

CONFERENCISTA

Dr. Rafael A. Molina Montero.

- El Dr. Rafael A. Molina Montero es Médico Veterinario con una Maestría en Ciencias y un MBA.
- Actualmente se desempeña como profesor e investigador del Instituto Tecnológico de Costa Rica, y es el Coordinador General del Programa de Producción Agropecuaria de la Escuela de Agronomía del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Cuenta con más de 20 años de experiencia en el sector lechero, trabajando en Costa Rica y diversos países de Centroamérica. Su especialidad se centra en la gestión de la calidad de la leche, el control de la mastitis bovina y la reproducción animal.
- Entre sus principales líneas de investigación se destacan la mastitis bovina, la reproducción bovina y el estrés calórico en ganado lechero, áreas en las que ha contribuido activamente con proyectos, formación de profesionales y desarrollo tecnológico para el sector agropecuario.

30°



Congreso Nacional LECHERO

05-06 de Noviembre 2025 - Hotel Wyndham Herradura



Adaptación de los Sistemas de Producción de Leche a los nuevos desafíos climáticos



**30 Congreso Nacional Lechero Cámara
Nacional de Productores de Leche**

**Rafael A. Molina Montero. DMV, MSc.
Programa de Producción Agropecuaria
Escuela de Agronomía, ITCR**



TEC | Tecnológico
de Costa Rica



**CÁMARA
NACIONAL DE
PRODUCTORES
DE LECHE**

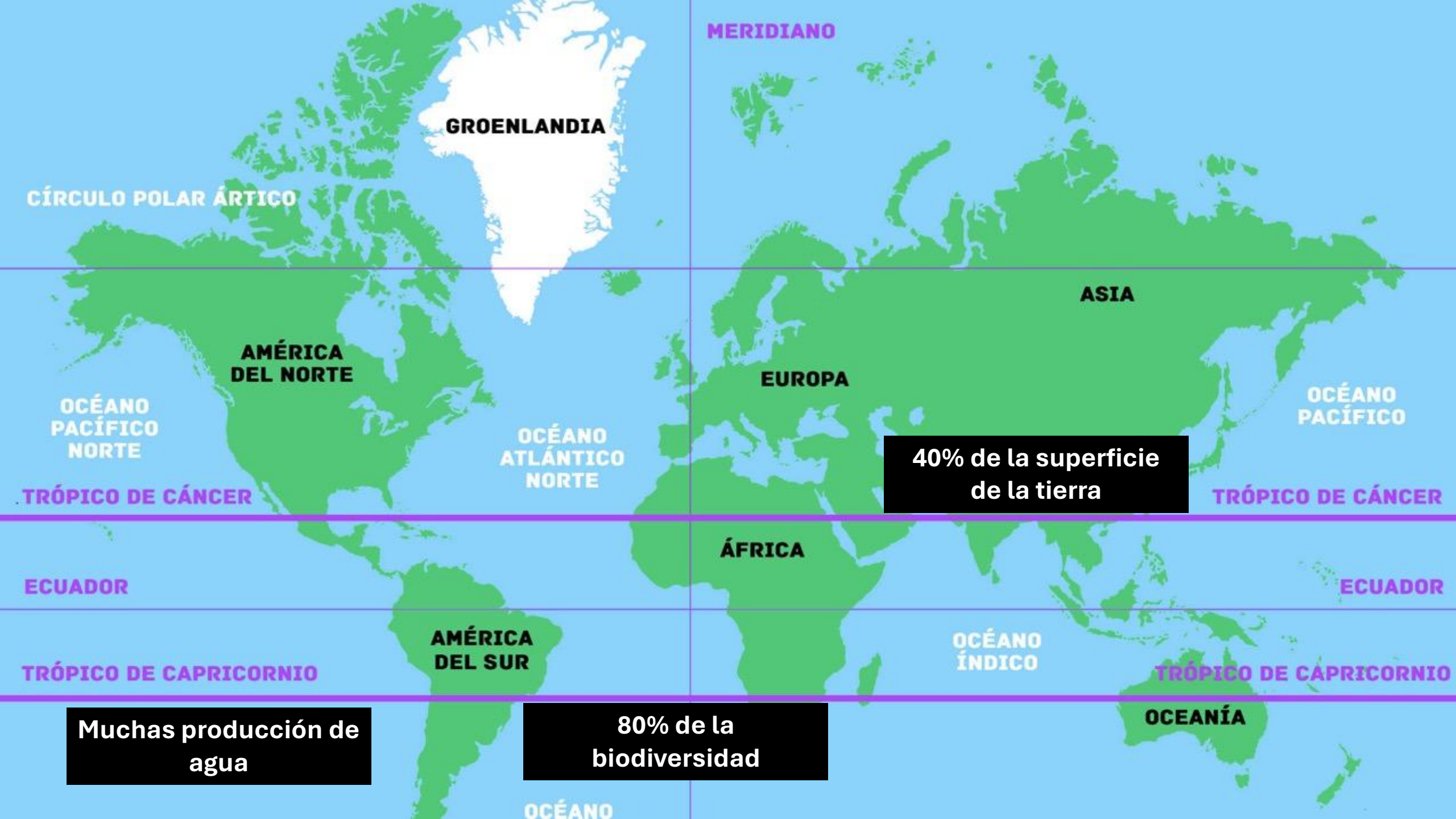
Noviembre 2025

Pronóstico: El cambio climático supone un aumento regional de las temperaturas y una fuerte fluctuación de las precipitaciones, con fuertes lluvias y sequias.

Resultado: Los animales de granja sufrirán mas estrés por calor en el futuro.

Consecuencias: Mayor susceptibilidad a las enfermedades del ganado y un menor rendimiento productivo, especialmente en razas de alta rendimiento.





MERIDIANO

GROENLANDIA

CÍRCULO POLAR ÁRTICO

AMÉRICA
DEL NORTE

OCÉANO
PACÍFICO
NORTE

TRÓPICO DE CÁNCER

OCÉANO
ATLÁNTICO
NORTE

EUROPA

ASIA

OCÉANO
PACÍFICO

40% de la superficie
de la tierra

TRÓPICO DE CÁNCER

EQUADOR

ÁFRICA

AMÉRICA
DEL SUR

TRÓPICO DE CAPRICORNIO

Muchas producción de
agua

80% de la
biodiversidad

OCÉANO
ÍNDICO

EQUADOR

TRÓPICO DE CAPRICORNIO

OCEANÍA

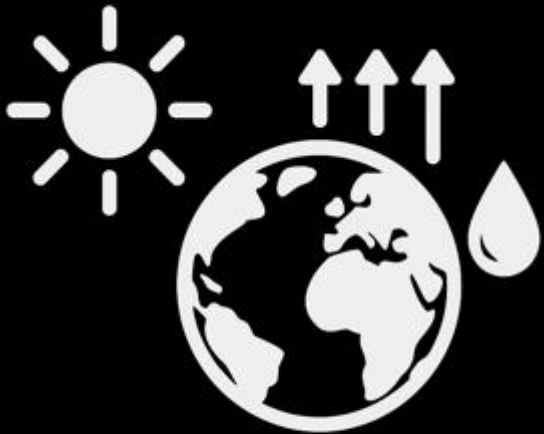
OCÉANO

Desafíos climáticos

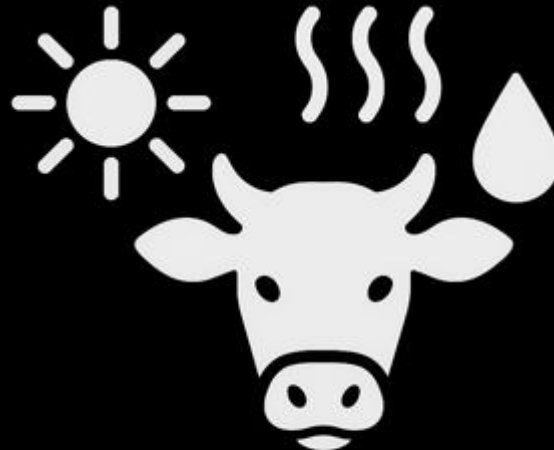


De que estamos
hablando ???

Calentamiento global



CAMBIO CLIMÁTICO



ESTRÉS CALÓRICO

RESILENCIA

Capacidad de adaptarse
positivamente a la adversidad.

Habilidad de afrontar eventos
difíciles y continuar avanzando.

Recuperándose y Fortaleciéndose.

DEFINICION

ESTRÉS CALORICO

"El estrés calórico es una **condición fisiológica** que se presenta cuando la **temperatura ambiental supera** la capacidad del animal para mantener su temperatura corporal dentro de límites óptimos. lo que puede llevar a **efectos adversos en la salud y el rendimiento.**" West, J. W. (2003). "Effects of heat-stress on production in dairy cattle." *Journal of Dairy Science*, 86(6), 2131-2144.

"En bovinos, el estrés calórico se refiere a la **respuesta fisiológica** a **condiciones de calor extremo** que puede resultar en disminución de la ingesta de alimento, **reducción en la producción de leche y compromisos en la salud reproductiva.**" Rhoads, R. P., et al. (2009). "Effects of heat stress on cattle." *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 25(4), 497-507.

"El estrés térmico se define **como el impacto negativo** que experimentan los animales cuando son incapaces de regular su temperatura corporal debido a **altas temperaturas ambientales**, lo que **afecta su bienestar y productividad.**" Mader, T. L., et al. (2006). "Management of feedlot cattle during heat stress." *Animal Production Science*, 46(7), 844-853.



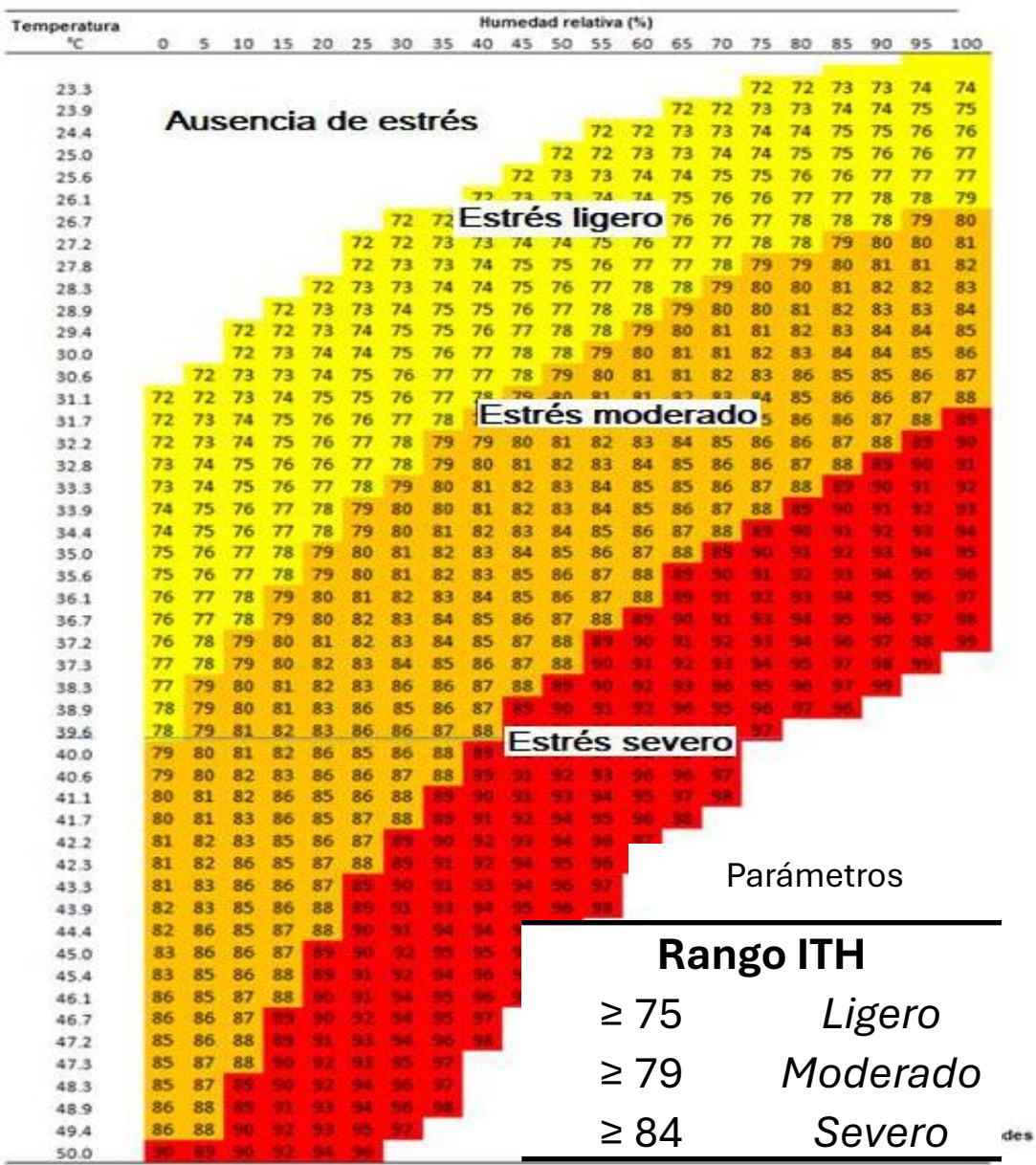
Signos y consecuencias del estrés calórico



Signos visibles por estrés calórico

Consecuencias del estrés calórico

Índice de temperatura / humedad (ITH)



Recognizing Heat Stress in Dairy Cattle: A Scoring System to Help Producers Assess Heat Stress

Puntuación	Diagnostico
Puntuación 0 (normal)	Menos de 59 RPM, sin signos de estrés calórico
Puntuación 1 (leve)	60–99 RPM, inquietud, mayor tiempo de pie y babeo leve (un hilo de saliva).
Puntuación 2 (moderado)	100–119 RPM, jadeo con lengua afuera, babeo moderado, cabeza baja, letargia parcial.
Puntuación 3 (severo)	≥120 RPM, espuma o babeo excesivo, depresión evidente, esfuerzo abdominal para respirar, animales agrupados, letargia marcada.
Puntuación 4 (extremo/cerca de la muerte)	Respiración con boca abierta y lengua afuera, debilidad extrema, movimientos torpes o caídas, aislamiento del grupo, posible disminución de frecuencia respiratoria en fases finales.

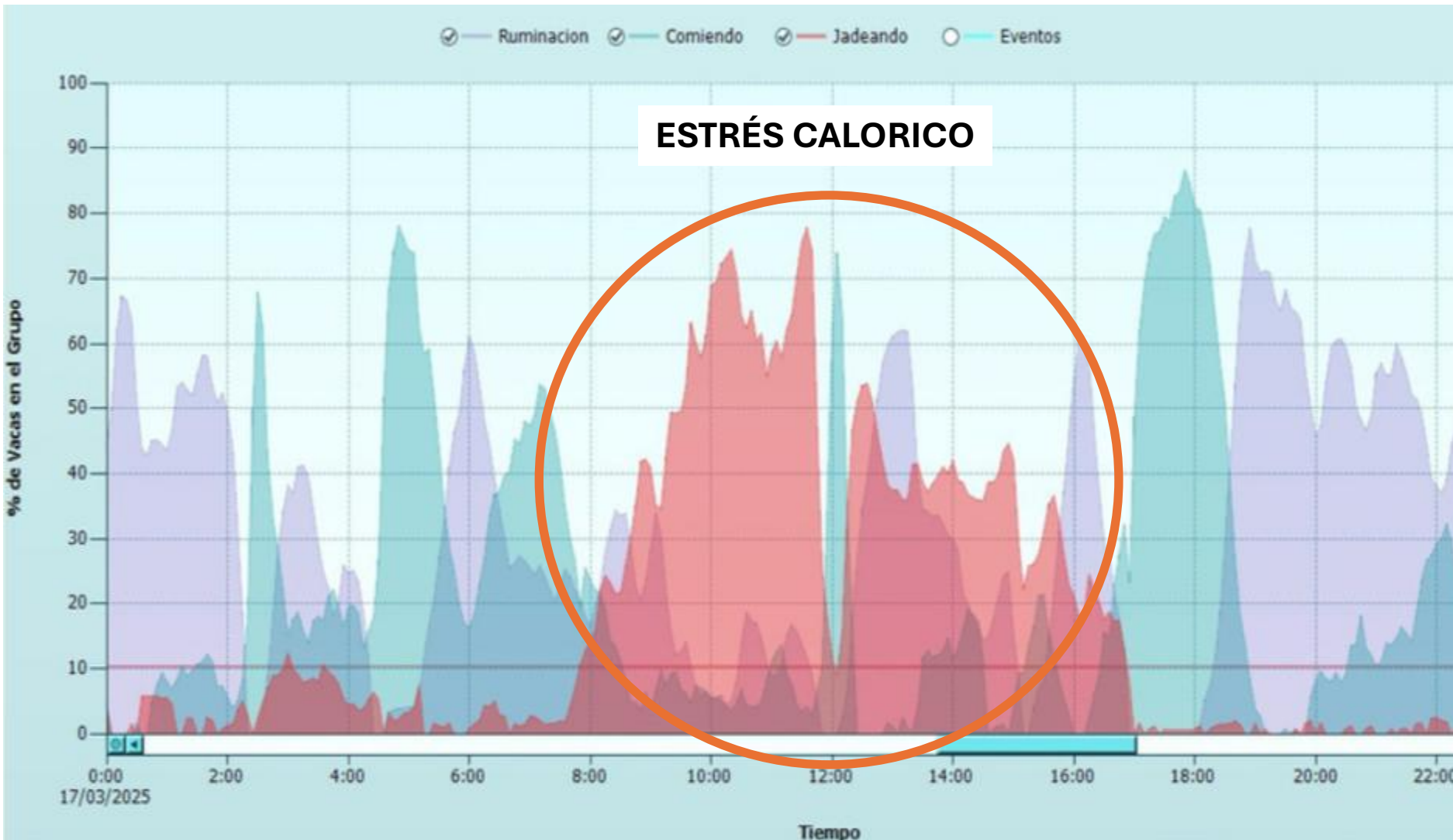


Heat stress score: 2



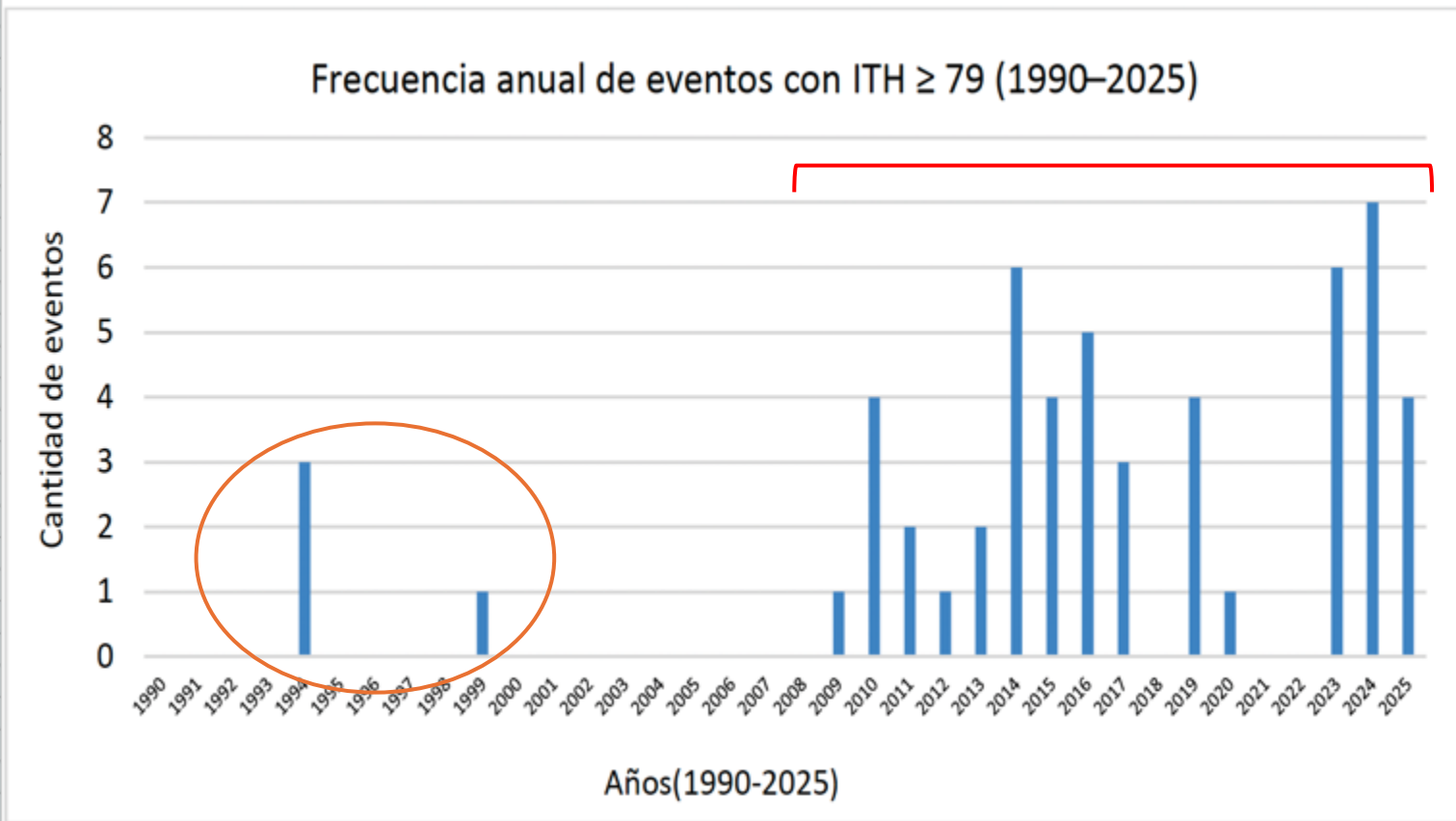
Heat stress score: 3

Sistemas de monitoreo animal



AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1990	73,8	73,4	72,7	76,0	75,8	75,6	74,8	75,5	76,0	75,4	74,9	73,0	74,7
1991	73,9	73,0	74,4	75,0	75,4	75,8	74,6	74,6	74,4	73,9	72,7	72,4	74,2
1992	74,1	73,2	74,5	75,9	76,7	77,9	76,5	76,0	76,2	75,8	76,2	75,4	75,7
1993	74,1	73,2	72,7	76,5	77,8	77,6	77,0	77,9	77,0	78,3	77,7	77,5	76,4
1994	75,5	72,5	73,3	84,0	80,3	79,4	78,6	75,1	74,1	73,8	74,1	73,4	76,2
1995	74,6	73,9	75,6	76,3	76,2	77,4	78,2	78,0	77,4	77,7	76,7	75,8	76,5
1996	74,1	74,1	74,5	76,5	78,3	78,1	77,9	77,4	77,4	77,5	76,3	74,6	76,4
1997	74,9	75,6	75,1	76,9	77,3	76,8	78,6	78,6	78,0	77,9	77,6	74,7	76,8
1998	75,3	76,3	76,0	76,6	77,8	77,9	76,9	76,8	77,6	76,4	76,0	74,5	76,5
1999	74,9	74,1	74,4	76,0	85,5	76,9	76,0	76,3	76,9	75,7	73,9	71,8	76,0
2000	72,1	72,8	73,5	75,5	77,0	76,6	75,6	76,1	75,2	75,2	75,6	74,6	75,0
2001	72,1	71,7	73,6	75,2	76,3	76,0	76,0	75,9	75,2	74,5	72,6	73,8	74,4
2002	73,1	73,6	74,4	74,6	76,7	76,4	75,8	76,1	76,8	75,5	73,5	74,0	75,0
2003	73,4	74,4	75,2	74,4	76,1	78,4	77,0	76,1	76,9	76,9	76,6	75,1	75,9
2004	74,6	75,2	77,1	77,3	78,0	79,0	77,5	77,9	77,3	77,7	76,8	74,2	76,9
2005	74,3	73,6	76,6	76,5	78,2	78,9	78,5	77,0	77,8	77,2	73,9	73,2	76,3
2006	73,7	74,6	75,3	76,1	76,8	77,5	76,6	75,5	77,7	77,3	75,7	75,7	76,0
2007	75,8	74,5	76,2	78,2	78,4	77,5	76,8	77,4	76,8	78,6	75,6	74,8	76,7
2008	73,9	74,0	74,5	76,9	77,8	77,4	76,9	78,3	78,3	78,2	75,4	74,5	76,3
2009	75,7	73,0	73,7	75,9	74,8	77,4	76,6	78,0	77,0	79,0	79,0	75,9	76,3
2010	74,4	76,3	76,5	78,7	78,3	79,2	79,1	79,9	79,2	77,1	75,7	71,8	77,2
2011	74,8	76,0	75,7	76,9	78,9	79,0	78,2	78,7	79,1	77,7	75,9	74,1	77,1
2012	76,4	75,9	77,6	78,0	80,7	78,5	77,7	77,3	77,6	78,1	76,0	77,4	77,6
2013	78,1	77,8	76,8	80,5	78,1	78,1	77,7	78,6	78,4	79,1	78,8	77,7	78,3
2014	76,8	76,6	76,8	79,0	79,4	79,7	78,8	79,4	79,4	79,4	77,6	75,7	78,2
2015	76,3	76,0	76,1	78,6	78,6	79,4	78,5	78,9	78,9	79,7	79,1	79,2	78,3
2016	77,0	76,5	78,5	79,4	80,0	79,3	78,7	79,1	78,6	79,5	77,8	77,5	78,5
2017	76,5	77,2	77,8	80,1	76,3	77,0	79,2	78,9	79,0	75,8	77,7	76,0	77,6
2018	74,9	75,4	75,7	75,9	77,6	74,8	75,0	77,3	77,3	77,0	77,1	75,5	76,1
2019	74,6	75,9	75,8	77,1	80,1	80,7	79,2	76,0	80,3	75,6	76,9	73,7	77,1
2020	73,6	74,8	75,9	77,3	78,0	76,5	77,9	78,2	79,9	77,1	75,9	72,7	76,5
2021	74,0	74,5	74,9	75,7	75,6	75,6	74,8	74,5	75,0	78,1	73,4	74,3	75,0
2022	72,3	73,0	74,0	74,4	74,7	73,9	77,8	74,0	78,5	78,3	76,9	72,9	75,1
2023	72,3	73,4	73,7	74,9	78,2	80,2	79,3	81,2	80,1	79,9	80,0	77,7	77,6
2024	77,6	75,8	79,8	78,8	82,0	82,1	80,0	81,6	81,3	80,2	78,1	77,7	79,6
2025	77,1	75,7	77,8	78,6	80,9	80,3	79,4	80,6					78,8
Promedio	74,7	74,6	75,5	77,1	78,0	77,8	77,4	77,5	77,6	77,3	76,2	74,9	76,6

- ✓ Aumento en la cantidad de casos de estrés moderado.
- ✓ Aumento en ITH.





Influencia sobre la reproducción



Rodríguez, I. et al 2025. datos no publicados

Planificación reproductiva



- ✓ Semen sexado
- ✓ Semen convencional
- ✓ Embriones terapéuticos
- ✓ Monta natural
- ✓ Semen convencional
- ✓ Semen propio
- ✓ Semen sexado
- ✓ Semen convencional

RESILENCIA

MITIGACIÓN

Acción de reducir



**Estrategias no
genéticas**

ADAPTACIÓN

Acción de modificar

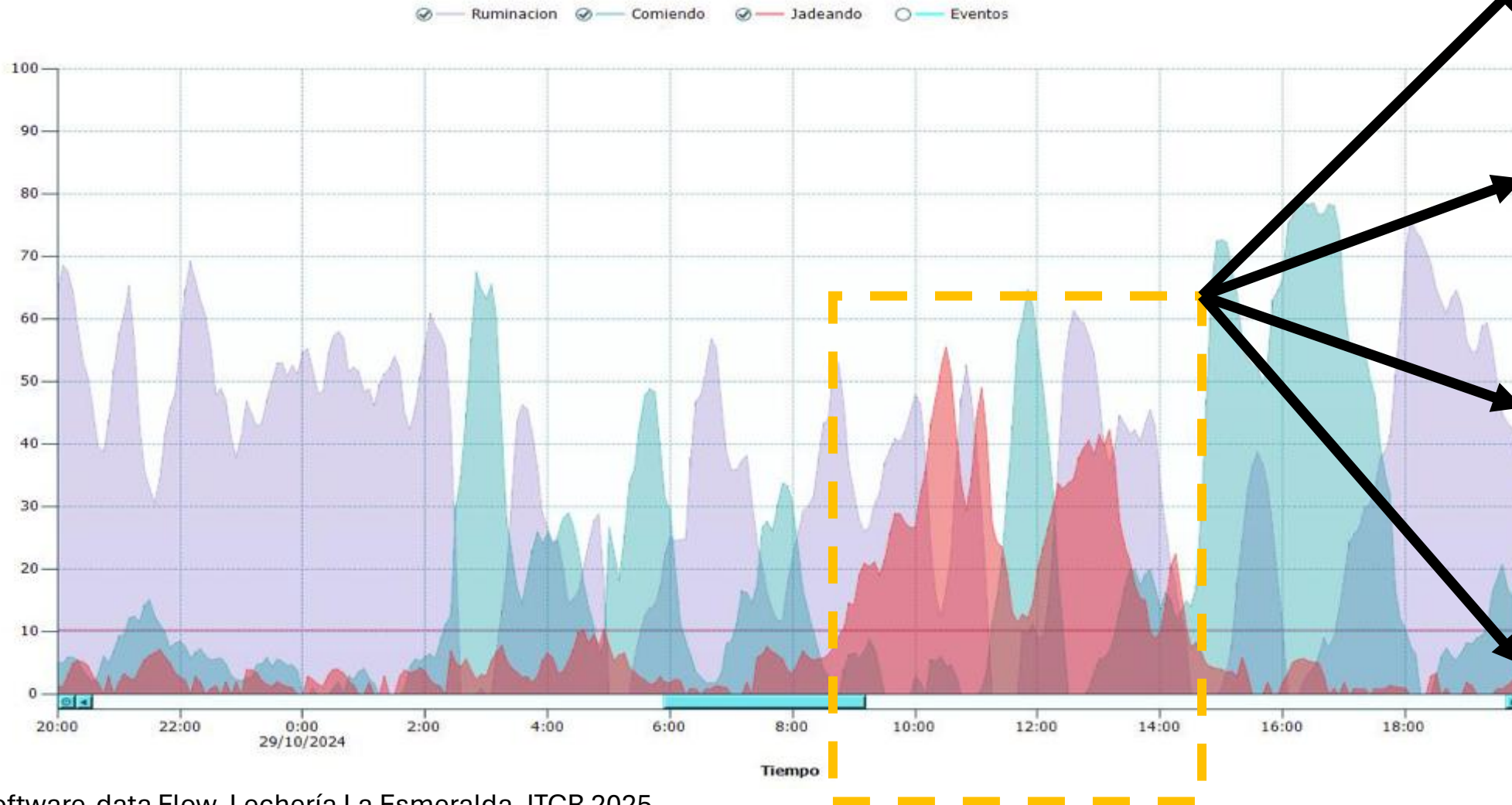


**Estrategias
genéticas**



Estrategias no genéticas

- ✓ Cuales?
- ✓ Cuando?
- ✓ Cuanto?



Estrategias genéticas

“Nuevos” genes

THERMO P 
Nipit PP x Sinba-Pln x Mcgucci

- ✓ Heterocigoto sin cuernos y portador del gen slick (alta tolerancia al calor)
- ✓ Valores muy positivos para contenidos, con +0,40 % de grasa y +0,35 % de proteína
- ✓ Vacas funcionales resistentes al calor



Gen Slick (gen de pelaje corto y liso)

Mejora la **disipación del calor**.

Mayor sudoración y menor temperatura corporal bajo condiciones de estrés térmico.

Tendencia a mantener un mejor consumo y producción de leche en ambientes cálidos.

Cruzamientos

STRAUSS 200000025 STRAUSS FIV MONTROSS 20 DA MIRAI 3/4



CREADOR/PROPIETARIO: ALEXANDRE LOPES LACERDA | ALIMENTACIÓN: 20 | NACIMIENTO: 15/05/2017 | REGISTRO: COTY-AN

BACON-BELL MONTROSS ET x **QUELINHA EVERETT FIV 20**

Mountfield SG DCY Mega-ET
Unique-Style Bolton Moner
Nar-Bart Emerson Everett-ET
Majestic Tada 4 FIV 20

PRIMA GENOMICA 2021			
GENES	PIG 1 (GENES)	PIG 2 (GENES)	PIG 3 (GENES)
2000	0.7	0.7	0.7
100%	70	70	70

- Prueba genómica con un GFA de 2,385 kg de leche y una confiabilidad del 79%.
- Líder Genómico del ranking COTY 3/4 en el 2020.
- Mucha leche en su pedigrí: Montross en Quilina.
- Su padre transmitió mucha leche, tipo y compuesto de uddes.
- Su madre fue Campeona Nacional de 4 años y Mejor Uddes Adulta, Gran Campeona en Pompa 2015, Gran Campeona y recordista Mundial de Producción en el Torneo Lechero de Pompa en el 2015, con 95,22 kg y Gran Campeona Nacional en el Torneo Lechero del 2017 con 100,14 kg, siendo la vaca primera vaca 1/2 sangre en pasar de los 100 kg de leche por día en un torreo, su producción vitalicia alcanza los 82,000 kg en 4 lactancias.

Selección



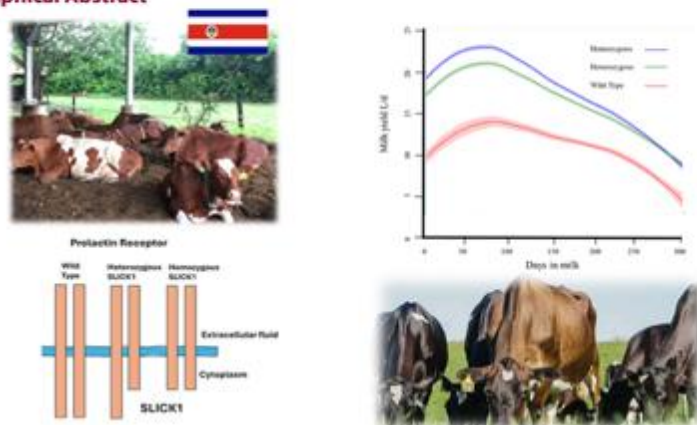
Selección “OMICAS”

Genómica, Proteómica, Transcriptómica

The relative milk production of dairy cattle in tropical Costa Rica that are heterozygous and homozygous for the SLICK1 allele

E. G. Donkersloot,¹ A. M. Winkelman,¹ I. L. Leathwick,^{1,2} J. A. Arias,^{1,3} J. Manuel-Sanchez,⁴ R. J. Spelman,¹ and S. R. Davis^{1*}

Graphical Abstract



Summary

Milk production data from a commercial dairy farm in tropical Costa Rica were analyzed with a random-regression model to compare the lactation curves of cattle that were homozygous ($n = 79$) or heterozygous ($n = 68$) for the SLICK1 allele of the prolactin receptor gene, a dominant, genetic variant known to enhance heat tolerance. Homozygous SLICK1 cows produced 9% more milk (356 L), predominantly over the first 200 days of a 305-day lactation, relative to heterozygous cattle. The milk yield of cattle in the same herd, not carrying SLICK1, was much lower than that of SLICK1 carriers, but the number of cows in this group was too low ($n = 13$) for a conclusive assessment of milking performance to be made.

Highlights

- Cows carrying the SLICK1 allele were milked successfully on a commercial dairy farm.
- Cows homozygous for the SLICK1 allele produced 9% more milk than heterozygotes.
- The extra milk from homozygotes was produced mostly in the first half of lactation.



Table 2. Total milk production and peak milk yield by SLICK1 genotype class¹

Genotype	Homozygous ($n = 79$)	Heterozygous ($n = 68$)	Wild type ($n = 13$)
Total milk production (L)	4,356 ^a (93)	4,000 ^b (92)	2,537 ^c (173)
Peak milk yield (L/d)	22.0 ^a (0.4)	20.6 ^b (0.4)	14.7 ^c (1.0)



¹Livestock Improvement Corporation Ltd., Newstead, Hamilton 3240, New Zealand, ²Centre of eResearch, University of Auckland, Auckland 1142, New Zealand, ³Genética Chiripó SA, Plaza Rohrmoser, San José 10109, Costa Rica, ⁴El Cantaro, Bebedero de Cañas, Guanacaste 50604, Costa Rica. *Corresponding author: steve.davis@ilic.co.nz. © 2025, The Authors. Published by Elsevier Inc. on behalf of the American Dairy Science Association*. This is an open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Received May 30, 2025. Accepted July 04, 2025. The list of standard abbreviations for JDSC is available at adsa.org/jdsc-abbreviations-25. Nonstandard abbreviations are available in the Notes.

Conclusiones

- El cambio climático ha generado un reto importante a los productores.
- El entorno productivo en el trópico húmedo se ve comprometido por el estrés calórico.
- Se deben establecer estrategias de mitigación y adaptación y se debe medir su efecto.
- Las “OMICAS” abren un nuevo espacio de conocimiento.

Mensaje para la casa

- *Invertimos hoy en una **ganadería sustentable y adaptada** a los nuevos desafíos ambientales o aceptamos una disminución progresiva de la capacidad productiva, con impactos directos sobre la seguridad alimentaria de nuestro país y la estabilidad del sector lácteo.*

Adaptación de los Sistemas de Producción de Leche a los nuevos desafíos climáticos



**30 Congreso Nacional Lechero Cámara
Nacional de Productores de Leche**

**Rafael A. Molina Montero. DMV, MSc.
Programa de Producción Agropecuaria
Escuela de Agronomía, ITCR**



TEC | Tecnológico
de Costa Rica



**CÁMARA
NACIONAL DE
PRODUCTORES
DE LECHE**

Noviembre 2025



Encuesta conferencia Dr. Rafael A.
Molina Montero



30° ANIVERSARIO  **Congreso Nacional
LECHERO**
05-06 de Noviembre 2025 - Hotel Wyndham Herradura

¡Su opinión cuenta!

Califique la conferencia