sono diventate il gruppo di controllo e, viceversa, quelle che avevano il pavimento a temperatura ambiente sono diventate il gruppo trattato. Questo è stato possibile spegnendo il sistema di raffrescamento nel gruppo TRT_1 (diventato per questo motivo CTR_2) e, accendendolo nel gruppo CTR_1 diventato quindi TRT_2 . Dopo l'inversione di fase, attesi i 14 giorni di adattamento degli animali alla nuova condizione sono stati eseguiti i controlli fisiologici sui singoli animali in altri due periodi e sempre in condizioni di THI oltre la soglia di stress termico deciso (THI giornaliero >75). I due periodi (T_3 e T_4) sono avvenuti ad un intervallo di 7 giorni l'uno dall'altro. Nel complesso sono stati dunque effettuati 5 controlli sui 20 soggetti per la fase calda.

Test di preferenza delle cuccette raffrescate

Il test ha avuto lo scopo di identificare le cuccette preferite dalle bovine in situazioni di elevate temperature ambientali (raffrescate o meno a pavimento), consentendo a tutte di poter trovare la posta raffrescata o a temperatura ambiente. Il test di preferenza è stato eseguito al termine del periodo di sperimentazione in fase calda ed ha coinvolto 10 soggetti. Sono state lasciate 5 bovine, scelte in modo del tutto casuale, per ogni box con 10 cuccette, allontanando quindi 5 soggetti della prova precedente. Le 5 bovine selezionate per box sono state invertite tra i due box in cui era avvenuta la prova di fase calda, per evitare che potessero riconoscere la loro abituale postazione di riposo. Su questi soggetti è stato eseguito il test di preferenza procedendo alla attivazione del sistema di raffrescamento solo su 5 delle 10 cuccette presenti in ciascun box. Per 7 giorni è stata monitorata, attraverso telecamere ad infrarossi, la preferenza delle bovine della cuccetta scelta per il riposo.

FASE "FREDDA" - Effetto dello stress da freddo

La prova è iniziata la prima settimana di gennaio 2020, con la formazione anche in questo caso di 2 gruppi omogenei di 10 soggetti ciascuno, inseriti ognuno in uno dei due box con climatizzazione a pavimento. Dopo 14 giorni dalla formazione dei gruppi utilizzati per adattare le bovine al nuovo ambiente, sono state verificate le condizioni fisiologiche degli animali prima della modificazione delle condizioni ambientali (T_0), ovvero con gli impianti di riscaldamento spenti in entrambi i box. Quindi si è proceduto accendendo l'impianto di riscaldamento a pavimento in uno solo dei due box (gruppo TRT_1), mentre nell'altro box l'impianto è rimasto spento e tale gruppo è servito da controllo (CTR_1). Attesi 14 giorni, si è proceduto nuovamente a verificare le condizioni fisiologiche degli animali (T_1). Successivamente è stata eseguita l'inversione dei trattamenti, ovvero le bovine del gruppo TRT_1 sono diventate quelle di controllo e, viceversa, quelle di controllo sono diventate trattate. Questo è stato possibile spegnendo il sistema di riscaldamento nel gruppo TRT_1 diventato CTR_2 e, accendendolo nel gruppo CTR_1 , che è diventato TRT_2 . Trascorsi 14 giorni sono stati eseguiti nuovamente i controlli fisiologici su tutte le bovine (T_2). Nel complesso, per la fase fredda, sono stati effettuati 3 controlli su 20 soggetti.



Test di preferenza delle cuccette riscaldate

Terminata la prova della fase fredda, analogamente a quanto fatto nella fase “calda”, 10 soggetti, 5 per ogni gruppo in modo assolutamente casuale, sono stati allontanati. Le restanti bovine (5 per box) sono state invertite tra i due box di prova, per evitare che potessero riconoscere la loro abituale postazione di riposo. Su questi soggetti è stato eseguito il test di preferenza per le cuccette riscaldate o a temperatura ambiente, procedendo all'accensione del sistema di riscaldamento su 5 cuccette solamente per box. Per 7 giorni consecutivi è stata monitorata la scelta della cuccetta per il riposo con telecamere ad infrarossi.

Monitoraggio delle bovine durante la sperimentazione

Nel corso delle prove eseguite nella fase calda e fredda sono stati eseguiti sistematici controlli individuali sulle bovine reclutate. In particolare, si è proceduto ad eseguire:

- valutazione giornaliera dello stato sanitario, con registrazione di ogni problema di salute o trattamento terapeutico;
- monitoraggio dell'attività motoria giornaliera e tempo di riposo,
- misurazione della produzione di latte e della conducibilità elettrica del latte ad ogni mungitura;
- prelievo di campioni di latte rappresentativi dell'intera mungitura pomeridiana rispettivamente ai tempi T₀, T₁, T₂, T₃, T₄ nella fase calda ed ai tempi T₀, T₁, T₂ nella fase fredda. Su tali campioni sono state effettuate le seguenti determinazioni analitiche: residuo secco, residuo secco magro, grasso, proteine, caseina, urea, lattosio, conta delle cellule somatiche, acidità titolabile, parametri reologici (R = tempo di presa, a30 = consistenza del coagulo);
- prelievi ematici a T₀, T₁, T₂, T₃, T₄ nella fase calda e T₀, T₁, T₂ nella fase fredda. I prelievi sono stati effettuati al mattino, dopo circa 4-5 ore dalla mungitura notturna e prima della somministrazione dell'unifeed. Il sangue è stato prelevato dalla vena giugulare, utilizzando provette contenenti eparina di litio come anticoagulante. Immediatamente dopo il prelievo, i campioni sono stati mantenuti in acqua e ghiaccio sino alla centrifugazione, effettuata entro 2 ore dal prelievo. Una piccola frazione ematica prelevata prima della centrifugazione è stata utilizzata per la determinazione dell'ematocrito. Il plasma ottenuto dalla centrifugazione è stato conservato a -20°C fino al momento delle analisi di: Ematocrito, Glucosio, Colesterolo, Urea, Ca, P, Mg, Na, K, Cl, Zn, Ceruloplasmina, Proteine totali, Albumine, Globuline, aspartato aminotransferasi (AST/GOT), γ -glutamintranspeptidasi (GGT), Bilirubina, fosfatasi alcalina (ALP), Aptoglobina, acidi grassi non esterificati (NEFA), betaidrossibutirrato (BHB), Creatinina, Paraoxonasi (PON), metaboliti reattivi dell'ossigeno (ROM), antiossidanti totali (FRAP), superossido dismutasi (SOD).

Analisi Statistica

I dati sono stati analizzati con il software statistico R versione 3.6.1. Asimmetria e normalità della distribuzione di ciascun parametro sono state verificate attraverso le procedure Skew e Kurt contenute nel pacchetto DescTools. I dati normalizzati sono stati sottoposti ad ANOVA utilizzando la procedura MIXED. Il modello



statistico applicato ha incluso l'effetto fisso di trattamento, il tempo, la fase e l'interazione trattamento-tempo. Il tempo è stato considerato come una misura ripetuta. È stato applicato il seguente modello:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + LS_j + F_m + TLS_{ij} + D_k + \epsilon_{ijmk};$$

Y_{ijk} indica le variabili dipendenti (parametri del sangue, latte...),
 μ è la media complessiva,
 T_i è l'effetto del trattamento ($i = \text{CTR e Raffrescato o Riscaldato}$),
 LS_j è l'effetto di tempo
 F_m è l'effetto della fase ($m = 1, 2$),
 TLS_{ij} è il termine di interazione,
 D_k è l'effetto casuale della vacca ($k = 1, \dots, 20$),
 ϵ_{ijmk} è il componente di errore casuale.

Il confronto a coppie è stato fatto utilizzando gli LSD (Least Significant Difference). La differenza è stata considerata statisticamente significativa per $P < 0.05$, mentre è stata considerata una tendenza alla significatività per $P < 0.10$.

RISULTATI e DISCUSSIONE

Fase Calda

Condizioni climatiche: La ricerca svolta nella fase estiva è iniziata il 20 Giugno ed è terminata il 9 Agosto. In questo periodo il THI medio è stato pari a $84,5 \pm 3.95$, con temperature medie superiori ai 30°C ed umidità relativa pari mediamente al 67% (**Grafico 3**). Durante il periodo le temperature minime si sono attestate mediamente a $19.09^\circ\text{C} \pm 2.90$. Solo in concomitanza con eventi temporaleschi l'indice THI ha mostrato valori inferiori a 75. Pertanto, la ricerca è avvenuta in una fase di moderato-severo stress termico.

Nella fase estiva, sulla base della nostra prova di efficacia, il sistema di raffrescamento utilizzato ha consentito di raffrescare il corpo delle bovine di oltre 1°C per il tempo in cui rimanevano coricate.

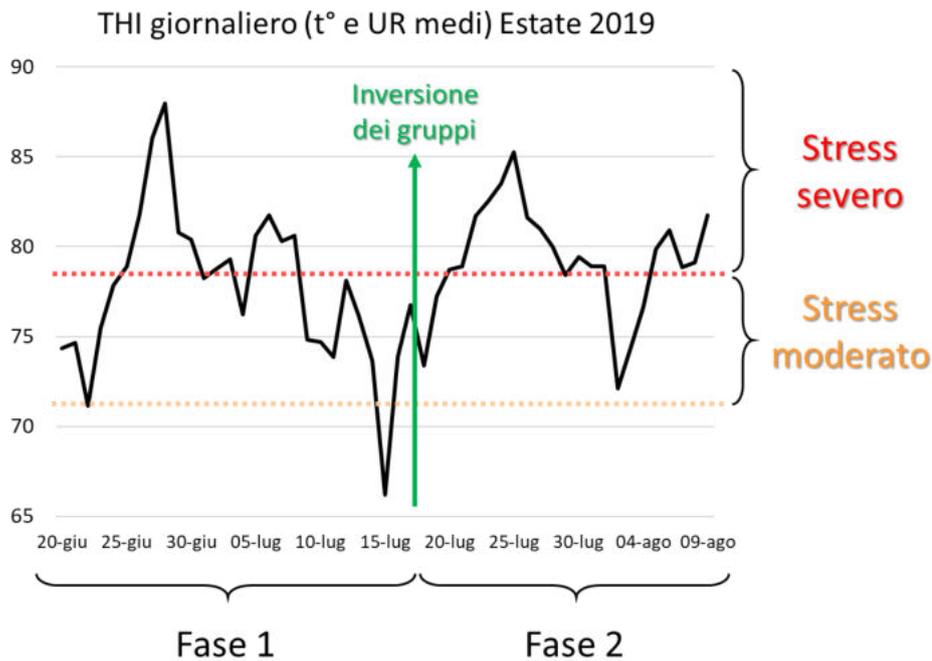
Stato di salute delle bovine: Durante la prova lo stato di salute generale delle bovine è rimasto generalmente buono. Tuttavia, sono stati rilevati quattro fenomeni infiammatori a carico della mammella, 3 relativi a bovine del gruppo controllo ed uno di una bovina del gruppo raffrescato. Per tutti è stato necessario intervenire con una terapia antibiotica locale. Inoltre, una bovina nel gruppo controllo, ha subito un severo trauma causato da uno scivolamento, che ne ha comportato l'abbattimento. Il numero di problemi osservato nel corso della prova è risultato abbastanza elevato considerato che si è operato in una fase di lattazione medio-avanzata, ma in linea con quanto normalmente accade nei mesi estivi, quando le bovine sono sottoposte ad un importante stress da caldo.

Sebbene non sia possibile eseguire una analisi statistica di questi dati per l'esiguità dei capi coinvolti, è interessante osservare che le bovine del gruppo raffrescato hanno presentato una condizione nettamente migliore nell'intero periodo di prova (un solo problema sanitario verso 4 delle bovine di controllo), in



presumibile relazione con la loro migliore condizione metabolica ed immunitaria e, quindi, della migliore capacità di fronteggiare gli insulti ambientali.

Grafico 3 - Andamento del THI medio giornaliero nel corso della sperimentazione della fase Calda



I soggetti con problemi di salute sono stati eliminati dalle elaborazioni successive per non condizionare i risultati, anche considerato che tali bovine avevano ricevuto trattamenti farmacologici e mostrato severi cali produttivi.

Produzione, attività motoria e tempo di riposo: A livello produttivo, di attività motoria e di riposo medio giornaliero le bovine dei due gruppi non hanno mostrato differenze statisticamente significative (**Tabella 1**).

Relativamente alla produzione di latte le bovine con cuccette raffrescate sono risultate tendenzialmente più produttive (TRT: 38.4 ± 5.8 vs. CTR: 37.7 ± 4.9 L/capo/d; pari a +1.9 %) rispetto a quelle di Controllo. La differenza di circa 0.7 L/giorno in più, per la notevole variabilità all'interno dei gruppi, non è risultata statisticamente significativa, ma appare lusinghiera considerato che il raffrescamento effettivo del pavimento era tutto sommato modesto, e suggerisce ulteriori approfondimenti di questa tecnologia su un numero più consistente di bovine.

Sorprendentemente, le bovine con cuccette raffrescate non hanno riposato più a lungo nel corso della giornata, ma bensì hanno ridotto il tempo di riposo di circa 50 min/capo/d. La differenza non è statisticamente significativa perché le bovine di entrambi i gruppi hanno mostrato una ampia variabilità tra i soggetti, tuttavia il dato appare interessante. Potrebbe suggerire che le bovine con stress da caldo si coricano quando sono esauste pur usufruendo di una migliore condizione di ventilazione quando sono in piedi. Le bovine con



cucette raffrescate potrebbero aver goduto della migliore dispersione di calore stando coricate, pur se condizione non ottimale specialmente durante le ore diurne, consentendo di mantenere una condizione metabolica migliore. Questo giustificerebbe la loro maggiore produttività e minor incidenza di problematiche di salute. Appare altresì probabile che il raffrescamento delle cucette e della lettiera costituita da digestato separato solido, potrebbe aver contribuito a mantenere più stabile la lettiera stessa favorendo una minor proliferazione batterica, da cui la minor incidenza di mastiti. In ogni caso questi dati indicano la necessità di ulteriori indagini, perché supporterebbero benefici aggiuntivi di questo dispositivo.

Tabella 1 - Valori giornalieri (media e deviazione standard) della produzione di latte, dell'attività motoria e del tempo di riposo nel corso della fase Calda nei gruppi di controllo e trattato (NS = differenza non statisticamente significativa)

Variabile	Unità misura	Raffrescate		Controllo		P-value	
		media	sd	media	sd	Tempo x Trattamento	Trattamento
Produzione di latte	L/giorno	38.40	5.38	37.70	6.62	NS	NS
Attività giornaliera	passi/h	206.50	44.62	203.90	2.56	NS	NS
Tempo di riposo	min.	550.10	92.70	599.90	95.55	NS	NS

Profilo ematochimico: Nella tabella 2 sono riportati i valori medi degli indicatori ematici controllati nella fase calda. In generale i parametri hanno mostrato livelli entro i range di riferimento per entrambi i gruppi, confermando che si è operato in una situazione microambientale soddisfacente, nonostante gli alti livelli di THI. Solo 3 parametri, sodio, fosfatasi alcalina e NEFA, hanno mostrato differenze significative ($P < 0.05$) per effetto del trattamento, mentre più numerosi sono i parametri che hanno mostrato un effetto significativo dell'interazione del trattamento con il tempo (**Tabella 1**). Tali differenze sono state ottenute nonostante il raffrescamento a pavimento fosse inferiore alle attese, per cui si ritiene che un maggior calo della temperatura della superficie di riposo potrebbe offrire vantaggi più consistenti.

A livello metabolico non emergono particolari differenze tra i gruppi e, in taluni casi, queste appaiono anche difficilmente spiegabili. Probabilmente, tali differenze sono correlabili alla irregolarità delle ondate di calore che hanno determinato, tra i loro effetti, anche un cambiamento delle dinamiche di ingestione alimentare. I livelli ematici di urea e colesterolo più bassi e quelli di glucosio più alti ($P < 0.01$ dell'interazione tempo x trattamento) nelle bovine con cucette raffrescate sembrano suggerire una migliore condizione metabolica di tale gruppo rispetto al controllo. Non è chiaro invece il significato del valore leggermente più elevato dei NEFA circolanti delle bovine trattate ($P < 0.05$ dell'interazione tempo x trattamento), in quanto tali bovine hanno mostrato una condizione metabolica migliore, come appena detto, ed un livello produttivo più elevato. Tale situazione potrebbe deporre dunque per una variazione dell'ingestione alimentare nel corso della giornata, ovvero per un consumo notturno più elevato nelle bovine del gruppo di controllo, da cui un calo più marcato al momento del prelievo ematico eseguito il mattino.



Tabella 2 – Livello (media \pm deviazione standard) degli indicatori ematici nel corso della fase Calda nei gruppi controllo e trattato. (NS = differenza non statisticamente significativa)

Variabile	Unità misura	Raffrescate		Controllo		P-value	
		media	sd	media	sd	Tempo x Trattamento	Trattamento
Ematocrito	L/L	0.31	0.02	0.32	0.02	NS	NS
Glucosio	mmol/L	4.28	0.29	4.24	0.24	<0.01	NS
Colesterolo	mmol/L	5.46	0.92	5.56	0.85	NS	NS
Urea	mmol/L	6.96	1.17	7.26	1.35	NS	NS
Ca	mmol/L	2.56	0.18	2.60	0.14	NS	NS
P	mmol/L	1.96	0.39	2.10	0.34	<0.10	NS
Mg	mmol/L	1.04	0.09	1.01	0.08	NS	NS
Na	mmol/L	141.93	1.90	143.19	2.02	NS	<0.05
K	mmol/L	4.07	0.39	4.11	0.36	NS	NS
Cl	mmol/L	102.08	2.27	102.18	2.42	NS	NS
Zn	mmol/L	10.70	2.43	11.36	2.42	<0.01	NS
Ceruloplasmina	mcmol/L	1.82	0.63	1.82	0.53	NS	NS
Proteine totali	g/L	85.33	5.42	85.72	4.78	NS	NS
Albumine	g/L	38.74	2.38	39.03	2.05	<0.05	<0.10
Globuline	g/L	46.60	7.18	46.69	6.15	NS	NS
AST/GOT	U/L	111.22	29.02	112.15	29.86	NS	NS
GGT	U/L	30.85	10.03	34.68	23.94	NS	NS
Bilirubina totale	mcmol/L	2.00	1.19	1.74	1.07	<0.10	NS
Fosfatasi alcalina	U/L	50.97	22.17	55.00	23.07	<0.05	<0.05
Aptoglobina	g/L	0.28	0.20	0.32	0.30	<0.05	NS
NEFA	mmol/L	0.25	0.22	0.21	0.16	<0.01	<0.01
Creatinina	mcmol/L	85.75	6.70	86.31	6.38	<0.01	NS
BOHB	mmol/L	0.44	0.19	0.54	0.25	<0.10	NS
LDH	U/L	2408.96	480.59	2472.46	535.19	NS	NS
Paraoxonasi	U/ml	107.53	25.30	110.43	25.03	NS	NS
ROMt	mg H ₂ O ₂ /100ml	12.69	3.31	12.72	2.74	NS	NS
SOD	U/L	0.07	0.04	0.08	0.05	NS	NS
Mieloperossidasi	U/L	463.54	44.75	467.43	52.62	NS	NS
FRAP	mcmol/L	157.38	23.52	171.69	102.16	NS	NS
AOPP	mcmol/L	45.42	6.59	47.73	7.68	NS	NS

Di interesse, sebbene di modesta entità, risulta anche il livello più basso di aptoglobina nelle bovine trattate (P<0.05 dell'interazione tempo x trattamento). Questo parametro infatti, è una proteina di fase acuta che si innalza in caso di stati infiammatori. Un suo più basso livello dunque indica una più bassa frequenza di eventi infiammatori nel gruppo trattato e/o la tendenza ad un più rapido recupero dalla condizione infiammatoria. Tuttavia, in questa prova non ci sono altri biomarcatori che supportano la migliore condizione dell'immunità innata delle bovine del gruppo con cuccetta raffrescata, per cui il risultato deve trovare conferma in ulteriori indagini. Il dato delle albumine che mostra una tendenza ad essere più basso nel gruppo trattato in realtà non pare di grande rilievo, in quanto presenta una concentrazione decisamente buona in entrambi i gruppi, ben al di sopra dei livelli minimi (33 g/l).



Di un certo interesse sono anche le differenze di sodio e fosfatasi alcalina, le cui variazioni in precedenti ricerche hanno dimostrato una relazione con l'intensità dei fenomeni di stress da caldo. In particolare, i valori più alti di sodio plasmatico osservati nel gruppo controllo deporrebbero per una situazione di stress più marcata rispetto alle bovine con cuccette raffrescate.

Composizione del latte e caratteristiche casearie: Nella tabella 3 è riportata la composizione del latte e alcuni parametri relativi alle proprietà casearie dei due gruppi di bovine. Le differenze sono risultate assai modeste e per certi versi sorprendenti in quanto le bovine con cuccette raffrescate hanno mostrato la tendenza al calo del titolo lipidico ($P < 0.10$) ed una lievissima riduzione dell'acidità titolabile (solo 0.01 °SH/50 ml, $P < 0.05$). Pur non significativo per l'elevata variabilità del parametro è anche da segnalare il minor tenore in cellule somatiche delle bovine trattate, in quanto ben si accorda con la tendenza ad avere una maggiore incidenza di mastiti nel gruppo di bovine con cuccetta non raffrescata.

Tabella 3 - Livello (media \pm deviazione standard) dei parametri del latte nel corso della fase Fredda nei gruppi controllo e trattato.

Variabile	Unità misura	Raffrescate		Controllo		P-value	
		media	sd	media	sd	Tempo x Trattamento	Trattamento
Grasso	%	3.19	0.76	3.42	0.54	<0.10	NS
Proteine	%	3.31	0.22	3.31	0.21	NS	NS
Caseina	%	2.52	0.17	2.52	0.16	NS	NS
Lattosio	%	5.10	0.26	5.20	0.13	NS	NS
Acidità Titolabile	°SH/50 ml	2.87	0.37	2.88	0.34	<0.05	NS
Urea	mg/100 ml	24.64	7.68	19.72	9.14	NS	NS
Cellule somatiche	n/mcl	93.25	124.60	139.42	248.62	NS	NS
Log[Cellule somatiche]		3.87	1.21	3.89	1.39	NS	NS
Tempo di coagulazione (r)	minuti	19.77	5.11	19.35	4.80	NS	NS
Consistenza del coagulo (a30)	mm	21.27	15.48	22.05	12.66	NS	NS
Tempo di rassodamento (k20)	minuti	4.95	1.33	5.55	1.47	NS	NS

Non è facile interpretare tali dati, ma si ritiene che il calo di grasso potrebbe essere parzialmente giustificato dal lieve aumento produttivo osservato nelle bovine con cuccette raffrescate e, forse, dalla differente dinamica delle fermentazioni ruminali, innescate dal modificato comportamento alimentare di cui si è fatto precedentemente cenno. Tuttavia, sembrano più plausibili altri due meccanismi:

- L'eliminazione delle bovine con mastiti cliniche nel gruppo controllo ha eliminato i soggetti che probabilmente avevano mostrato la maggior suscettibilità allo stress da caldo. Tale fatto ha paradossalmente avvantaggiato tale gruppo, almeno per alcuni aspetti, come per esempio il titolo



lipidico, il cui calo è spesso osservato durante periodo di caldo. D'altra parte, il mantenimento di soggetti trattati con antibiotici nei gruppi avrebbe alterato enormemente molti più parametri;

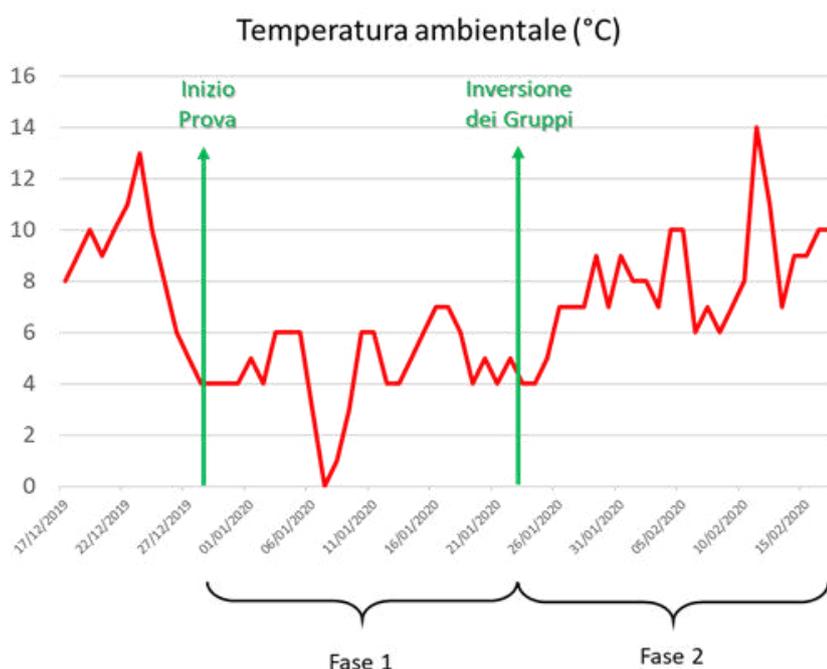
- L'effetto principale del raffreddamento della cuccetta potrebbe essersi espletato a livello del digestato separato solido, che sarebbe stato reso più stabile da un punto di vista microbiologico nel periodo estivo, riducendo quindi il rischio di affezioni mammarie nel gruppo trattato. L'effetto sullo stress termico a livello metabolico potrebbe essere stato trascurabile o comunque minore di quello esercitato a livello mammario.

Non è possibile dare una risposta definitiva, probabilmente il risultato finale è dovuto alla combinazione di tali fattori.

Fase Fredda

Condizioni climatiche: La ricerca della fase Fredda è stata eseguita tra gennaio e febbraio 2020. Sulla base del test preliminare eseguito appena prima dell'inizio della prova si è potuto appurare che il nostro prototipo era in grado di determinare un riscaldamento della lettiera di circa +7 °C rispetto alla cuccetta di controllo. La ricerca tuttavia, è avvenuta in un inverno non particolarmente rigido. Come mostra il grafico 4, le temperature medie giornaliere registrate nel periodo di prova non sono mai scese sotto gli 0°C e molto sopra la soglia minima di termoneutralità.

Grafico 4 - Andamento della temperatura media giornaliera nel corso della sperimentazione della fase Fredda





Stato di salute delle bovine: Nel corso di tale fase non sono state evidenziate differenze delle condizioni di salute delle bovine, a dimostrazione che nella fase invernale le problematiche sanitarie sono generalmente molto ridotte, specialmente nella fase medio-avanzata di lattazione in cui abbiamo operato.

Produzione, attività motoria e tempo di riposo: Il riscaldamento della cuccetta non ha mostrato alcun effetto significativo a livello della produzione di latte, attività motoria e tempo di riposo (**tabella 4**). Tuttavia, seppur solo a livello numerico, appare utile segnalare che le bovine trattate hanno mostrato una riduzione dell'attività motoria e un lieve aumento del tempo di riposo. I dati suggeriscono che le bovine potrebbero aver gradito un giaciglio più caldo, ma non sappiamo se questa opzione possa essere considerata favorevole nel complesso della gestione delle attività giornaliere delle bovine. Infatti, una minore attività motoria non è certamente un fatto positivo. Tuttavia, questo aspetto andrebbe approfondito in una situazione climatica più rigida.

Tabella 4 - Valori giornalieri (media e deviazione standard) della produzione di latte, dell'attività motoria e del tempo di riposo nel corso della fase Fredda nei gruppi di controllo e trattato. (NS = differenza non statisticamente significativa)

Variabile	Unità misura	Riscaldate		Controllo		P-value	
		media	sd	media	sd	Tempo x Trattamento	Trattamento
Produzione di latte	L/giorno	42.79	10.11	42.79	9.68	NS	NS
Attività giornaliera	passi/h	133.24	61.52	141.43	75.21	NS	NS
Tempo di riposo	min.	702.92	87.32	698.56	94.30	NS	NS

Profilo ematochimico: A livello ematochimico (**tabella 5**) sono emerse molte differenze significative tra i gruppi, ma spesso di modesta entità. La ragione di tali differenze risiede nel fatto che nella stagione invernale non ci sono molti fattori che possono modificare la fisiologia delle bovine e che la prova si è svolta in una fase di lattazione in cui le variazioni dei parametri ematochimici sono assai limitate. In generale tuttavia quasi tutti i parametri ematici rientrano nei range di riferimento.

A livello metabolico tuttavia, si osservano livelli di glicemia e uremia piuttosto elevati in tutti i soggetti, ad indicare un probabile eccessivo apporto di energia e proteine con la razione alimentare. Interessante osservare che il riscaldamento della cuccetta coincide con una lieve riduzione della glicemia ($P < 0.01$). Non è invece facilmente spiegabile il lieve aumento ($P < 0.05$) di NEFA, che suggerisce un innalzamento di acidi grassi mobilizzati dalle riserve corporee, e di urea (NS). Si tratta tuttavia di minime differenze che potrebbero riguardare un differente intervallo tra ultimo pasto e prelievo ematico. Come per la fase Calda, anche nella Fredda, la climatizzazione della cuccetta potrebbe aver modificato i ritmi circadiani di riposo ed accesso alla mangiatoia.



Tabella 5 - Livello (media \pm deviazione standard) degli indicatori ematici nel corso della fase Fredda nei gruppi controllo e trattato. (NS = differenza non statisticamente significativa)

Variabile	Unità misura	Riscaldare		Controllo		P-value	
		media	sd	media	sd	Tempo x Trattamento	Trattamento
Ematocrito	L/L	0.31	0.03	0.30	0.02	NS	NS
Glucosio	mmol/L	4.48	0.36	4.55	0.27	NS	< 0.01
Colesterolo	mmol/L	5.06	1.13	5.02	1.04	NS	NS
Urea	mmol/L	7.04	1.00	6.69	1.06	NS	NS
Ca	mmol/L	2.52	0.11	2.52	0.10	NS	NS
P	mmol/L	1.86	0.39	1.80	0.43	NS	NS
Mg	mmol/L	1.01	0.10	1.02	0.12	NS	NS
Na	mmol/L	140.12	1.86	140.39	2.29	NS	NS
K	mmol/L	4.10	0.31	4.09	0.33	NS	NS
Cl	mmol/L	102.45	1.90	102.46	2.17	NS	NS
Zn	mmol/L	12.21	3.18	11.48	3.06	NS	< 0.01
Ceruloplasmina	mcmol/L	1.47	0.58	1.56	0.61	NS	NS
Proteine totali	g/L	81.47	3.82	80.96	3.39	NS	< 0.01
Albumine	g/L	39.15	1.90	38.91	2.20	NS	< 0.01
Globuline	g/L	42.32	3.49	42.05	3.30	NS	< 0.05
AST/GOT	U/L	104.11	34.24	99.22	25.15	NS	NS
GGT	U/L	28.10	12.37	27.10	8.73	NS	NS
Bilirubina totale	mcmol/L	2.15	0.73	2.08	0.67	NS	NS
Fosfatasi alcalina	U/L	64.14	23.78	62.02	21.28	NS	< 0.01
Aptoglobina	g/L	0.22	0.07	0.21	0.05	NS	NS
NEFA	mmol/L	0.21	0.16	0.17	0.16	NS	< 0.05
Creatinina	mcmol/L	0.50	0.21	0.50	0.18	NS	NS
BOHB	mmol/L	80.90	3.78	80.64	4.25	NS	NS
LDH	U/L	2150.40	327.26	2097.65	336.35	NS	NS
Paraoxonasi	U/ml	105.72	18.13	105.90	16.47	NS	NS
ROMt	mg H ₂ O ₂ /100ml	449.92	50.34	439.12	53.95	NS	< 0.05
Mieloperossidasi	U/L	9.65	2.45	9.98	2.61	NS	NS
FRAP	U/L	180.88	65.48	178.38	74.45	NS	NS
AOPP	mcmol/L	40.13	6.05	40.26	5.59	NS	NS

Le bovine con cuccetta riscaldata hanno anche mostrato livelli più elevati di albumine ($P < 0.01$), globuline ($P < 0.05$) e zinco ($P < 0.05$). Nel complesso tali indicatori suggeriscono una migliore funzionalità epatica ed una minore presenza di fatti che richiedono una risposta di fase acuta epatica, che ad esempio comporta spesso un calo di zinco plasmatico per il sequestro operato dal fegato. A conferma di tali dati, depongono i valori più bassi di ceruloplasmina (proteine di fase acuta che aumenta in caso di risposta di fase acuta) e ROM (metaboliti che pure aumentano in caso di sollecitazione del sistema immunitario innato) delle bovine con cuccette riscaldate, pur se tali variazioni non raggiungono la significatività statistica.

Qualità del latte: Dall'esame della tabella 6 si constata come gli effetti a livello della qualità del latte siano stati inconsistenti dal punto di vista statistico. Tuttavia, possiamo operare due considerazioni.



La prima è la conferma che le diete utilizzate presentavano un eccessivo livello di energia e proteine per le caratteristiche delle bovine oggetto della sperimentazione, in quanto il livello di urea è risultato oltre 35 mg/100 ml (i valori ottimali non dovrebbero superare i 30 mg/100 ml) ed il tenore lipidico non è risultato particolarmente elevato (3.5-3.6 %).

La seconda considerazione riguarda le caratteristiche del latte delle bovine con cuccette riscaldate che sono risultate in generale migliori di quelle delle bovine di controllo: tenori lipidico e proteico maggiore con caratteristiche lattodinamografiche (r e a30 in particolare) migliori. Tale dati incoraggiano quindi a verificare l'effetto del condizionamento delle cuccette in condizioni climatiche più estreme di quelle che si sono potute seguire nella presente ricerca.

Tabella 6 - Livello (media \pm deviazione standard) dei parametri del latte nel corso della fase Fredda nei gruppi controllo e trattato.

Variabile	Unità misura	Riscaldate		Controllo		P-value	
		media	sd	media	sd	Tempo x Trattamento	Trattamento
Grasso	%	3.65	0.64	3.57	1.00	NS	NS
Proteine	%	3.39	0.20	3.37	0.17	NS	NS
Caseina	%	2.56	0.17	2.53	0.14	NS	NS
Lattosio	%	5.27	0.19	5.25	0.20	NS	NS
Acidità Titolabile	°SH/50 ml	3.30	0.27	3.35	0.23	NS	NS
Urea	mg/100 ml	35.10	6.18	34.51	4.32	NS	NS
Cellule somatiche	n/mcl	76.55	89.56	38.83	49.61	NS	NS
Log[Cellule somatiche]		3.48	1.18	3.13	0.95	NS	NS
Tempo di coagulazione (r)	minuti	35.57	6.63	34.87	7.90	NS	NS
Consistenza del coagulo (a30)	mm	34.25	12.70	33.08	10.69	NS	NS
tempo di rassodamento (k20)	minuti	4.75	1.47	5.37	1.80	NS	NS

Considerazioni conclusive

Con questa sperimentazione si è inteso valutare gli effetti a livello di performance, comportamentale, fisiologico e di qualità del latte di un prototipo di climatizzazione a pavimento collocato nell'area di riposo a cuccette, che integrasse i classici dispositivi esistenti di contenimento dello stress termico (ventilazione e nebulizzazione acqua in estate, protezione da aria rigida in inverno). Il prototipo messo a punto ha mostrato di essere efficace ad aumentare la temperatura di cuccetta nel periodo invernale, mentre in estate ha consentito una riduzione della superficie di riposo inferiore alle attese. Tuttavia, dalle nostre prove preliminari abbiamo stimato la capacità di abbassare di circa un grado la temperatura di una massa di acqua analoga a



quella di un corpo bovino per molte ore. Abbiamo verificato che l'efficienza del sistema di raffreddamento ha certamente una interazione con il lettino utilizzato a ricoprire le serpentine metalliche. Nel nostro caso l'impiego di digestato separato solido ha certamente contribuito a vanificare una parte dell'effetto rinfrescante, suggerendo che la scelta della lettiera è molto importante almeno nel periodo di stress da caldo.

Un secondo elemento che ha modificato in parte le attese del lavoro è legato all'andamento climatico. Avevamo a disposizione per la realizzazione del progetto solamente una stagione estiva ed una invernale, considerato che la prima stagione invernale è stata spesa per progettare e realizzare il prototipo, nonché allestire gli ambienti dove sviluppare la ricerca. L'estate è stata certamente calda, ma come usuale le ondate di calore non sono state regolari con qualche interruzione importante causata da eventi temporaleschi. La stagione invernale invece è stata decisamente anomala con temperature medie giornaliere che non sono mai state rigide, e di notte mai sotto gli 0 °C.

Nonostante le limitazioni del nostro sistema e le anomalie climatiche delle stagioni, la ricerca ha consentito di ottenere alcuni dati di sicuro interesse scientifico ed applicativo che possono essere così riassunti:

- a. Mitigazione dello stress da caldo sfruttando anche la dissipazione termica per conduzione dal corpo dell'animale durante la fase di riposo.
 - Riduzione del numero di affezioni cliniche, mastiti principalmente
 - Lieve aumento produttivo
 - Calo del tenore lipidico, pur con un tenore di cellule somatiche tendenzialmente minore
 - Miglioramento delle condizioni metaboliche e di alcuni marcatori della risposta dell'immunità innata

Non è tuttavia chiaro se tali miglioramenti siano dovuti ad una stabilizzazione della lettiera costituita da digestato separato solido che hanno ridotto il rischio di infezioni a livello mammario o per una attenuazione degli effetti negativi a livello immuno-metabolici causati dallo stress da caldo.

- b. Mitigazione dello stress da freddo sfruttando il riscaldamento del corpo dell'animale durante la fase di riposo.
 - Lieve miglioramento delle condizioni immuno-metaboliche delle bovine
 - Lieve miglioramento delle caratteristiche qualitative del latte

I risultati di tali ricerche appaiono promettenti. Tuttavia, è indispensabile eseguire ulteriori ricerche nelle seguenti direzioni:

- aumento dell'efficacia del sistema di raffreddamento a pavimento sia in termini di riduzione della temperatura di pavimento che di individuazione del miglior lettino di copertura del dispositivo rinfrescante;
- studio di dispositivi più economici e semplici da realizzare, in modo da aumentare la trasferibilità in allevamenti commerciali;
- aumento del numero di bovine coinvolte nelle prove per acquisire informazioni relative allo stato sanitario ed in condizioni di climatizzazione aerea differente;



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Dipartimento di Scienze Animali, della Nutrizione e degli Alimenti - DIANA

- approfondimento delle indagini sul comportamento animale (in particolare tempo di riposo ed dinamica alimentare);
- veridiche più approfondite sulla qualità del latte, in particolare a livello igienico (tenore di cellule somatiche, in estate particolarmente) e delle caratteristiche casearie (in entrambe le stagioni).

Il responsabile Scientifico