Progetto MILKLIMAT
sottomisura 16.2 GAL START

# *Monitoraggio microclimatico e benessere animale*

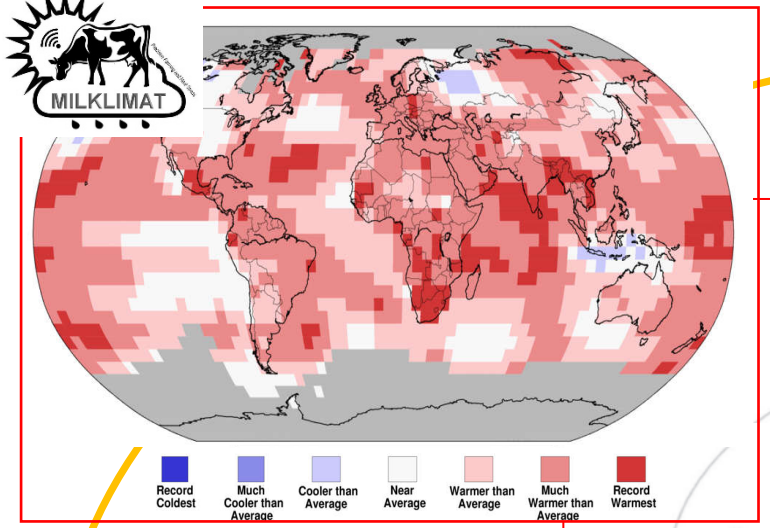
*Sistemi di precisione automatizzati nella gestione dell'allevamento bovino da latte in Mugello per far fronte ai cambiamenti climatici*


*PhD Alessandro Messeri*

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DAGRI DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE, ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI

Fondazione Clima e Sostenibilità


*«Sistemi di precisione automatizzati nella gestione dell'allevamento bovino da latte in Mugello per far fronte ai cambiamenti climatici»*
*Kick off meeting 24 luglio 2020*
*11:00-13:00*




*Fonte: NOAA 2019. Temperature globali tra giugno ed agosto 2019*

# Elevata temperatura ambientale

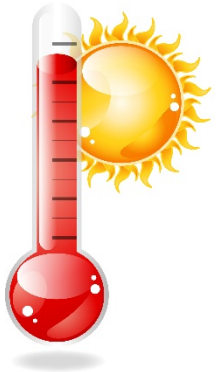
## Stati affettivi

*Fame e sete*

*Stress*

*Aggressività*

*Malessere*



## Funzionamento biologico e benessere

*Alterazione della respirazione*

*Andamento dei calori*

*Produzione di latte*

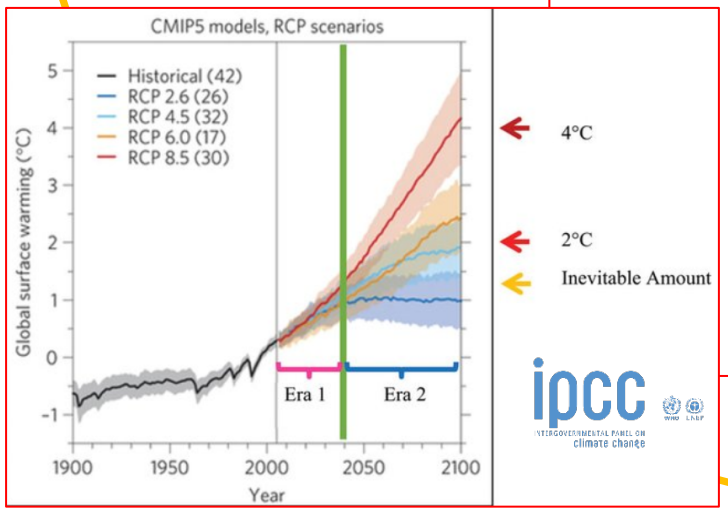
## Vita naturale

*Adattamento evolutivo*

*Variazione del comportamento della mandria*

*Ricerca di zone d'ombra*

*Fonte: modificato da Polsky et al 2017. DOI:https://doi.org/10.3168/jds.2017*




*Fonte: IPCC. Scenari di andamento della temperatura*

Fondazione Clima e Sostenibilità

*«Sistemi di precisione automatizzati nella gestione dell'allevamento bovino da latte in Mugello per far fronte ai cambiamenti climatici»*

*Kick off meeting 24 luglio 2020*

*11:00-13:00*

# La biometeorologia



E definita come una scienza interdisciplinare che studia le interazioni tra processi atmosferici e organismi viventi – piante, animali e esseri umani. Tra gli argomenti di cui si occupa la biometeorologia, molto spazio è anche dedicato allo studio dei rapporti tra fattori climatici e manifestazioni stagionali di alcune fasi della vita vegetale e animale, nonché studi sulla valutazione del livello di tolleranza degli organismi viventi a condizioni ambientali e in particolare meteo-climatiche estreme. In modo molto schematico, quindi, è possibile distinguere tre branche fondamentali:

## Biometeorologia umana

Studia l'impatto derivante dalle interazioni tra processi atmosferici e meteo-climatici in particolare sugli esseri umani, mediante indagini epidemiologiche, valutazione del comfort termico, e includendo anche le relazioni tra clima e malattie trasmesse da vettori.

## Biometeorologia animale

Studia le interazioni tra processi atmosferici e il comportamento, la salute e il benessere degli animali, sia domestici, selvatici, animali da laboratorio e altri vertebrati o invertebrati del regno animale

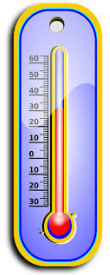
## Biometeorologia vegetale

Studia le interazioni tra processi atmosferici e le piante in generale, colture agrarie e foreste

# Indici biometeorologici



La percezione dell'ambiente termico all'aperto e la conseguente condizione di benessere o disagio termo-fisiologico da caldo o da freddo non è determinata dall'effetto di un singolo parametro meteorologico (spesso il riferimento è alla sola temperatura dell'aria), ma bensì dalla complessa combinazione tra temperatura e umidità dell'aria, vento, pressione atmosferica e radiazione solare A tal proposito, sono stati sviluppati numerosi indici, definiti anche come "indici biometeorologici", che, mediante l'applicazione di semplici formule empiriche, rendono possibile la stima della temperatura percepita. La temperatura percepita, che si esprime in gradi centigradi (°C), differisce spesso, in maniera anche sostanziale, dalla temperatura dell'aria misurata mediante un comune termometro. Dal secolo scorso, oltre **150 indici biometeorologici** sono stati sviluppati ed utilizzati per valutare le condizioni di benessere e disagio termico per gli esseri viventi.



## Indici biometeorologici per il settore zootecnico

Benessere animale

Stress

Performance

# Indice THI (Temperature Humidity Index)

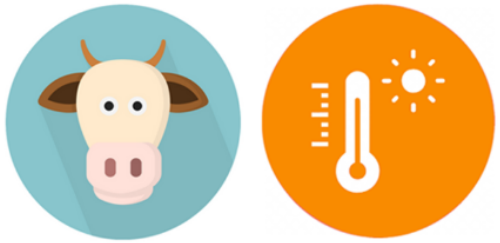
| Temp | | Relative Humidity (%) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| F | C | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
| 77 | 25.0 | | | | | | 72 | 72 | 73 | 73 | 74 | 74 | 75 | 75 | 76 | 76 | 77 |
| 78 | 25.6 | | NO STRESS | | | 72 | 73 | 73 | 74 | 74 | 75 | 75 | 76 | 76 | 77 | 77 | 77 |
| 79 | 26.1 | | | | 72 | 76 | 73 | 74 | 74 | 75 | 76 | 76 | 77 | 77 | 78 | 78 | 79 |
| 80 | 26.7 | | 72 | 72 | 73 | 76 | 74 | 74 | 75 | 76 | 76 | 77 | 78 | 78 | 79 | 79 | 80 |
| 81 | 27.2 | 72 | 72 | 73 | 73 | 74 | 75 | 75 | 76 | 77 | 77 | 78 | 78 | 79 | 80 | 80 | 81 |
| 82 | 27.8 | 72 | 73 | 73 | 74 | 75 | 75 | 76 | 77 | 77 | 78 | 79 | 79 | 80 | 81 | 81 | 82 |
| 83 | 28.3 | 73 | 73 | 74 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 78 | 79 | 80 | 80 | 81 | 82 | 82 | 83 |
| 84 | 28.9 | 73 | 74 | 75 | 75 | 76 | 77 | 78 | 78 | 79 | 80 | 80 | 81 | 82 | 83 | 83 | 84 |
| 85 | 29.4 | 74 | 75 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 79 | 80 | 81 | 81 | 82 | 83 | 84 | 84 | 85 |
| 86 | 30.0 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 78 | 79 | 80 | 81 | 81 | 82 | 83 | 84 | 84 | 85 | 86 |
| 87 | 30.6 | 75 | 76 | 77 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 81 | 82 | 83 | 86 | 85 | 85 | 86 | 87 |
| 88 | 31.1 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 86 | 87 | 88 |
| 89 | 31.7 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 86 | 87 | 88 | 89 | 89 |
| 90 | 32.2 | 77 | 78 | 79 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 |
| 91 | 32.8 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 |
| 92 | 33.3 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 |
| 93 | 33.9 | 79 | 80 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 |
| 94 | 34.4 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 |
| 95 | 35.0 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 |
| 96 | 35.6 | 80 | 81 | 82 | 83 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 |
| 97 | 36.1 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 |
| 98 | 36.7 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 |
| 99 | 37.2 | 82 | 83 | 84 | 85 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 96 | 97 | 98 | 99 |
| 100 | 37.8 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 97 | 98 | 99 | 100 |
| 101 | 38.3 | 83 | 86 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 92 | 93 | 96 | 95 | 96 | 97 | 99 | 100 | 101 |
| 102 | 38.9 | 86 | 85 | 86 | 87 | 89 | 90 | 91 | 92 | 96 | 95 | 96 | 97 | 96 | 99 | 101 | 102 |
| 103 | 39.4 | 86 | 86 | 87 | 88 | 89 | 91 | 92 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 100 | 101 | 102 | 103 |
| 104 | 40.0 | 85 | 86 | 88 | 88 | 90 | 91 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 99 | 100 | 101 | 103 | 104 |
| 105 | 40.6 | 86 | 87 | 88 | 89 | 91 | 92 | 93 | 96 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 104 | 105 |
| 106 | 41.1 | 86 | 88 | 89 | 90 | 91 | 93 | 94 | 95 | 97 | 98 | 99 | 101 | 102 | 103 | 105 | 106 |
| 107 | 41.7 | 87 | 88 | 89 | 91 | 92 | 94 | 95 | 96 | 98 | 99 | 101 | 102 | 103 | 105 | 106 | 107 |
| 108 | 42.2 | 87 | 89 | 90 | 92 | 93 | 94 | 96 | 97 | 98 | 100 | 101 | 102 | 104 | 105 | 106 | 108 |
| 109 | 42.8 | 88 | 89 | 91 | 92 | 94 | 95 | 96 | 98 | 99 | 101 | 102 | 103 | 105 | 106 | 107 | 109 |
| 110 | 43.3 | 88 | 90 | 91 | 92 | 94 | 96 | 97 | 98 | 100 | 101 | 102 | 104 | 105 | 106 | 108 | 110 |
| 111 | 43.9 | 89 | 91 | 93 | 94 | 95 | 96 | 98 | 99 | 101 | 102 | 103 | 105 | 106 | 107 | 109 | 111 |

Stress debole

Stress inteso

Stress molto inteso

Morte



$$THI = 0.8*T + RH*(T-14.4) + 46.4$$

Il **Temperature Humidity Index** – conosciuto soprattutto come THI- è una misurazione che viene utilizzata dall'inizio degli anni '90 e analizza gli effetti combinati della **temperatura ambientale e dell'umidità relativa** ed è un modo utile e semplice per valutare il **rischio di stress da calore**. Normalmente il THI viene utilizzato nell'allevamento bovino, sia nelle vacche da latte che negli animali da carne. Le mucche sono animali molto delicati, che soffrono molto il caldo con gravi conseguenze sulla loro produttività e sulla qualità del loro prodotto. Ciò accade perché gran parte dell'energia derivante dal cibo assunto viene utilizzata per mantenere una temperatura corporea costante e quindi non viene destinata ad altre attività (produzione di latte, crescita, gravidanza, ingrasso, ecc.).

- **Garantire una ventilazione corretta ed adeguata**
- **Utilizzo di spruzzatori**

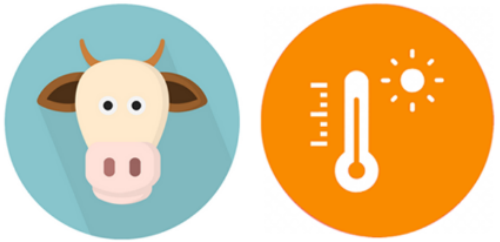
# *Limiti dell' Indice THI (Temperature Humidity Index)*

- **Evoluzione nel tempo della sensibilità al caldo e differenza tra le diverse razze**. I bovini di oggi sono molto più sensibili allo stress da calore rispetto alle mucche degli anni '50 a causa dell'aumento della produzione di latte e dell'assunzione di cibo. Gli studi recenti mostrano che le vacche da latte oggi cominciano a soffrire il caldo a partire da un THI medio di 68 (Vitali, 2009).

- La **persistenza del caldo**. Il THI non consente di misurare **l'accumulo di carico di calore** nel tempo, ad es. dopo diversi giorni di esposizione.

- **Non prende in considerazione l'aspetto radiativo**

- **Non prende in considerazione il vento**



| CLASSI RISCHIO PRODUTTIVITÀ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Indice** | **Nullo** | **Minimo** | **Allerta** | **Emergenza** |
| Diurno | THI ≤ 72 | 72 < THI ≤ 78 | 78 < THI < 84 | THI ≥ 84 |
| Notturno* | THI ≤ 62 | 62 < THI ≤ 68 | 68 < THI < 74 | THI ≥ 74 |
| | | | | |
| **CLASSI RISCHIO MORTALITÀ** | | | | |
| **Indice** | **Nullo** | **Minimo** | **Allerta** | **Emergenza** |
| Diurno | THI ≤ 80 | 80 < THI ≤ 83 | 83 < THI < 87 | THI ≥ 87 |
| Notturno* | THI ≤ 70 | 70 < THI ≤ 73 | 73 < THI < 77 | THI ≥ 77 |
| *Le condizioni meteorologiche della notte sono importanti per valutare la possibilità di ristoro dell'animale dallo stress diurno | | | | |

*Fonte: Mipaaf*

# *Azione 5: "Monitoraggio dei parametri microclimatici all'interno delle aziende"*
# *Monitoraggio microclimatico nelle aziende*

- **Monitoraggio microclimatico  all'interno della stalla**

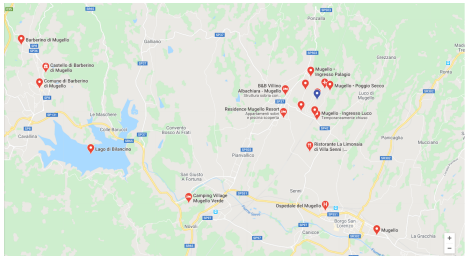
*Azienda «Il Grillo»*

*Azienda «Il Poggiale» (Vicchio)*

*Azienda Remo e Ivo Marchi (Firenzuola)*

- **Monitoraggio microclimatico in ambiente outdoor**

- **Individuazione di stazioni metereologiche eventualmente già presenti nell'area di studio (Mugello) e potenzialmente utilizzabili.**



# Installazione della strumentazione: livello di avanzamento

## Tipologia di sensori

## Parametri misurati

**N.1 stazione meteorologica**

- Temperatura dell'aria (°C)
- Temperatura globotermometrica (°C)
- Velocità del vento (m/sec)
- Umidità relativa dell'aria (%)
- Pressione atmosferica (hPa)
- Radiazione solare (W/m$^2$)

**N.9 termoigrometri**

- Temperatura dell'aria (°C)
- Temperatura globotermometrica (°C)

Fondazione Clima e Sostenibilità

*«Sistemi di precisione automatizzati nella gestione dell'allevamento bovino da latte in Mugello per far fronte ai cambiamenti climatici»*

*Kick off meeting 24 luglio 2020*

*11:00-13:00*

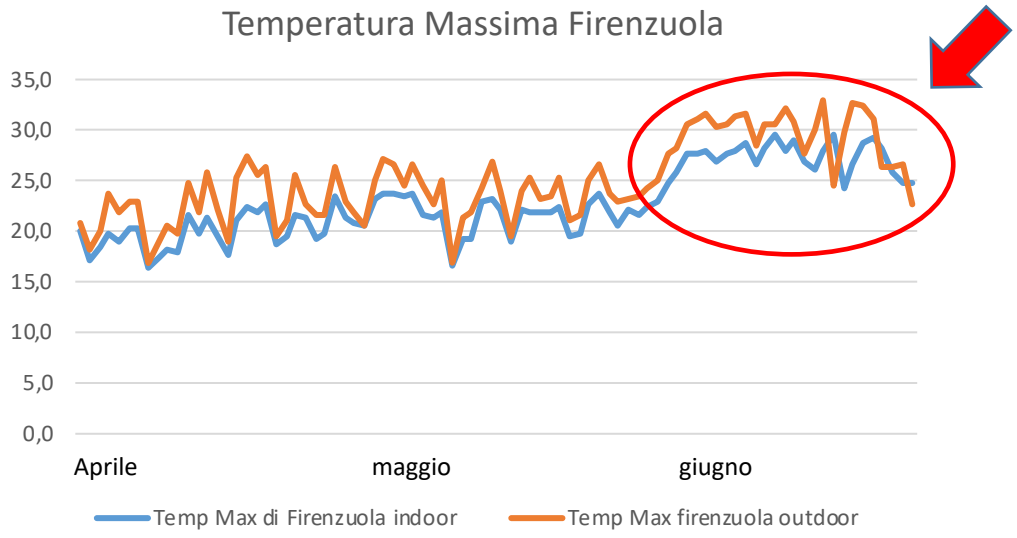
# Installazione della strumentazione: livello di avanzamento

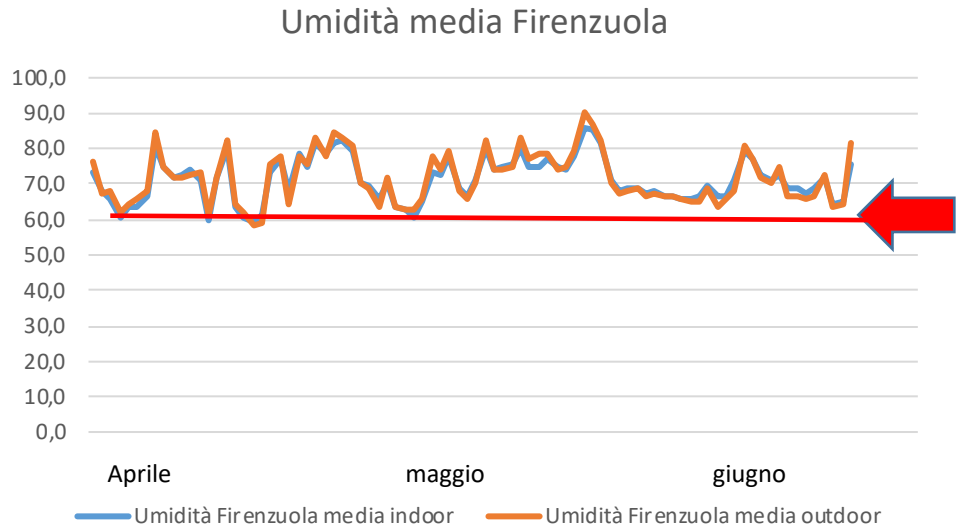
# Azione 5: Creazione database microclimatico outdoor

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Data | Ora | AM/P | Wind direct | Pressione (hF | Radiazione (Watt/m | Vento (m/sec) | Raffica (m/se | Current globo | Temperatura globo | Temperatura (°C) | Umidità ) |
| 2 | 08/09/2019 | 12.00.00 | PM | 23.9 | 975,2 | 778,1 | 0,5 | 2,0 | 11,2 | 45,3 | 31,1 | 50,2 |
| 3 | 08/09/2019 | 12.15.00 | PM | 25.3 | 975,1 | 781,9 | | | | 43,9 | 31,3 | 50,6 |
| 4 | 08/09/2019 | 12.30.00 | PM | 29.5 | 975,2 | 824,4 | | | | 44,5 | 31,9 | 47,8 |
| 5 | 08/09/2019 | 12.45.00 | PM | 313.1 | 975,1 | 841,9 | | | | 46,4 | 33,4 | 45,3 |
| 6 | 08/09/2019 | 01.00.00 | PM | 279.4 | 975,0 | 856,9 | | | | 47,4 | 33,7 | 41,5 |
| 7 | 08/09/2019 | 01.15.00 | PM | 7.0 | 975,0 | 870,6 | | | | 46,1 | 33,3 | 40,2 |
| 8 | 08/09/2019 | 01.30.00 | PM | 115.1 | 974,8 | 834,4 | | | | 41,0 | 32,6 | 44,4 |
| 9 | 08/09/2019 | 01.45.00 | PM | 60.4 | 974,9 | 834,4 | | | | 45,5 | 33,3 | 45 |
| 10 | 08/09/2019 | 02.00.00 | PM | 36.5 | 975,0 | 836,9 | | | | 48,5 | 33,8 | 43,5 |
| 11 | 08/09/2019 | 02.15.00 | PM | 37.9 | 974,9 | 811,9 | | | | 48,0 | 34,3 | 44,1 |
| 12 | 08/09/2019 | 02.30.00 | PM | 67.4 | 975,0 | 778,1 | | | | 46,4 | 33,9 | 44,1 |
| 13 | 08/09/2019 | 02.45.00 | PM | 308.9 | 974,9 | 724,4 | 0,5 | 2,5 | 11,7 | 48,0 | 34,4 | 42 |
| 14 | 08/09/2019 | 03.00.00 | PM | 342.6 | 974,9 | 740,6 | 0,5 | 3,0 | 11,5 | 47,0 | 34,0 | 41,9 |
| 15 | 08/09/2019 | 03.15.00 | PM | 19.7 | 974,9 | 731,9 | 1,0 | 4,0 | 11,3 | 45,7 | 34,0 | 40,1 |
| 16 | 08/09/2019 | 03.30.00 | PM | 28.1 | 974,7 | 700,6 | 1,0 | 3,0 | 11,3 | 45,8 | 34,2 | 38,7 |
| 17 | 08/09/2019 | 03.45.00 | PM | 119.3 | 974,9 | 680,6 | 0,5 | 3,0 | 11,5 | 46,6 | 34,5 | 37,9 |
| 18 | 08/09/2019 | 04.00.00 | PM | 74.4 | 974,7 | 640,6 | 1,0 | 3,0 | 11,4 | 46,4 | 34,7 | 38,5 |
| 19 | 08/09/2019 | 04.15.00 | PM | 61.8 | 974,7 | 615,6 | 0,5 | 3,0 | 11,2 | 44,8 | 34,1 | 37,5 |
| 20 | 08/09/2019 | 04.30.00 | PM | 59.0 | 974,7 | 579,4 | 0,5 | 3,0 | 11,3 | 45,8 | 34,4 | 35,8 |
| 21 | 08/09/2019 | 04.45.00 | PM | 16.8 | 974,7 | 546,9 | 0,5 | 3,5 | 11,4 | 46,3 | 34,8 | 36,9 |

Database

# Azione 5: Creazione database microclimatico in stalla



Fondazione Clima e Sostenibilità

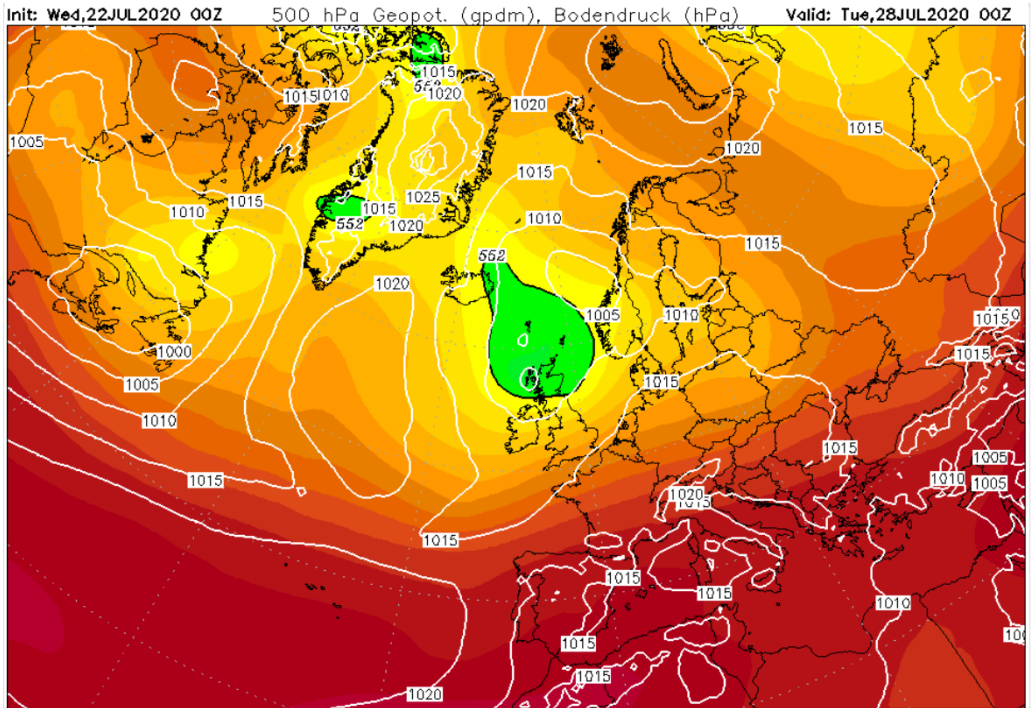
*«Sistemi di precisione automatizzati nella gestione dell'allevamento bovino da latte in Mugello per far fronte ai cambiamenti climatici»*

*Kick off meeting 24 luglio 2020*

*11:00-13:00*

# *Azione 5: "Individuazione di giornate caratterizzate da condizioni di stress da caldo per l'animale»*

Durante le stagioni estive 2020 e 2021, saranno individuate 5 giornate che, in base alle condizioni climatiche presenti, determinano potenziali condizioni di stress da caldo per l'animale

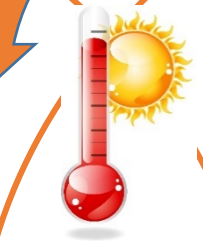



In tali date, le altre unità operative coinvolte nel progetto (DAGRI) provvederanno ad effettuare un monitoraggio puntuale sull'animale, basato essenzialmente sull'analisi del suo comportamento.

# Interazione con Progetto WORKLIMATE

INAIL
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

WORKLIMATE
CLIMA LAVORO PREVENZIONE



Progetto MILKLIMAT
sottomisura 16.2 GAL START

Unione Europea

REPUBBLICA ITALIANA

Regione Toscana

PSR 2014-2020
Programma di Sviluppo Rurale

LEADER

MILKLIMAT

Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto per la BioEconomia

CONSORZIO LaMMA

SST Azienda USL Toscana sud est
Servizio Sanitario della Toscana

DIEPI Lazio

SST Azienda USL Toscana centro
Servizio Sanitario della Toscana

Fondazione Clima e Sostenibilità

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE, ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI

# *Grazie per l'attenzione*

*Sistemi di precisione automatizzati nella gestione dell'allevamento bovino da latte in Mugello per far fronte ai cambiamenti climatici*

**Progetto MILKLIMAT**
**sottomisura 16.2 GAL START**

*PhD Alessandro Messeri*

*«Sistemi di precisione automatizzati nella gestione dell'allevamento bovino da latte in Mugello per far fronte ai cambiamenti climatici»*
*Kick off meeting 24 luglio 2020*
*11:00-13:00*