

ISBN: 978-956-8765-09-5



9 789568 1765095



AMERICA
UNIVERSIDADES

Estrés Calórico en Chile y opciones de mitigación

Estrés Calórico en Chile y opciones de mitigación



Consorcio Lechero

Manuel Antonio Matta 1266, Osorno

Fono : (56) 64 2 226 123

www.consorcirolechero.cl

 @consorcirolecher

 ConsorcioLechero

 Consorcio Lechero



Consorcio Lechero
LA CADENA LÁCTEA DE CHILE

Estrés **Calórico en Chile** *y opciones de mitigación*



Consortio Lechero
LA CADENA LÁCTEA DE CHILE

Esta publicación surge en el marco del proyecto “Programa de Bienestar Animal para el sector lechero de Chile , (PYT-29014-0029) del Consorcio Tecnológico de la leche S.A, apoyado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA).



Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida, siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Registro de propiedad intelectual N°268781

Autores:

Enrique Bombal C. Médico Veterinario – DeLaval

Rodrigo Bravo H. Ing. Agrónomo Mg. Ec. – INIA Remehue

Sergio Iraira H. Ing. Agrónomo M.D – INIA Remehue

Israel Flamenbaum Ingeniero Agrónomo y Zootecnista PhD.

Coautores:

Aldo Valdebenito

Jorge Luis Gatica

Tania Peñaloza

Comité Editor:

Danitza Abarzúa, Ing. Agrónomo – Consorcio Lechero

Luis Orellana, Publicista – Consorcio Lechero

Comité de Bienestar animal:

Marcos Muñoz

Néstor Tadich

Rodrigo Guerrero

Sandra Jerez

Tamara Tadich

Diseño e Impresión

Imprenta América / www.iamerica.cl

Primera Edición Tiraje:

1.000 ejemplares

Osorno, Chile 2016



Universidad Austral de Chile
Conocimiento y Naturaleza



Universidad de Chile



Universidad
de Concepción



Índice

Presentación / 04

Capítulo 1: Visión internacional del efecto de los sistemas de enfriamiento de vacas sobre la eficiencia en producción de leche, bienestar animal, rentabilidad y sustentabilidad de la lechería / 06

Capítulo 2: Condición de estrés por calor en macrozonas lecheras de Chile / 15

Capítulo 3: Estrategias para atenuar el impacto del estrés por calor / 34

Capítulo 4: Monitoreo y descripción territorial del Índice de Estrés Calórico / 50

Presentación

Para el Consorcio lechero el bienestar animal es una prioridad por cuanto reúne herramientas y manejos que mejorando la salud del rebaño, se traducen en un aumento de la longevidad y la productividad del rebaño, mejorando de paso, la rentabilidad del negocio lechero.

Cuando el bienestar animal está incorporado en los manejos de una lechería, los ambientes se vuelven más seguros, también para los trabajadores. Estas son las lecherías que contarán con la confianza de los consumidores finales y harán sustentable el negocio lechero.

En este sentido, sabiendo que en Chile no existían muchos antecedentes sobre como el estrés por calor podría estar afectando nuestros rebaños en las diferentes macrozonas del país, el Consorcio lechero, a través de su Programa de bienestar animal, se reunió con INIA Remehue y DeLaval, para poner a disposición de productores y asesores los primeros resultados obtenidos sobre estrés calórico en el país.

Queremos agradecer el trabajo desarrollado por los autores, Sergio Iraira y Rodrigo Bravo de INIA Remehue, Enrique Bombal de DeLaval, Israel Flamenbaum de Cow Cooling Solution y al Comité de Bienestar Animal del Consorcio Lechero, en la edición de este documento. Nuestro interés ha sido proveer un material fácil de utilizar en las actividades diarias de quienes trabajan en dicha área.

Sebastián Ganderats F.
Gerente General
Consorcio Lechero

El cambio climático ocurrido durante el último tiempo ha generado cambios importantes en los ecosistemas terrestres, cambios que son percibidos principalmente a través de un incremento en la temperatura. Esta variación térmica ha llevado a que durante el periodo estival el régimen de temperatura exceda el umbral de confort de los animales generando con ello las condiciones para provocar estrés térmico y con ello afectar negativamente la producción y reproducción de las vacas. En el presente documento se entrega información que permita dimensionar la condición de estrés calórico para las distintas macrozonas lecheras del país y así también algunas medidas de manejo que permitan mitigar el efecto de esta condición.

Sergio Iraira H.

Ingeniero Agrónomo M.D.
Comité Bienestar Animal

Como se señala anteriormente, el objetivo de este documento, es presentar la información necesaria para comenzar a acercarse al tema de estrés calórico, desconocido hasta hoy para muchos en nuestro país. Al respecto, la observación y la experiencia han mostrado que las vacas que viven en ambientes confortables, con buena ventilación y con un buen manejo del estrés calórico, producen más leche y viven vidas más largas y saludables.

Por lo tanto los invitamos a revisar este boletín para que conozca la condición de estrés calórico de su zona lechera y las prácticas posibles de implementar para mitigar esta condición y con ello mejorar la condición de bienestar animal y así contribuir a la rentabilidad y sustentabilidad de su establecimiento.

Enrique Bombal C.

Médico Veterinario
DeLaval S.A

CAPÍTULO 1: Visión internacional del efecto de los sistemas de enfriamiento de vacas sobre la eficiencia en producción de leche, bienestar animal, rentabilidad y sustentabilidad de la lechería.

| *Israel Flamenbaum.*
| *Cow Cooling Solutions*

Introducción

Una adecuada manera de aumentar la vida de la vaca lechera en el sector productivo moderno, es mediante el aumento de su productividad y al mismo tiempo, permitirle mantener una buena salud y una buena fertilidad.

Las vacas de alta producción sufren de estrés por calor en verano, aun cuando sean unos pocos meses durante el año, lo que lleva a una disminución anual de la producción de leche y de la eficiencia de la alimentación. Además la fertilidad de las vacas se reduce y los problemas de salud después del parto aumentan en la estación cálida, con lo cual se aumenta el intervalo interparto y la tasa de eliminación debido a los bajos rendimientos productivos y reproductivos.

En las últimas tres décadas se desarrollaron en el mundo sistemas eficientes de refrigeración o enfriamiento de vacas, los que han sido implementados con éxito en muchos predios lecheros a nivel mundial. Al respecto, el sistema más común y más eficiente es el “enfriamiento directo”, basado en la evaporación de agua desde la piel de la vaca, para lo cual se combina un tratamiento corto de mojado sobre el animal seguido de ventilación forzada.



Figura 1 y 2. Sistema de enfriamiento directo (mojado sobre el animal más ventilación forzada)

Efecto de los sistemas de enfriamiento de vacas sobre la producción de leche

Durante las últimas cinco décadas se han llevado a cabo un gran número de estudios con el objetivo de desarrollar y cuantificar el efecto negativo de la condición estival en el rendimiento productivo de las vacas y desarrollar sistemas de refrigeración eficientes que permitan a los agricultores de las regiones cálidas, superar el impacto negativo del verano y alcanzar una alta productividad por vaca, así como una fertilidad y parámetros de salud aceptables. Los sistemas de refrigeración o enfriamiento antes mencionados, han sido adoptados rápidamente por los productores lecheros de todo el mundo, los cuales han instalado y han puesto en funcionamiento, adaptando cada sistema, a la región y a las condiciones especiales de cada lechería.

El enfriamiento de las vacas se puede proporcionar de manera directa mediante el enfriamiento de su cuerpo, sin interferir con la temperatura ambiente, o bien de manera indirecta por enfriamiento del aire. En general, la mayoría de las vacas en los distintos sistemas productivos del mundo se enfrían por refrigeración directa, que es eficaz en todo tipo de clima (seco y húmedo) y es el más barato de operar. El método de enfriamiento directo consiste en utilizar una combinación de ventilación forzada más mojado intensivo para facilitar la pérdida de calor de la vaca mediante evaporación. Este sistema de refrigeración se desarrolló e implementó por primera vez en Israel hace casi 25 años. El enfriamiento de las vacas por varias veces por día permitió mantener la temperatura corporal (por debajo de 39,0°C), durante todo el día, en un día típico de verano en Israel.

Una encuesta, que evaluó el efecto del enfriamiento de las vacas en producción de leche y sobre la reproducción, se llevó a cabo en 15 grandes granjas lecheras en Israel. La relación entre el verano y el invierno, para la producción diaria (promedio) de leche fue de 98 %, en vacas intensamente enfriadas, en comparación con sólo 91 % en las que se enfriaron ligeramente. Estos resultados indican que, el enfriamiento intensivo de las vacas durante el verano, tiene el potencial de casi eliminar el descenso de la producción de leche durante el verano, además de reducir a la mitad la baja en el porcentaje de concepción.

Otro estudio se llevó a cabo con el objetivo de determinar si el enfriamiento intensivo en verano podía prevenir la disminución de la producción de leche en rebaños de rendimiento extremadamente alto. Como resultado se obtuvo que la producción promedio diaria de leche, en invierno y en verano fue de 41,5 y 40,7 kg/d, respectivamente, además el grupo enfriado registró menos de 1 kg/d de caída, mientras que las vacas no enfriadas registraron una disminución de producción del orden de 5 kg/d, por lo anterior el enfriamiento intensivo resulta ser efectivo también en las vacas de muy alta producción.

Un informe computarizado, llamado coeficiente de rendimiento verano: invierno (V:I), ha sido desarrollado recientemente por los servicios de extensión de Israel. El informe, emitido al final de cada año, ayuda a los productores de leche a monitorear la efectividad del sistema de enfriado instalado en sus lecherías. El informe se basa en la información mensual de los rebaños, de los datos registrados electrónicamente por vaca, para los parámetros de producción de leche y de fertilidad. Una relación cercana al 1.0 indica que las explotaciones manejan mejor el estrés calórico del verano. Relaciones V: I > 0,96, 0,90 - 0,96 y < 0,90, se registraron en el 34%, 44 % y 22% de las granjas lecheras en Israel, respectivamente. Los resultados obtenidos en este informe indican que, la mayoría de las granjas en Israel casi "cerraron la brecha" entre el verano y el invierno, pero que, aún existen cerca de 20 % de las lecherías que necesitan mejorar los medios de enfriamiento en sus predios.

Para observar la tasa de mejora en los rebaños de Israel, en relación al estrés por calor del verano, la relación V:I se calculó y se comparó desde los años 1994 a 2008. Los resultados presentados en la Tabla 1 indican que, en el período de prueba, el promedio de producción diaria de leche se incrementó en 2,3 kg/d (6 %) en invierno, en comparación con un aumento de 7,3 kg/d en el verano (23 %), y la relación V:I aumentó de 0,82 en 1994 a 0,96 en 2008, resultado que esta asociado a la mejora significativa, sobre todo por una mejor aplicación de los sistemas de enfriamiento de vacas en las granjas lecheras israelíes.

Tabla 1 – Promedio de la producción de leche (kg/d) en el verano y el invierno, y su tasa de incremento, en las explotaciones lecheras cooperativas de gran escala en Israel entre 1994 y 2008.

Año / Estación	Invierno	Verano	Relación V: I
1994	37,7	31,0	0,82
2004	39,8	36,5	0,92
2008	40,0	38,3	0,96
Cambio 2008-1994 (kg)	+ 2,3	+ 7,3	-
Cambio 2008 - 1994 (%)	+ 6%	+ 23%	-

Sobre la base de la información entregada en la **Tabla 1**, la relación V:I, se cuantificó recientemente el efecto del enfriamiento intensivo en la producción anual de leche. El promedio de producción ajustado a 305 d de las 24 lecherías con relación V:I más alto, fueron comparados con las 24 lecherías con relación V:I más bajas, en el supuesto de que la diferencia entre ellos estaba relacionado principalmente a una mejor aplicación de los sistemas de refrigeración de vacas en verano. Los datos se presentan en la **Tabla 2**.

Tabla 2 – Producción de leche promedio en verano e invierno y relaciones verano: invierno (V:I) para rebaños con alta relación (enfriados intensivamente) y baja relación (no enfriados).

Parámetro	Baja relación V: I	Alta relación V: I
Número de rebaños	24	24
Número de vacas (aprox.)	10.000	10.000
Producción leche Invierno (kg/d)	39,5	39,7
Producción leche Verano (kg/d)	34,4	38,9
Relación leche V : I	0,87	0,98
Relación peak de lactancia V : I	0,90	0,99

Como puede verse en la **Tabla 2**, la relación V:I de la producción anual de las 24 mejores lecherías fue de 0,98 en comparación con una relación de 0,87 en las inferiores.

Una comparación de la producción anual (promedio) de leche ajustada a 305 días entre los dos grupos de lecherías se presenta en la **Tabla 3**, donde se registró que las vacas de las lecherías de alta relación V:I producen cerca de 730 kg más de leche/año, en comparación con las vacas de las lecherías de baja relación (6,5 %).

Tabla 3 - Producción promedio (305 días) para leche, grasa y proteína de la leche, en rebaños con alta y baja relación V:I.

Parámetro/ Grupo	Baja relación V: I	Alta relación V: I	Diferencia (kg)	Producción adicional (%)
Leche (Kg)	11,081	11,807	726	6,5%
Grasa (kg)	402,6	430,1	27,5	6,8%
Proteína (kg)	360,9	385,3	24,4	6,8%

Efecto de los sistemas de enfriamiento para vacas sobre la eficiencia de alimentación

A pesar de que existe mucha información describiendo el efecto negativo del estrés por calor sobre la producción de leche, estudios sobre el efecto que tiene sobre la “eficiencia de alimentación” (relación entre la cantidad de alimento y la producción de leche) son limitados

Investigadores de la Universidad de Arizona han publicado recientemente, un estudio llevado a cabo en las nuevas cámaras climáticas ubicadas en Tucson, en las que vacas de alta producción fueron sometidas a condiciones climáticas normales con consumo de alimento restringido, tal como sucede con las vacas con estrés calórico, bajaron solo la mitad de la caída de la leche en las vacas afectadas por el calor (30 % y 15 % en vacas con estrés calórico y vacas restringidas en alimentación mantenidas en cámaras frías, respectivamente). Estos resultados suponen que, la necesidad de canalizar la energía de la alimentación para la activación de los mecanismos del cuerpo para disipar el calor, así como los cambios en las vías metabólicas, son las principales causas de la disminución de la eficiencia de la alimentación de las vacas.

En base a los resultados del “Estudio de Arizona” y utilizando los mismos procedimientos experimentales, fueron recientemente estudiados en Israel, los efectos del estrés por calor y del enfriamiento intenso de las vacas sobre la eficiencia alimenticia. Tal como se obtuvo en el estudio anterior, la caída de la leche en vacas estresadas por calor era casi el doble de la obtenida en vacas enfriadas, cuyo consumo de alimento se limitaba a la consumida por las vacas en condiciones climáticas normales. Se puede decir que el enfriamiento de las vacas lecheras en el verano, aumentó la producción de leche anual por vaca, pero también mejoró la eficiencia de la alimentación, mediante la reducción de alimento en un 5 a 10% necesario para la producción de leche bajo condiciones de estrés calórico.

Rentabilidad de los sistemas de enfriamiento

Se evaluó la rentabilidad de los sistemas de enfriamiento de vacas, a través del cálculo que permite determinar el incremento en la utilidad neta por vaca, después de la deducción de los gastos de refrigeración. Desde su desarrollo, hace 5 años, este programa fue utilizado para evaluar el costo-beneficio de la implementación de las soluciones de enfriamiento de vacas en diferentes condiciones climáticas y económicas, entre ellas el Sur de los EE.UU, el norte de México, parte de la costa del Perú, la parte central de Argentina y Uruguay y el centro de Brasil. Un resumen de estos estudios se presenta en la **Tabla 4**.

Tabla 4 - Beneficio neto anual por vaca (USD), debido a la correcta aplicación de un sistema de refrigeración intensiva de vacas en diferentes países del continente americano.

País /tasa de mejora	Aumento del 5 % en la producción de leche y de la eficiencia alimenticia	Aumento del 10 % en la producción de leche y de la eficiencia alimenticia
Sur de USA	150	345
Norte de México	165	400
Costa de Perú	145	240
Centro de Argentina	80	200
Centro de Uruguay	110	245
Centro de Brasil	145	310

Los datos presentados en la **Tabla 4** indican que, a pesar de las diferencias existentes en las condiciones climáticas, en el nivel de producción, en las prácticas de gestión, en los precios de los sistemas de enfriamiento y en los precios de la leche, el aumento en el beneficio anual por vaca, en relación con la refrigeración intensiva de las vacas, oscila entre 100 a 300 USD/vaca/año, dependiendo de la tasa de aumento de la producción de leche anual y la mejora de la eficiencia de la alimentación. Nosotros asumimos que sumando los beneficios que se esperan, mejora en los parámetros de fertilidad en el verano y de la salud, la rentabilidad anual por vaca puede aumentar en más de 30-40%.

Efecto de los sistemas de enfriamiento sobre la fertilidad de las vacas

El enfriamiento también puede mejorar la fertilidad de las vacas e influir positivamente en la vida útil de éstas.

Vacas sometidas a enfriamiento intensivo obtuvieron significativamente mayores tasas de concepción en comparación con vacas no enfriadas (57% y 17% respectivamente). Las tasas de preñez calculadas para 90, 120 y 150 días después del parto, diferían significativamente entre los dos grupos: 44%, 59% y 73% versus 5%, 11% y 11%, en vacas enfriadas y no enfriadas, respectivamente. Las tasas de concepción y las tasas de preñez, obtenidas en las vacas enfriadas intensamente en el verano, fueron similares a las obtenidas en las inseminaciones de invierno en Israel.

El efecto del enfriamiento en los parámetros reproductivos de las vacas de alta producción (45-50 kg/d) fueron estudiados recientemente en una encuesta a gran escala en Israel. A diferencia de las tasas de concepción obtenidas en el invierno, las tasas de concepción de verano fueron de un 34% y de solo un 17%, en vacas enfriadas y no enfriadas, respectivamente. Estos resultados indican que las vacas enfriadas en forma intensiva durante el verano tienen el potencial de duplicar la tasa de concepción del verano, si bien, aún no alcanzan los niveles de invierno. De todos modos, esta mejora de la fertilidad durante el verano puede mejorar significativamente la longevidad de las vacas, debido a la mejora de la productividad, en relación con el intervalo entre partos más cortos, y reducir la cantidad de vacas que serán eliminadas debido a infertilidad.

Efecto del enfriamiento sobre el bienestar animal

No hay duda de que las vacas necesitan enfriamiento intensivo durante el verano, y que el enfriamiento intensivo puede ser altamente rentable en condiciones climáticas similares a las existentes en Israel. El impacto de “mover” con frecuencia a las vacas, a los sitios de enfriamiento y el largo tiempo que necesitan pasar allí de pie, sobre el bienestar de la vaca fue investigado recientemente en la lechería experimental del ministerio de agricultura israelí. Este hecho preocupa a muchos productores de leche en regiones cálidas, debido a la posibilidad de que los procedimientos de enfriamiento pueden hacer que las vacas “sufran” cuando se ven obligadas a trasladarse al sitio de enfriamiento y al tiempo adicional al mantenerlas de pie al ser tratadas.

En un estudio se evaluaron dos tiempos de enfriamiento sobre vacas de alta producción. Un grupo fue sometido a 5 sesiones de enfriamiento al día (5T), acumulando 3,75 horas de exposición, el segundo grupo se sometió a 8 sesiones de enfriamiento (8T) acumulando un total de 6 horas de exposición. En ambos grupos se evaluó, a través de sistemas automatizados, el consumo de alimento, la temperatura corporal, el tiempo de descanso y el tiempo de rumia.

Como resultado se determinó que a mayor tiempo de enfriamiento, aumentó el consumo de alimento en 2,1 kg/d (8,5%) y la producción diaria de leche por 3,4 kg/d (9,3%). La temperatura corporal y la frecuencia respiratoria fueron significativamente menores en vacas con el tratamiento 8T, en comparación con el tratamiento 5T (+0,8C y + 30 respiraciones por minuto al mediodía, respectivamente).

Inesperadamente, las vacas enfriadas, aunque fueron “obligadas” a soportar más tiempo de pie para ser enfriadas, tuvieron un tiempo de descanso de casi el 10% mayor, 480 y 430 minutos/día para 8T y 5T, respectivamente. El tiempo de rumia también se incrementó en un 6% en el grupo más intensamente enfriado (445 y 415 minutos/día, en 8T y 5T, respectivamente).

A partir de los resultados de este estudio se puede concluir que el enfriamiento intensivo de las vacas de alta producción en el verano, no sólo mejora rasgos productivos, reproductivos y de salud, sino también, mejora la comodidad de la vaca y el bienestar de los animales. Vacas con estrés calórico por lo general tienden a ponerse de pie y agruparse, y al enfriarlas con mayor frecuencia en días extremadamente calurosos de verano, permite mantenerlas en condiciones térmicas normales por más horas por día, con tiempos de descanso y rumia mayores y, probablemente, esto hace que se sientan más cómodas. Por lo tanto, los productores de leche, deben entender que al enfriar las vacas, no están privándolas del necesario tiempo de descanso, sino por el contrario, que mejoran su bienestar, un factor importante durante los días calurosos de verano.



Figura 3 y 4. Vacas cómodas y alertas luego de ser sometidas a una sesión de enfriamiento

Efecto del enfriamiento de las vacas sobre el medio ambiente

Hasta ahora, se trataba sólo del bienestar de las vacas y del beneficio sobre la producción de leche, pero ¿qué pasa con el medio ambiente? ¿El enfriamiento de las vacas en el verano es beneficioso o perjudicial para el medio ambiente, especialmente en lo que se refiere a la liberación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), y el calentamiento global?

Es bien sabido que el sector lácteo será evaluado en el futuro, no sólo por su eficiencia económica y la forma en que los animales son manejados y tratados, sino también por su contribución al calentamiento global. Estudios recientes indican que la obtención de rendimientos más altos en producción de leche, tienen el potencial de reducir la liberación de gases de efecto invernadero, en el proceso de síntesis de la leche. La liberación de gas metano por vaca y por litro de leche producida, por las vacas de alto rendimiento (11.500 kg leche/año), alcanza sólo el 40 % del liberado mediante la producción de vacas de baja producción (4000kg/año), y el 80 % del liberado por vacas de 8000 kg/año.

Recientemente, se calculó el “balance de emisiones de GEI” para el proceso de enfriamiento de las vacas en el verano. Para realizar este cálculo, relacionamos el aumento de la emisión de CO₂ a la atmósfera, debido al uso de la electricidad para el funcionamiento de los ventiladores, la reducción esperada en la emisión de CO₂ a la atmósfera, debido a la reducción en el número de vacas requeridas para producir una cierta cantidad de leche y la emisión de su metano de mantenimiento (CH₄), así como la tasa de conversión de alimento a leche, debido al buen enfriamiento de las vacas. Los resultados del estudio muestran que la mejora de la eficiencia productiva y la reducción en el tamaño del hato en un 5%, debido al enfriamiento de las vacas en el verano, redujeron las emisiones de CO₂ en 320 kg/vaca/año, más del doble de la cantidad de CO₂ emitida por la combustión de carbón en la generación de la energía para la operación de ventiladores en el proceso de enfriamiento. En caso de que el aumento de la producción anual de leche, debido al enfriamiento alcance el 10% (un resultado común en muchas regiones lecheras de zonas cálidas), se espera que las emisiones de CO₂ disminuyan cuatro veces, al compararlas con las que se emiten debido al proceso de enfriamiento. Se puede por tanto decir que, el enfriamiento de las vacas en verano, además de sus beneficios para la vaca y para el productor, también es amigable con el medio ambiente, mediante la contribución del sector lechero en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y del calentamiento global.

Conclusión

- Mejorar la productividad y la fertilidad de las vacas como consecuencia del enfriamiento en verano, tiene el potencial de mejorar el bienestar animal, aumentar la longevidad, la vida productiva y reducir la contribución de la producción de leche a la liberación de gases de efecto invernadero y al calentamiento global.

Referencia Bibliográfica

- Flamenbaum I., Wolfenson D., Mamen. M., and Berman A. (1986).Cooling Dairy cattle by a combination of sprinkling and forced ventilation and its implementation in the shelter system. *J. Dairy Sci.* 69: 3140-3147.
- Flamenbaum I. and Ezra E. (2003) A large-scale survey evaluating the effect of cooling Holstein cows on productive and reproductive performances under sub-tropical conditions. *J. Dairy Sci.* 86: (Suppl. 1) 19.
- Flamenbaum.I, and E. Ezra (2007). Effect of level of production and intensive cooling in summer on productive and reproductive performance of high yielding dairy cows, *J. Dairy Sci.* Vol. 90, Suppl: abstract 345.
- Flamenbaum.I and E. Ezra (2007).The Summer to winter performance ratio" as a tool for evaluating heat stress relief efficiency of dairy herds, *J. Dairy Sci.* Vol. 90, Suppl: abstract 753.
- Flamenbaum.I and E. Ezra (2009). How much milk adds intensive cooling of high yielding dairy cows during hot season ? , p' 14 in "The Dairy Industry In Israel" Israel Cattle Breeders Association, Herd Book report, 2008.
- Roads et al. (2009). Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: 1. Production, metabolism and aspects of circulating Somatotropin. *J. Dairy. Sci.* 92:1986.
- Flamenbaum I., (2012), "Heat stress abatement improves feed efficiency of high yielding cows in the summer" *Hoard's Dairyman Magazine*, (in press).
- Flamenbaum, I., (2010), "Is cooling cows worth the cost?"; *Hoard's Dairyman*, July 2010, p 485.
- Flamenbaum, I., (2010), "Relación costo beneficio del enfriamiento de vacas lecheras en el verano en el norte de Mexico" *Hoard's Dairyman en Español*, January 2010, p 46.
- Flamenbaum, I, (2010), "Relación costo – beneficio de la implementación de sistemas intensivas de enfriamiento para vacas altas productoras en clima cálido", *PANVET annual meeting*, Lima, Perú.
- Flamenbaum, I.,(2011), Lectures presented in Argentina and Uruguay.
- Flamenbaum, I.,(2010), "Improving production and reproduction of high producing dairy cows with heat abatement practices and facilities", "INTERLAITE 2010" meeting, Uberlandia MG, Brazil.

Wolfenson D., Flamenbaum I., and Berman A. (1988) Hyperthermia and body energy store effects on estrous behaviour, conception rate, and corpus-luteum function in dairy-cows. *J. Dairy Sci.* 71: 3497- 3504.

Honig, H., J. Mirom, H. Lehrer, H. Jackoby, M. Zachut, A. Zinou, Y. Portnick and U. Muallem (2012) Performance and welfare of High yielding dairy cows subjected to 5 or 8 cooling sessions daily, under hot and humid climate. *J. Dairy Sci.* 95: 3736 - 3742.

Flamenbaum, I. (2012) Israel's dairy sector, efficient and environment friendly. In: Israel DairyBoard (IDB) bulletin. 2012, Page 10 -13.

CAPÍTULO 2: Condición de estrés por calor en macrozonas lecheras de Chile

Sergio Iraira H.
INIA Remehue

Tania Peñaloza
Instituto Profesional Agrario Adolfo Matthei

Introducción

La condición de estrés calórico se genera ante la imposibilidad de eliminar el calor corporal consecuencia de la combinación entre temperatura y humedad relativa. El Índice de Temperatura y Humedad (ITH), es un indicador que combina ambos parámetros y es utilizado para monitorear si las condiciones ambientales resultan estresantes para los bovinos. Este indicador que varía entre 64 y 99, define cuatro categorías: 64-71: normal; 72-77: estrés leve; 78-87: estrés severo y 89-99: emergencia, Figura 1.

De acuerdo a últimos trabajos internacionales, la condición de estrés se genera a partir del valor ITH 68, lo cual se puede traducir en una disminución de la producción de entre 0,28 y 0,30 litros de leche por hora en que las vacas están expuestas a condición de estrés (Burgos et al, 2010).

Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)										
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%
40	86	87	89	90	91	92	94	95	96	98	99
38	84	85	86	87	89	90	91	92	93	95	96
36	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
34	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
32	77	78	79	80	81	82	83	83	84	85	86
30	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83
28	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80
26	71	71	72	72	73	74	74	75	75	76	76
24	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73
22	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70
20	64	64	65	65	65	65	66	66	66	67	67

Figura 1. Índice Temperatura Humedad.

Por otro lado, en Chile la producción de leche se lleva a cabo entre la Región Metropolitana y la Región de los Lagos, lo que implica una gran diversidad de climas y por ende de características particulares para cada zona. Al respecto el Consorcio Lechero a definido 8 macrozonas que cada una de las cuales reúne características específicas de suelo y clima. Figura 2.

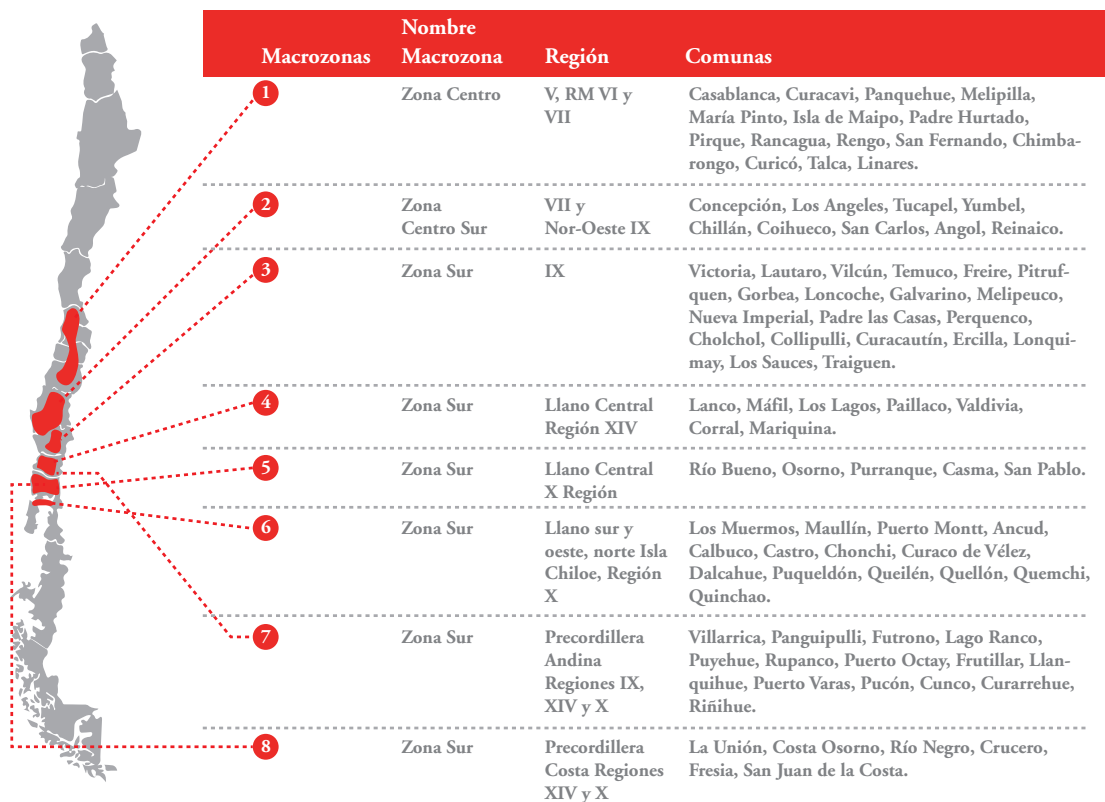


Figura 2. Macrozonas lecheras (Consortio lechero, 2011).

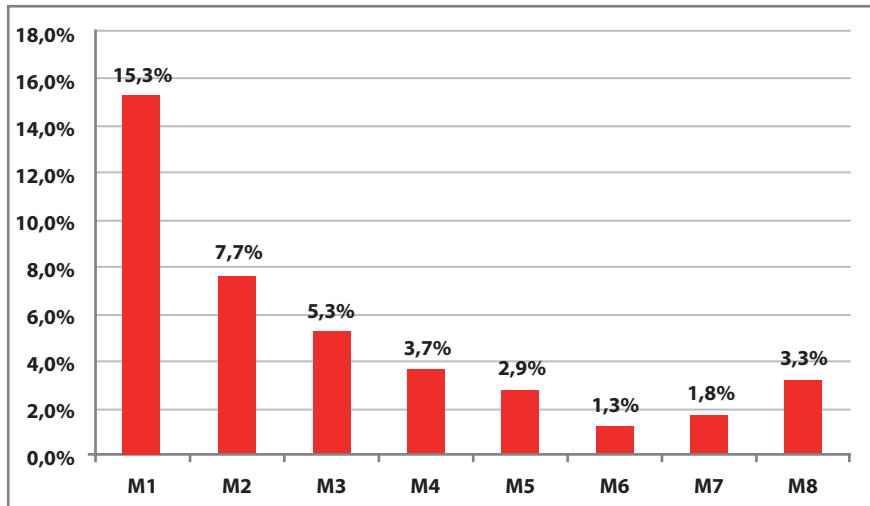
Dada la diversidad de climas en que se llevan a cabo los sistemas lecheros, surge la inquietud de conocer si bajo las condiciones climáticas que se han presentado durante los últimos seis años (2010-2015) se pueden determinar condiciones de estrés calórico, vale decir, valor ITH mayor a 68.

Análisis general de la condición de estrés térmico por Macrozona

En primera instancia, y a partir de información meteorológica obtenida en <http://agromet.inia.cl>, se puede señalar que entre las macrozonas lecheras, la región Metropolitana presenta en promedio la mayor cantidad de horas de provocan estrés calórico (1.335 horas, Cuadro 1) lo que representa el 15,3% de las horas del año, como se presenta en la Figura 3. En términos generales y como era de esperar, la cantidad de horas de estrés térmico disminuye en la medida que se avanza hacia la región de Los Lagos. Sin embargo, cabe destacar que dentro de la zona sur, la Macrozona 8, la cual incluye el seco costero interior de la Región de Los Ríos y de Los Lagos, presenta un elevado número de horas de estrés calórico 194 horas, **Tabla 1**, lo que representa un 3,7% de las horas del año, Figura 3.

Tabla 1. Horas de estrés calórico anual por macrozona lechera del país

Macrozona	1	2	3	4	5	6	7	8
Horas estrés calórico	1.335	656	477	323	243	99	145	194

**Figura 3.** Porcentaje de horas de estrés calórico al año según Macrozona lecheras del país.

Es importante destacar que las macrozonas 5, 7 y 8, donde se concentra la producción lechera del país, el porcentaje de horas con estrés calórico va desde 1,8% a 3,3% de las horas anuales. Estos valores están muy por debajo de los registrados en la macrozona 1 y 2, en donde el porcentaje de horas con estrés térmico alcanza un 15,3% y 7,7% del total de horas al año, respectivamente. Figura 3.

Tendencia de la condición de estrés térmico por Macrozona Lechera.

A continuación, se presentarán el número de horas con estrés calórico (ITH > 68) registradas para las distintas macrozonas lecheras entre el año 2010 y 2015.

Para el caso de la Macrozona 1, se determinó entre el año 2010 y 2012 un incremento de horas de estrés calórico en un 27,1%, posteriormente disminuye y se mantiene constante hasta el año 2015, registrando para este último periodo un promedio de 1.327 horas al año. Figura 4.

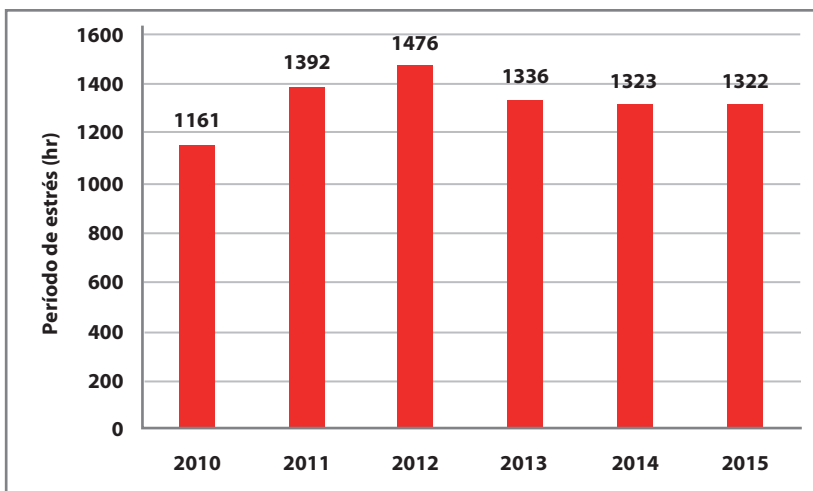


Figura 4. Número de horas con estrés térmico anual para el periodo 2010-2015 en la Macrozona 1.

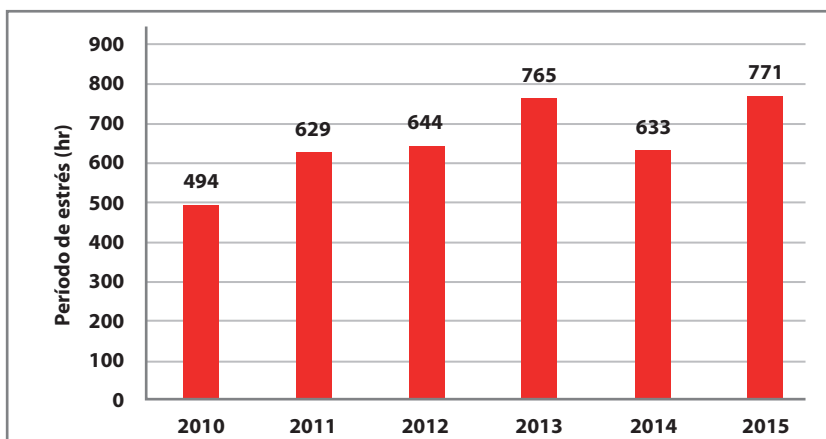


Figura 5. Número de horas con estrés térmico anual para el periodo 2010-2015 en la Macrozona 2.

Para el caso de la Macrozona 2, la cual abarca desde Chillán hasta Renaico, el número de horas al año con estrés calórico se reduce en un 50% respecto a la Macrozona 1. En esta zona, el número de horas en que las vacas están expuestas a estrés térmico va en forma ascendente desde el año 2010 al 2013, incrementa en un 54% y posteriormente disminuye durante el año 2014, pero para el año siguiente nuevamente se incrementa, sobrepasando las 700 horas al año, al igual que el año 2013. Figura 5.

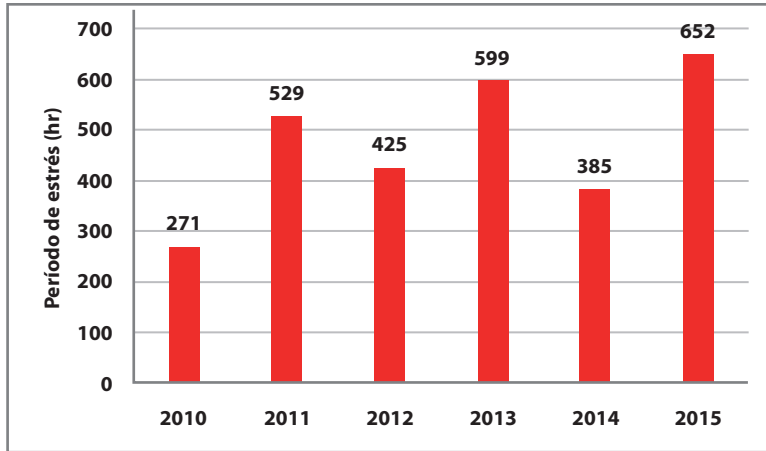


Figura 6. Número de horas con estrés térmico anual para el periodo 2010-2015 en la Macrozona 3.

A medida que se avanza hacia las Macrozonas de la zona sur la situación de estrés calórico va en descenso. Para el caso de la Macrozona 3, la cual se distribuye desde Traiguén-Victoria hasta Loncoche, el número de horas con estrés calórico al año disminuye en un 65% respecto a las Macrozona 1 (Cuadro 1). De acuerdo a la Figura 6, entre el año 2010 y 2011 se incrementa un 95%, luego entre el año 2012 y el 2015 se observa una clara tendencia al incremento en el número de horas con estrés calórico al año, de hecho entre el año 2010 y 2015 el incremento alcanza a un 141%. Cabe destacar que durante el año 2012 y 2014 se registró una disminución en la magnitud de horas con estrés térmico, pero esta disminución solo alcanza a un 4,8% y 4,3% respecto al año anterior, respectivamente.

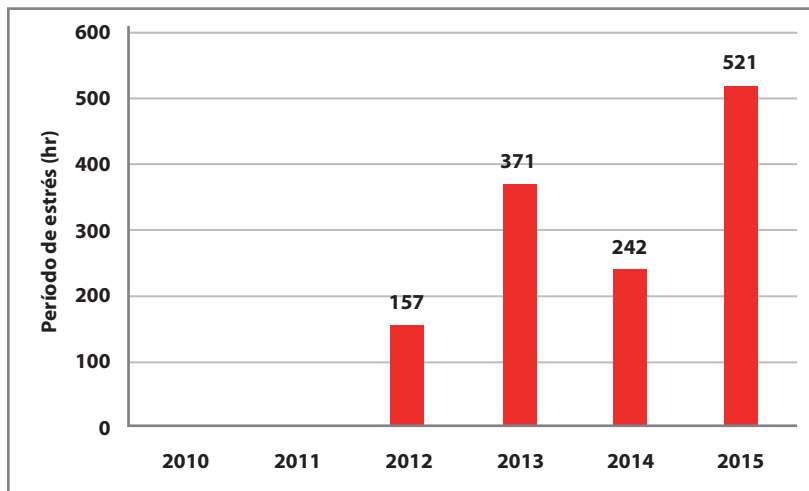


Figura 7. Número de horas con estrés térmico anual para el periodo 2010-2015 en la Macrozona 4.

En el caso de la Macrozona 4, que abarca principalmente el Llano Central de la Región de Los Ríos, solo hay registro de temperatura y humedad relativa entre los años 2012 y 2015. En este caso se aprecia una clara tendencia al aumento en el número de horas de estrés en los últimos 4 años, de hecho, entre el año 2012 y 2015 el aumento de horas corresponde a un 231%. Figura 7.

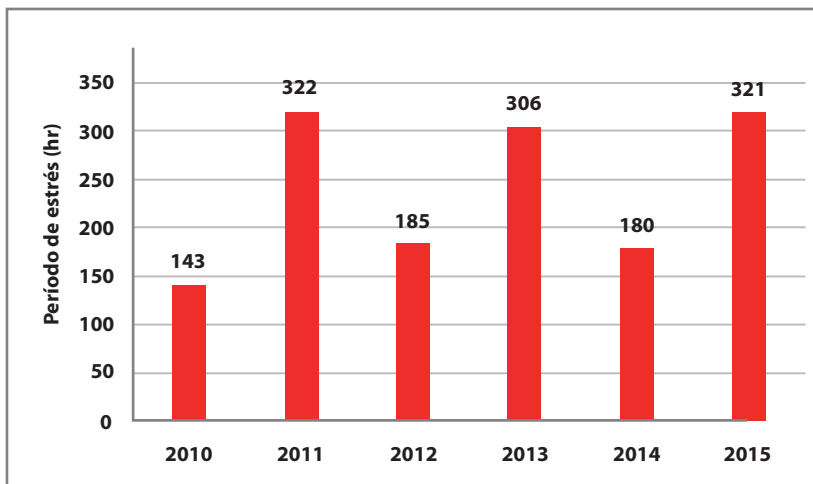


Figura 8. Número de horas con estrés térmico anual para el periodo 2010-2015 en la Macrozona 5.

En cuanto a la Macrozona 5, que incluye el Llano central desde Rio Bueno hasta Casma, se obtuvo un registro errático en cuanto a la condición de estrés calórico, dado que hay años en que este alcanza por sobre las 300 horas mientras que otros se registraron entre 140 y 180 horas al año. Pese a esta irregularidad, en términos generales se aprecia que posterior al año 2010 si ocurre un aumento en el número de horas con estrés calórico y este puede variar entre 27% y 121% en caso de años con alto y bajo valor de estrés calórico, respectivamente. Figura 8.

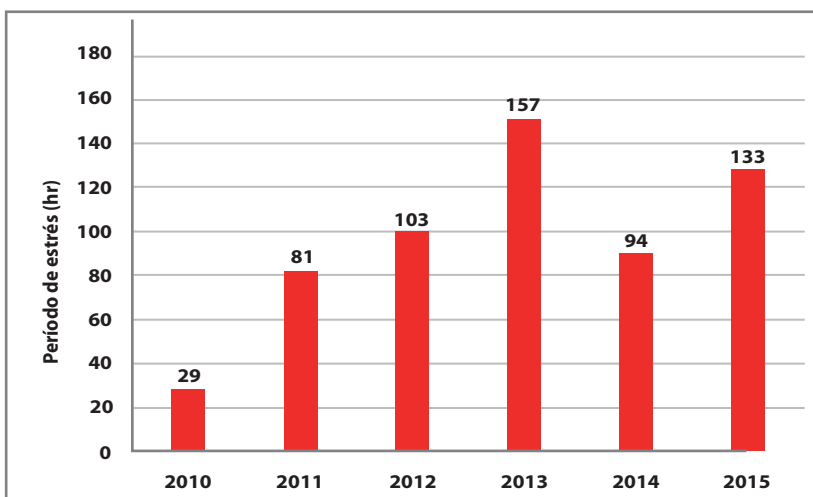


Figura 9. Número de horas con estrés térmico anual para el periodo 2010-2015 en la Macrozona 6.

En la Macrozona 6, se determinó un incremento constante entre el año 2010 y 2013, registrando para este último año un total de 157 hr de estrés calórico, cabe señalar que esta Macrozona considera la parte sur de la Región de Los Lagos y extremo norte de la Isla de Chiloé. Posterior al año 2013, el número de horas disminuye hasta 94 pero para el 2015 se vuelve a incrementar el número de horas a 133. Figura 9.

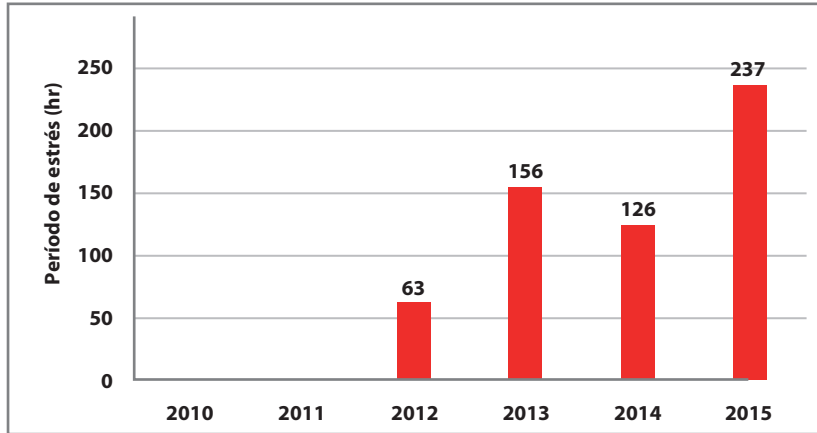


Figura 10. Número de horas con estrés térmico anual para el periodo 2010-2015 en la Macrozona 7.

El registro meteorológico para la Macrozona 7, la cual abarca todo el sector de precordillera andina desde Villarrica hasta Puerto Varas, solo incluye el año 2012 al 2015. Durante este periodo se aprecia la tendencia al aumento del número de horas con estrés térmico, pasando de 63 a 237 horas al año, lo que significa un incremento del orden de un 276%. Si bien la tendencia es a un incremento cada año en el número de horas con estrés térmico, se registró que el primer periodo 2012-2013 este se eleva en un 147% luego disminuye en un 20% y finalmente vuelve a aumentar en un 88%. Figura 10.

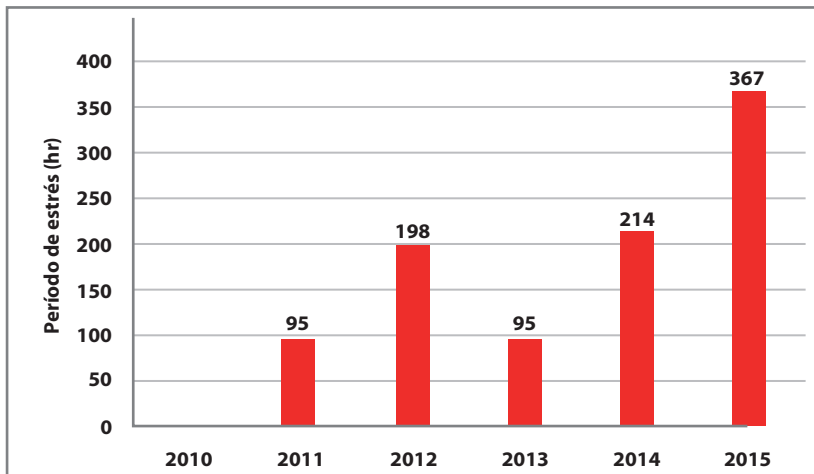


Figura 11. Número de horas con estrés térmico anual para el periodo 2010-2015 en la Macrozona 8.

Para el caso de la Macrozona 8, la cual incluye el secano costero interior de la región de Los Ríos y Los Lagos, se determinó una clara tendencia al aumento en el número de horas con estrés calórico al año, pasando de 95 horas el año 2011 hasta 367 horas para el año 2015, lo que significa un aumento en un 286%. Figura 11.

En términos generales, como se aprecia en la Figura 12, en todas las Macrozonas lecheras del país se registra un aumento en el número de horas con estrés calórico, destacándose la Macrozona 4 (Llano Central Región de Los Ríos), 6 (Llano Sur y oeste Región de Los Lagos y zona Norte Isla Chiloé), 7 (Precordillera andina Región Araucanía, Los Ríos y Los Lagos) y 8 (Precordillera costa Región de los Ríos y de Los Lagos).

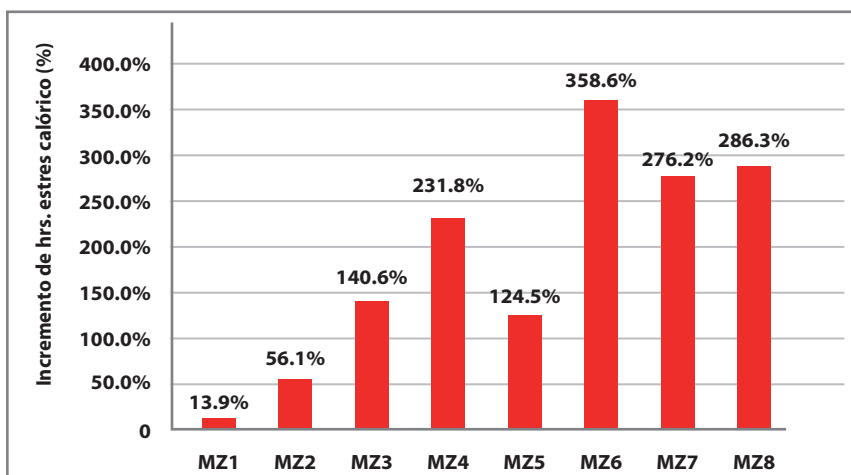


Figura 12. Porcentaje de incremento en el número de horas con estrés térmico anual para el periodo 2010-2015 en las distintas Macrozona lecheras.

Análisis mensual de estrés calórico según macrozona

La condición estival lleva consigo un aumento de temperatura que al combinarse con la humedad relativa generan las condiciones propicias para una condición de estrés calórico. Sin embargo, en la medida que se desplaza hacia el sur las condiciones ambientales se modifican lo que conlleva a que la frecuencia de cuadros de estrés calórico tiende a disminuir.

Cabe señalar que para el análisis mensual se ha considerado el promedio del registro de horas de estrés calórico entre el año 2010 y 2015. Al respecto, como se presenta en la Figura 13, en la Macrozona 1 solo durante el periodo de junio y julio no se presentaron eventos de estrés calórico, sin embargo estos comienzan a ser más relevantes (10% del mes o su equivalente a 3 horas diarias) entre octubre y abril, destacándose dentro de este periodo diciembre a marzo en que el periodo de stress calórico supera el 30% del día, lo que equivale a más de 7 horas diarias.

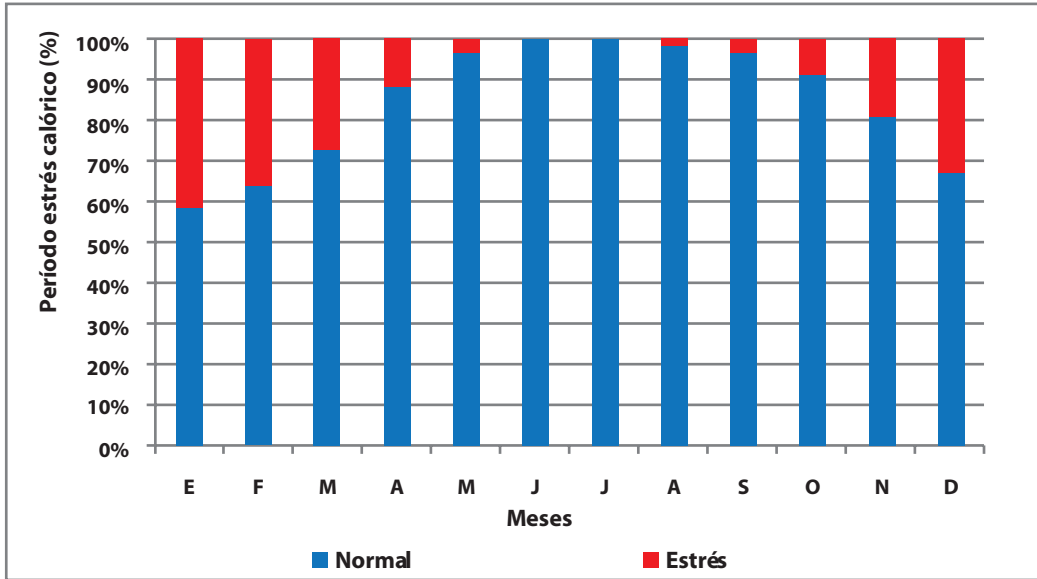


Figura 13. Porcentaje del mes en condición de estrés calórico para la Macrozona 1.

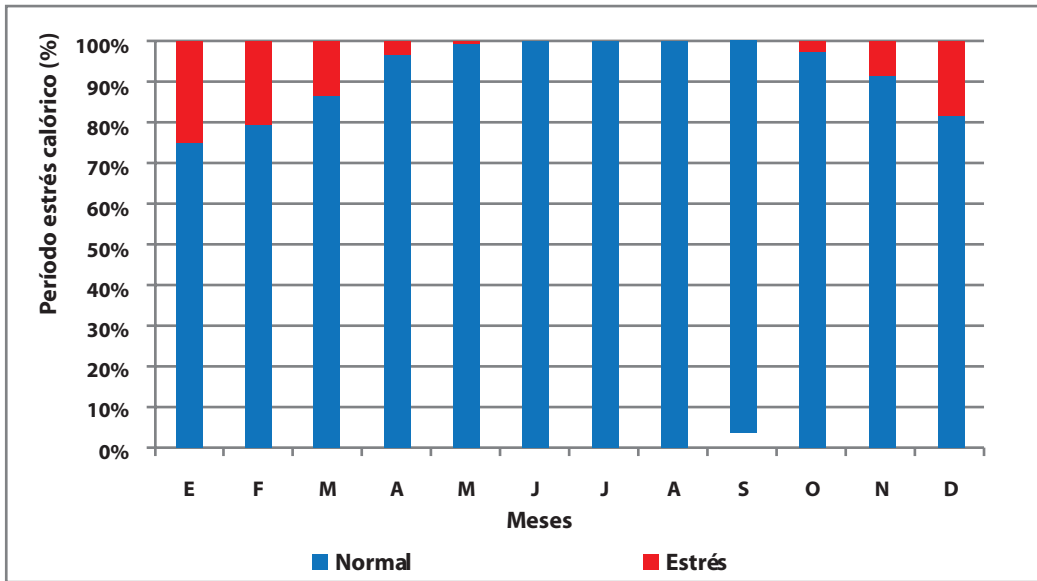


Figura 14. Porcentaje del mes en condición de estrés calórico para la Macrozona 2.

Para el caso de la macrozona 2, entre noviembre y marzo se determinó que las horas con estrés calórico supera el 10% del mes y el periodo diciembre – febrero la condición de estrés supera el 20% del mes. Figura 14.

A partir de la Macrozona 3, los meses que presentan eventos de estrés calórico por sobre el 10% del mes entre diciembre y marzo, sin embargo, se destaca el mes de enero con cuadros de estrés calórico por sobre un 20%. Figura 15.

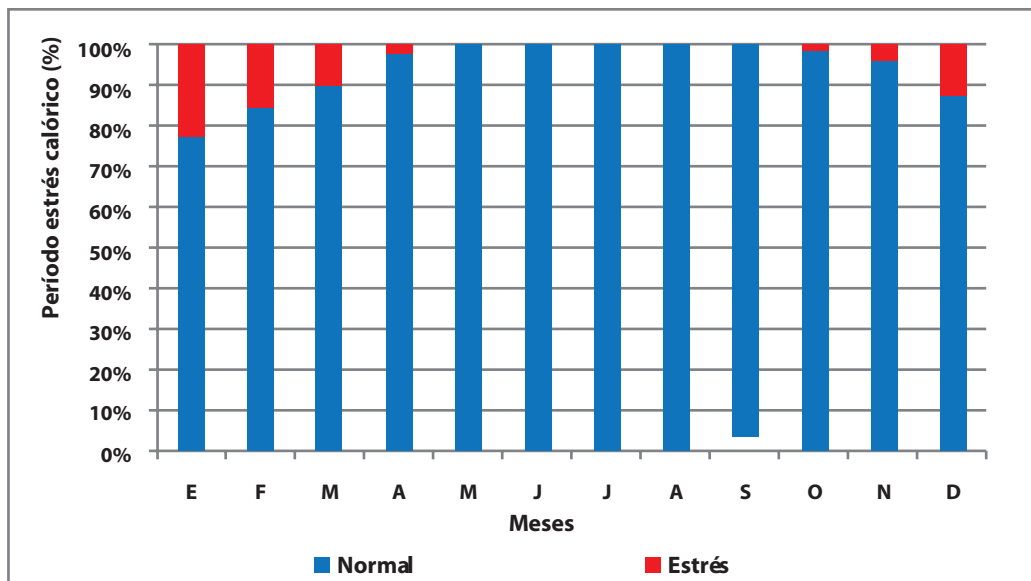


Figura 15. Porcentaje del mes en condición de estrés calórico para la Macrozona 3.

Para el caso de las Macrozonas 4, 5 y 8, el periodo de estrés calórico se presenta entre diciembre y marzo, pero en el periodo enero – febrero esta condición se registra por sobre el 10% del mes. Figuras 16, 17 y 20, respectivamente.

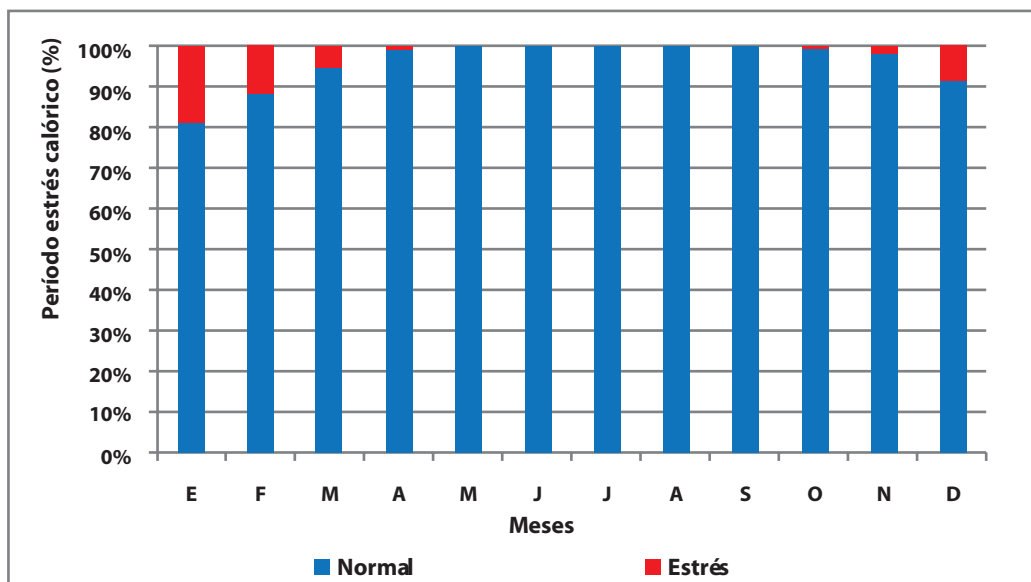


Figura 16. Porcentaje del mes en condición de estrés calórico para la Macrozona 4.

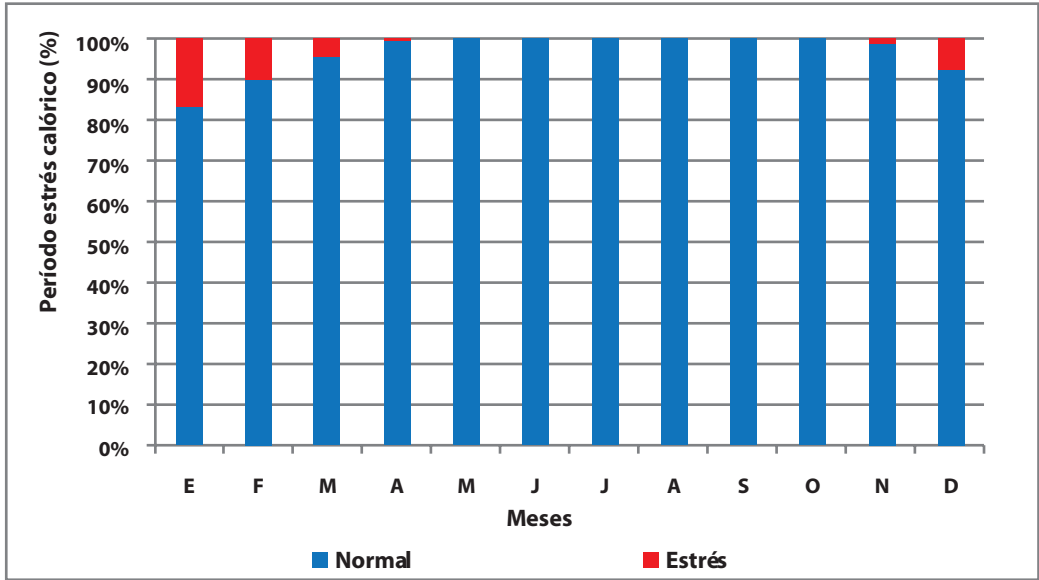


Figura 17. Porcentaje del mes en condición de estrés calórico para la Macrozona 5.

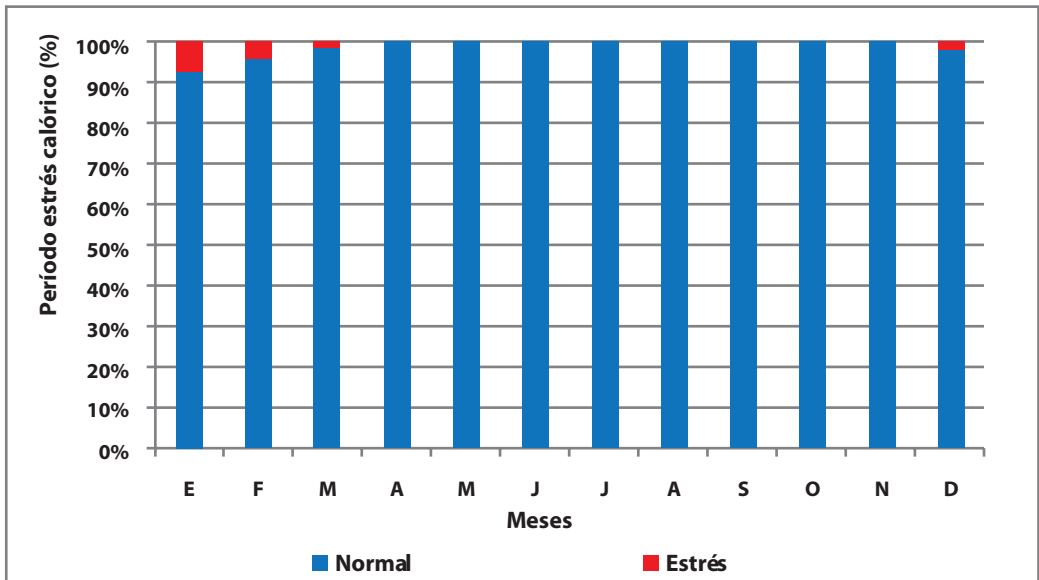


Figura 18. Porcentaje del mes en condición de estrés calórico para la Macrozona 6.

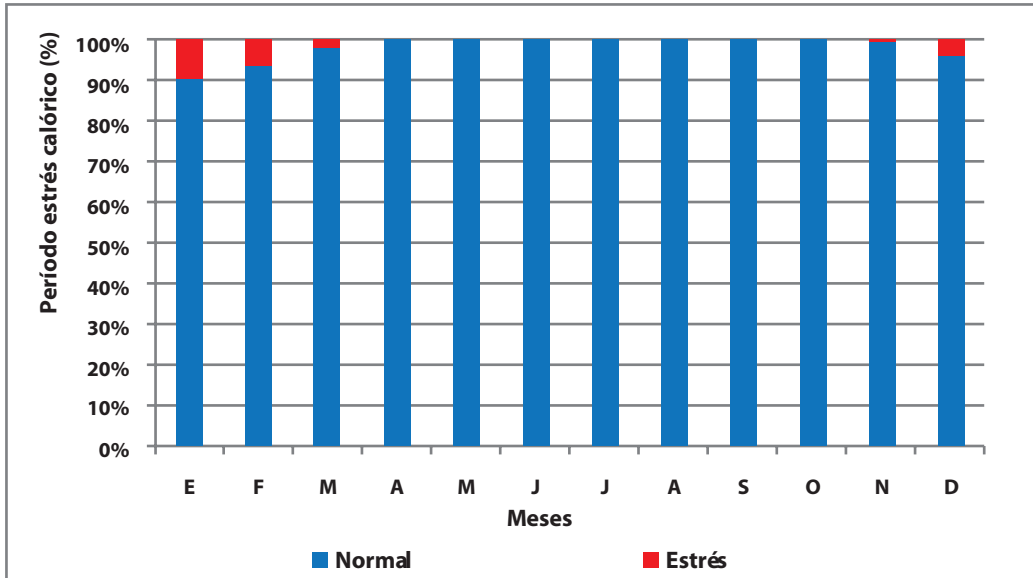


Figura 19. Porcentaje del mes en condición de estrés calórico para la Macrozona 7.

Para la macrozona 6 y 7, si bien el periodo de estrés calórico se aprecia entre diciembre y febrero, pero los eventos de estrés calórico no superan el 10% del mes, incluso en el mes de enero, que corresponde a la tendencia general de las otras macrozonas. Figuras 18 y 19.

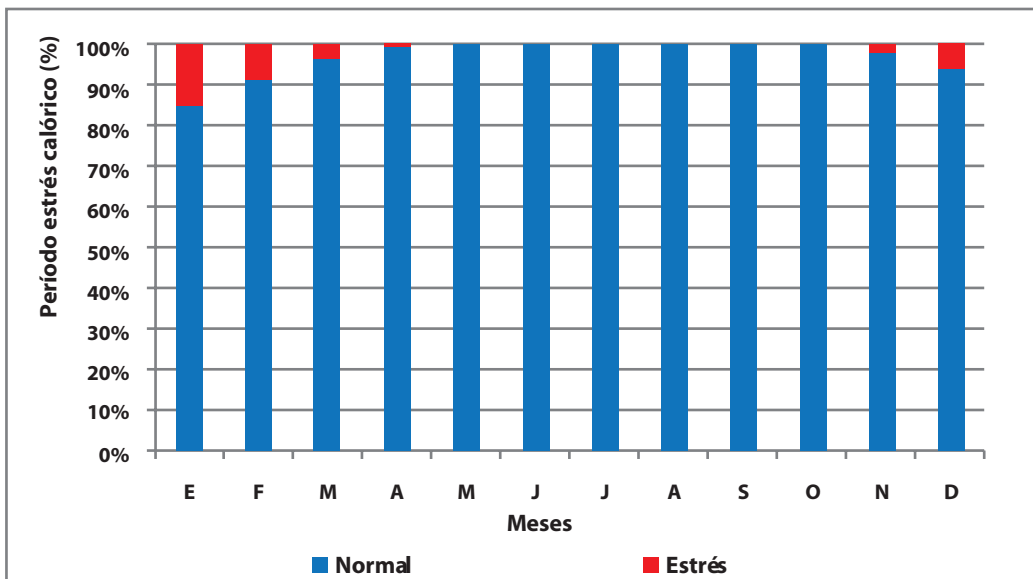


Figura 20. Porcentaje del mes en condición de estrés calórico para la Macrozona 8.

Distribución horaria de ITH según macrozona

La determinación de valor ITH para las distintas horas del día permitirá acotar el periodo en que es necesario focalizar las medidas de protección para los animales a fin de reducir el impacto productivo.

Al respecto en el Cuadro 2 se presenta un resumen de las horas del día en que se presenta con mayor frecuencia condiciones de estrés calórico en las distintas macrozonas lecheras del país.

Tabla 2.- Periodo del día bajo condición de estrés calórico según macrozona lechera y mes del año.

Macrozona	Enero	Febrero	Marzo	Diciembre
MZ1	10:00 – 19:00	10:00 – 19:00	11:00 – 18:00	10:00 – 18:00
MZ2	12:00 – 18:00	12:00 – 18:00	14:00 – 17:00	13:00 – 17:00
MZ3	12:00 – 18:00	12:00 – 18:00	14:00 – 17:00	14:00 – 17:00
MZ4	14:00 – 17:00	15:00 – 17:00	-	14:00 – 15:00
MZ5	15:00 – 17:00	-	-	-
MZ6	15:00 – 16:00	-	-	-
MZ7	15:00 – 16:00	-	-	-
MZ8	13:00 – 17:00	15:00 – 17:00	-	-

Al respecto se determinó que para la Macrozona 1, las horas con ITH > a 68, y por ende de condición de estrés calórico, fluctúan entre las 10:00 horas y 18:00 horas entre diciembre y febrero. Figura 19.

En el caso de las Macrozonas 2 y 3, la condición de estrés se comienza a dar desde las 12:00 y se prolonga por 5 a 6 horas, Figura 20 y 21. En tanto para las macrozonas 4 y 5, se presenta entre las 15:00 y 17:00, coincidiendo claramente con el momento en que las vacas están en el patio de espera de la sala de ordeña. Figuras 22 y 23.

En la macrozonas 6 y 7 valores mayores a >68 se registran solo para el mes de enero en un rango horario de entre las 15:00 y 16:00, periodo en que las vacas están en el patio de espera de la sala de ordeña. Figuras 24 y 25.

Por el contrario la macrozona 8 que cuenta con un clima templado lluvioso al igual que la macrozona 4 y 7, es la que tiene mayores índices de valor ITH >68, para el mes de enero se registra en promedio 5 horas al día (13:00 a 17:00 hr) de estrés térmico, las cuales se reducen a 3 en el mes de febrero (15:00 a 17:00 hr), sin embargo en los meses de marzo y diciembre no se cuenta con valores de estrés calórico. Figura 26

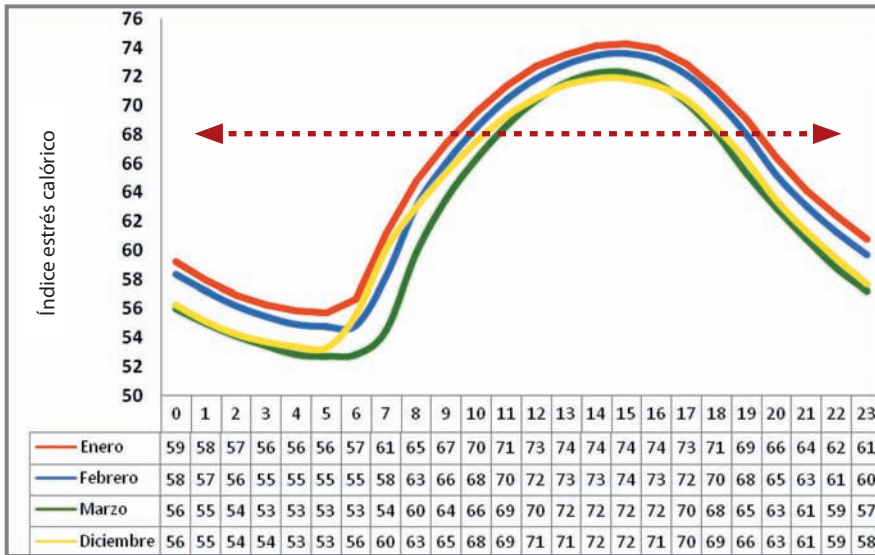


Figura 19. Valor ITH según hora del día para Macrozona 1

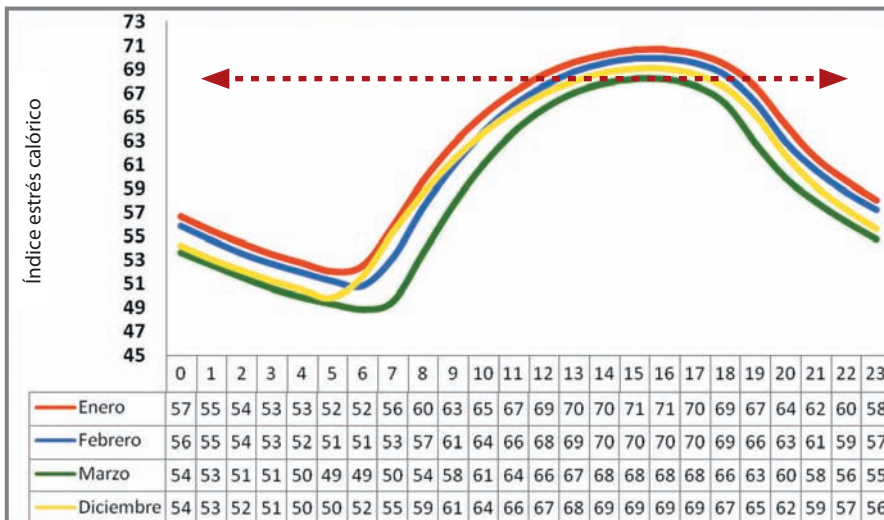


Figura 20. Valor ITH según hora del día para Macrozona 2

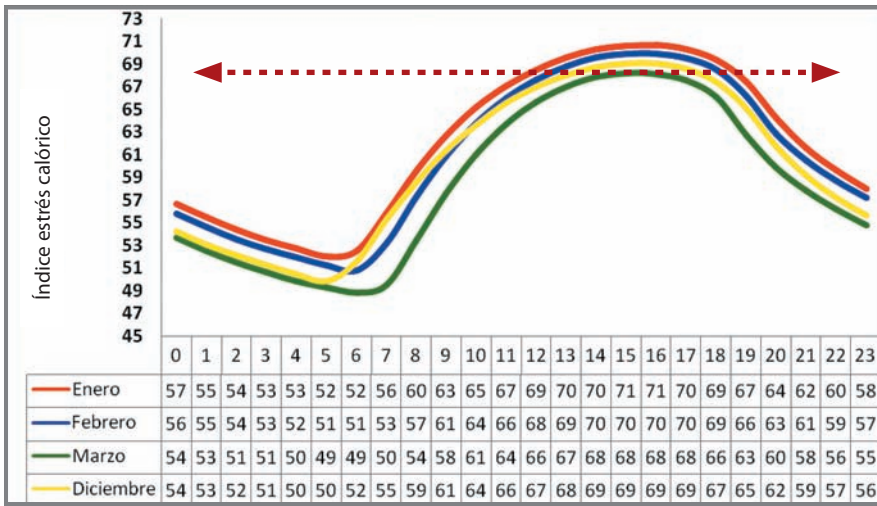


Figura 21. Valor ITH según hora del día para Macrozona 3.

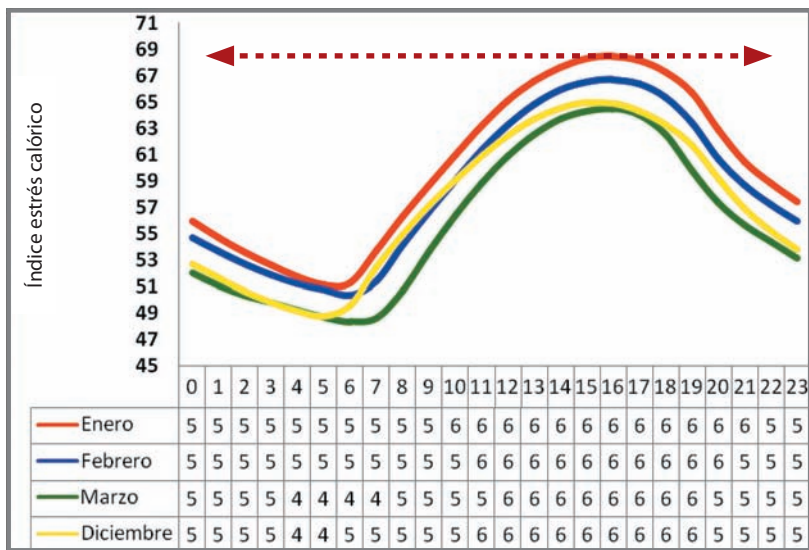


Figura 22. Valor ITH según hora del día para Macrozona 4.

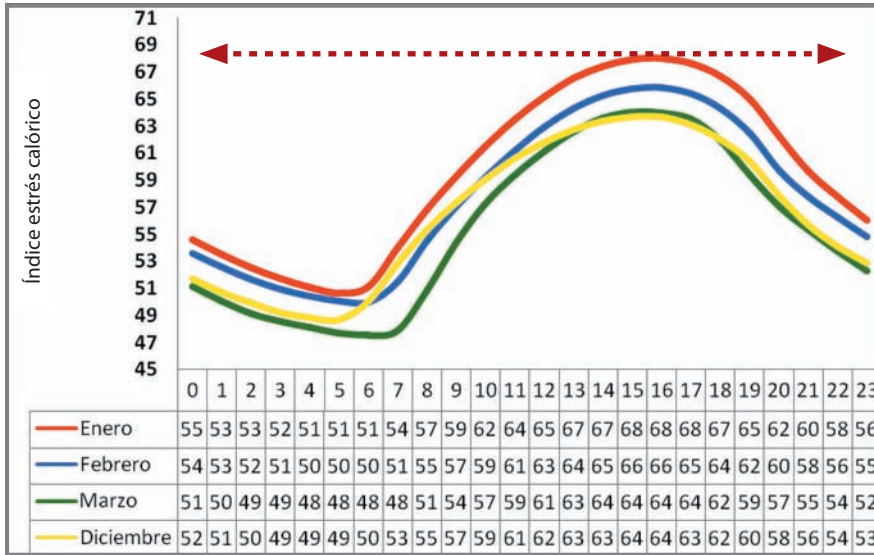


Figura 23. Valor ITH según hora del día para Macrozona 5.

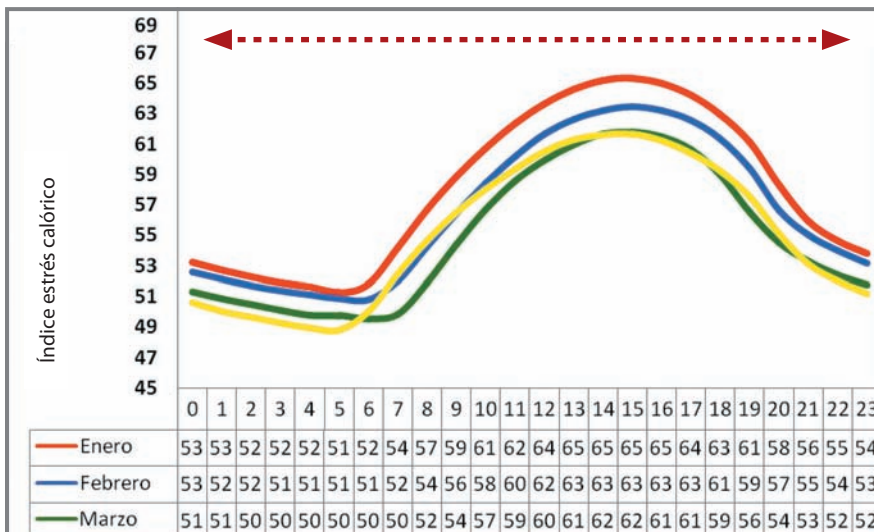


Figura 24. Valor ITH según hora del día para Macrozona 6.

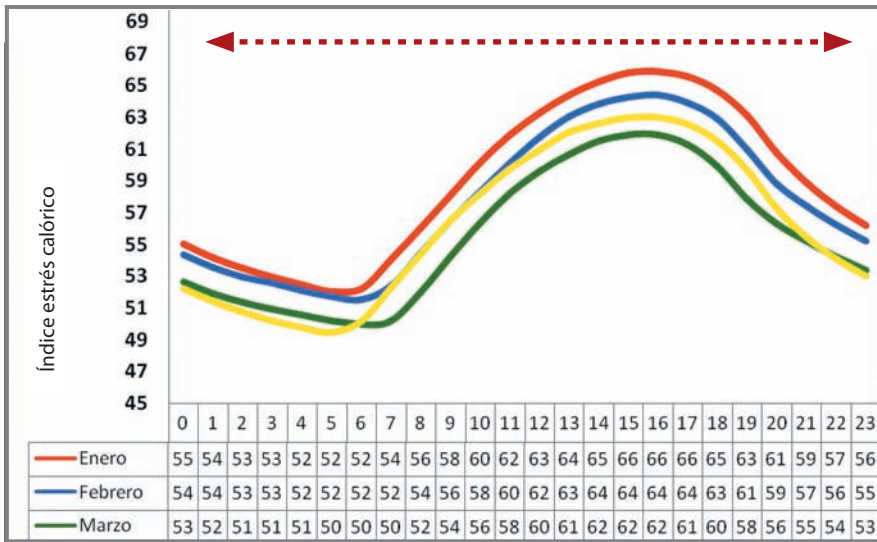


Figura 25. Valor ITH según hora del día para Macrozona 7.

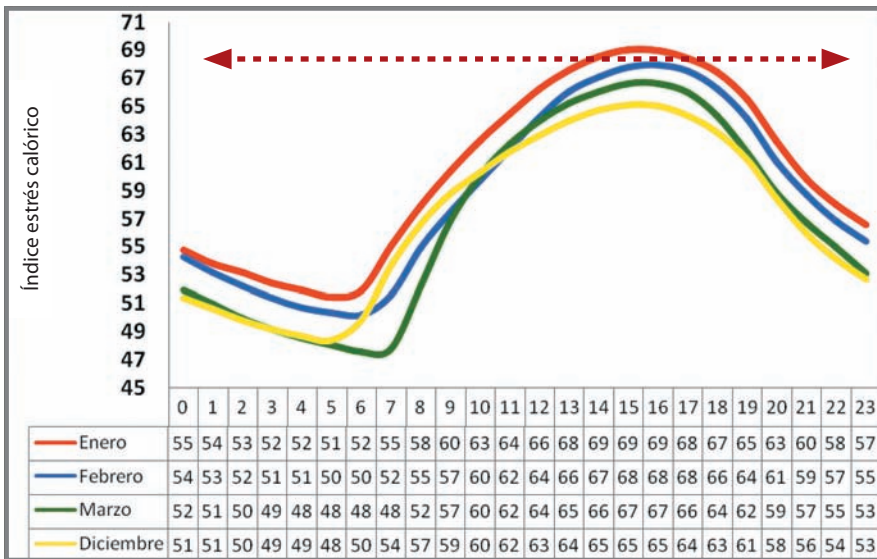


Figura 26. Valor ITH según hora del día para Macrozona 8.

Implicancia potencial del estrés calórico en plantel lechero

De acuerdo a Burgos *et al.* (2010), animales expuestos a condiciones de estrés térmico pueden registrar una disminución en la producción que va desde 0,28 a 0,30 lt/hora de exposición a la condición de estrés leve (ITH 68 a 72) y moderado (ITH 72 a 77), respectivamente. En base a los antecedentes obtenidos para las distintas macrozonas lecheras y considerando una condición de estrés leve, se podría determinar la posible pérdida de leche atribuida a la condición de estrés calórico. Los resultados de este ejercicio se presenta en el Cuadro 3, se los cuales se destaca la pérdida de producción estimada para la macrozona 1 entre diciembre y febrero, en la cual se determinó que podría ir de 2,2 a 2,9 litros diarios.

Para las demás macrozonas la pérdida no excede los 2 litros diarios. En general y como era de esperar durante enero, mes que presenta mayor número de horas con condición de estrés térmico, es cuando se estiman las mayores pérdidas de leche, independiente de la macrozona.

Tabla 3. Pérdida de producción de leche (lt/vaca/día) por efecto del estrés calórico según macrozona y mes.

Zona lechera	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Macrozona 1	2,9	2,3	1,9	0,8	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,6	1,3	2,2
Macrozona 2	1,7	1,3	0,9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6	1,3
Macrozona 3	1,6	1,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,9
Macrozona 4	1,3	0,8	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6
Macrozona 5	1,0	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4
Macrozona 6	0,5	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Macrozona 7	0,6	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Macrozona 8	1,2	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,5

Conclusión

- De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede señalar que la condición de estrés calórico se presenta en las distintas macrozonas lecheras, disminuyendo su magnitud en la medida que se desplaza desde la región Metropolitana hacia la región de Los Lagos, con un 15% y 1,3% respectivamente.
- La condición de estrés calórico se ha ido incrementando entre el año 2010 y 2015 para las distintas macrozonas lecheras, cuya magnitud fluctúa entre 13% y 358%.
- El periodo diciembre – marzo es el que presenta la mayor cantidad de horas de estrés calórico, destacándose enero con el mayor tiempo independiente de la macrozona.
- Durante el periodo estival, la condición de estrés calórico se puede prolongar hasta 10 horas diarias.

CAPÍTULO 3: Estrategias para atenuar el impacto del estrés por calor

*Enrique Bombal C.
DeLaval S.A.*

Introducción

El estrés por calor puede ser definido como una condición en la cual el animal es incapaz de mantener un equilibrio entre la producción y las pérdidas de calor corporal, que influye en el comportamiento y en los parámetros fisiológicos y productivos, disminuyendo marcadamente el bienestar animal.



Cuando la vaca está sometida a estrés calórico, su comportamiento se ve afectado mostrando una disminución de su actividad general, disminuyendo la rumia, incrementando el consumo de agua, disminuye, además, el consumo de alimento (materia seca), tienden a buscar sombra y los pisos húmedos, así como zonas de ventilación natural. Además, las vacas tienden a estar paradas por su comportamiento de grupo y por ser “un animal presa” tienden a estar “amontonadas”, lo que complica aún más la disipación de calor.



Figura 1 y 2. Vacas con signos de estar estresadas por calor

Adicionalmente, las vacas sometidas a períodos de estrés calórico, disminuyen su rendimiento productivo, describiéndose distintos efectos negativos, entre los que sobresalen una disminución significativa de la producción de leche, una disminución de la grasa y la proteína láctea, el incremento en el recuento de células somáticas en la leche, una caída en parámetros reproductivos (en la tasa de concepción y en la detección de celos), aumento en la tasa de descarte involuntario de animales, una disminución de la eficiencia nutricional y un aumento de la tasa de problemas de salud general y de salud de la ubre.

Si consideramos el calor producido o generado por una vaca de alta producción, caracterizado por el calor generado por ampollitas de 100W (equivalente al calor generado por una persona en descanso), la vaca de raza Holstein en su etapa de "vaca seca", en descanso, genera el calor equivalente a 9 lámparas de 100W. En lactación, hay una adición de calor equivalente a 1 lámpara por cada 4.5 kg de leche producida. Entonces, tenemos que una vaca de 45 kg/día en su primer tercio de lactancia generará el calor equivalente a 19 lámparas. Ahora si consideramos una vaca expuesta al sol en verano, la radiación solar directa agrega el equivalente a 16 lámparas de 100W, por lo que para el ejemplo de la vaca de 45 kg/día, tendrá que disipar el calor equivalente a 35 lámparas de 100W.

Debido a lo expuesto anteriormente, es que hoy la vaca de alta producción de leche puede ser vista como "un horno en 4 patas", por su capacidad de generación de calor. Además, aun cuando ella puede utilizar los 4 mecanismos para disipar el calor, como la Conducción, Convección, Radiación y Evaporación, necesita ser ayudada para hacerlo de una manera eficiente, que no impacte su bienestar y su nivel de producción.

Estrategias para reducir el estrés por calor

Dentro de las estrategias para reducir el efecto negativo del estrés calórico, y específicamente el efecto de los días de verano en la producción de leche, quisiéramos destacar algunas:

1. **Mejora en instalaciones:** Disponibilidad de sombra en patio de espera, comederos y potreros.
2. **Mejora en prácticas nutricionales:** Disponibilidad de agua en calidad y cantidad, así como dietas adaptadas a esta condición.
3. **Implementación eficiente de “métodos de enfriamiento” para vacas:** Ventilación + aspersión
4. **Revisión de manejos prediales:** Adecuación de horarios de ordeña.

1.- Mejora en instalaciones: Uso de sombras

El uso de “sombras” atenúa la radiación solar directa e indirecta sobre los animales y debe ser el primer paso de cualquier sistema que quiera atenuar el efecto de las altas temperaturas en verano. En la actualidad se sugiere contar con una superficie de sombra por animal, de acuerdo a la etapa productiva:

Componentes del Rebaño	Sombra mínima (m ² /animal)
Vaca en lactancia	4,5
Vacas secas	4
Terneritas de 2 -5 meses	1,8
Vaquillas de 6 -12 meses	2,4
Vaquillas de 17 -26 meses	2,8

Tabla 1: Superficie mínima de sombra por animal (m²/animal), según categoría.

Dentro de los beneficios observados en los predios que disponen de buenas superficies con sombras (cantidad y calidad) para sus animales están:

- Aumento de la producción de leche
- Aumento del consumo de materia seca
- Disminución del contenido de células somáticas

Algunos estudios han demostrado el efecto positivo del uso de sombras en sistemas de producción en base a pastoreo, observando que las vacas comienzan a utilizar marcadamente las sombras cuando la temperatura ambiental es mayor a 25°C y que las vacas con acceso a la sombra, mantienen una temperatura corporal y una frecuencia respiratoria más baja que las vacas sin acceso a sombra, obteniendo producciones de leche superiores (> 3%).



Fig. 3



Fig. 4

Figura 3 y 4: Vacas utilizando la superficie disponible con sombras en días de alta temperatura y humedad.

Tipos de sombra

La sombra natural es generalmente utilizada en predios con base a pastoreo, es una de las más efectivas, ya que no sólo disminuiría la incidencia y efecto de la radiación solar, sino que también produciría una disminución de la temperatura del aire por la evaporación de agua desde las hojas de los árboles. Sin embargo, debe tenerse la precaución de disponer de los metros cuadrados suficientes por animal para evitar que esa zona se transforme en un lugar desafiante para la salud de la ubre.



Figura 5: Vacas utilizando la sombra natural disponible en un predio a pastoreo.

La sombra artificial está presente en los distintos sistemas productivos cuando no es posible contar con sombra natural o su disponibilidad es insuficiente. Son construidas con distintos materiales, usando estructuras de madera o metal, instalando sobre ellas malla media sombra (80:20 o 90:10), nylon u otros materiales.

En la actualidad se recomienda utilizar sombras artificiales en corrales abiertos o potreros, instalándolas con una orientación norte-sur, ya que permite un mejor secado del piso, de una altura de 4 mt, con 8 mt de ancho máximo, siendo el largo variable, dependiendo del tamaño del grupo de animales y el tipo de estructura. Es altamente recomendable que el piso sea más alto a nivel central de la sombra, teniendo el piso una pendiente hacia los lados (dirección este-oeste) para permitir un buen secado y drenaje.



Figura 6: Vacas utilizando la sombra artificial en un sistema de producción estabulado en base a corrales.

Sombra en patio de espera

Uno de los lugares donde el uso de sombra es fundamental en verano, es el patio o corral de espera. Se ha descrito ampliamente que la sombra previene el aumento de la temperatura de los pisos de cemento utilizados en esta zona de la lechería, pudiendo detectarse temperaturas en el piso tan altas como 45-50°C sin sombra y 25-28°C con sombra. Esto es claramente más importante en la ordeña de la tarde, porque los animales se encuentran en un espacio reducido, soportando el calor emitido por los animales adyacentes, el calor del piso y la radiación solar directa.



Figura 7: Vacas en un patio de espera con acceso a sombra



Figura 8: Vacas en un patio de espera sin acceso a sombra

Sombra a nivel de los comederos

Distintas investigaciones, han demostrado que en los meses de verano el uso de sombra efectiva a nivel del comedero permite aumentar el consumo de materia seca por parte de los animales. Adicionalmente, se recomienda en esta época aumentar la frecuencia de alimentación y/o los manejos de acercamiento de la ración, para tener siempre disponible alimento fresco y estimular a los animales a acercarse al comedero y aumentar de esta manera el consumo de alimento.

De manera práctica se recomienda entregar la mayor parte de la ración temprano en la mañana o al atardecer, además de agregar agua a raciones con una materia seca muy alta.



Figura 9: Vacas en línea de comederos con acceso a sombra



Figura 10: Vacas en línea de comederos sin acceso a sombra

2.- Mejora en prácticas nutricionales: Disponibilidad de agua en calidad y cantidad, así como dietas adaptadas a esta condición

Dentro de los componentes de una buena alimentación animal, especialmente el de una vaca destinada a producción de leche, el agua, es un recurso fundamental. Sin embargo, muchas veces no se pone la atención suficiente a este recurso en los meses de verano. Una vaca de alta producción necesita entre 100 y 150 litros de agua al día, necesiándose de 3-4 litros de agua por cada litro de leche. Bajo estrés calórico, se requieren de 1,2 a 2,0 veces más agua (sobre de 25° C). Una reducción en el consumo de agua de 40% puede hacer bajar la producción de leche hasta en un 25%.

Algunos puntos a tener en cuenta:

- Considerar al menos 2 bebederos x grupo. Idealmente 3.
- Proveer un bebedero de 2 m de longitud cada 20 vacas (mínimos 10 cm lineales de bebedero por cabeza).
- Bebederos de capacidad y rapidez en el llenado, con sistema de volteo para poder limpiar diariamente, con poco esfuerzo.
- Utilizar sombra en los bebederos en verano. La temperatura ideal del agua para incrementar el consumo está alrededor de los 17-20°C.
- Utilizar agua potable o de buenas fuentes siempre. Calidad higiénica.

- Situar los bebederos a 60-90 cm del suelo.
- Si es posible, crear una base de concreto para posicionar bien los bebederos.
- Antes de llenar los bebederos, vacíe el bebedero y remueva pasto, purines, paja, etc.
- Rellenar los bebederos regularmente con agua limpia y fresca.



Figura 11: Bebedero Grupal de fácil volteo bebedero para una adecuada limpieza



Figura 12: Vacas alrededor del bebedero sin acceso a sombra

En relación a la ración para las vacas lecheras en época de verano, se debe consultar al asesor nutricional del predio, que herramientas se pueden utilizar que sean costo-efectivas para atenuar los efectos propios del estrés calórico, especialmente la disminución del consumo voluntario de alimento a medida que aumenta la temperatura y humedad ambiental.

Como medidas generales podemos recomendar:

- Entregar la mayor parte de la ración temprano en la mañana o al atardecer.
- Agregar agua a raciones con una materia seca muy alta.
- Evaluar la utilización de grasas protegidas o by pass, aportes extra de sales minerales, vitaminas, y sustancias buf ers.

3.- Implementación eficiente de "métodos de enfriamiento" para vacas: Ventilación + Aspersión

A pesar de que la sombra disminuye la acumulación de calor producido por la radiación solar, no hay generalmente efecto en la temperatura y humedad relativa del aire, por lo que en algunos casos es necesario utilizar sistemas de enfriamiento adicionales.

Dentro de las estrategias a utilizar para disminuir el efecto del estrés calórico en vacas lecheras, se encuentran los métodos de enfriado de los animales, sean estos directos, enfriando directamente al animal o los métodos indirectos, los cuales enfrían el medio ambiente donde se encuentra el animal. El uso de cada método dependerá de varios factores a considerar, entre ellos los climáticos, económicos (inversión y costos de operación), meses a utilizar el equipamiento al año, nivel de eficiencia, etc.

Sin embargo, hoy en día el método más difundido por la eficiencia, versatilidad y bajo costo, es el método directo el cual puede estar basado en el mojado del animal, uso de ventilación forzada o la combinación de ambos (ventilación + aspersión). El método directo se basa en incrementar la evaporación de agua de la superficie corporal, y lo ideal para lograrlo es la aplicación combinada de ducha y ventilación forzada, en ambientes como el patio o la sala de espera y a nivel de los comederos, además del uso de sólo ventilación forzada en la zona de las camas o echaderos y a nivel de la sala de ordeña.



Figura 13 y 14: Sistemas de Ventilación + Aspersión a nivel del comedero



Figura 15 y 16: Sistema de ventilación forzada en la zona de camas

Sistema de ventilación y aspersión en patio de espera

El sistema de “refrigeración” o enfriado de vacas recomendado para el patio de espera, consiste en alternar el mojado de la superficie de animal con la posterior aplicación de ventilación forzada.

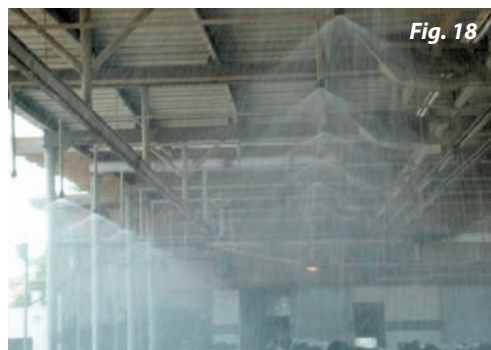


Figura 17 y 18: Sistema de Ventilación + Aspersión a nivel del patio de espera

Componentes básicos del sistema:

- **Ventiladores:** Se deben utilizar ventiladores diseñados específicamente para esta actividad, ya que deben cumplir con bajo niveles de ruido, alta capacidad o flujo de aire $> 30.000 \text{ m}^3/\text{hora}$, y una velocidad igual o mayor a 3 m/seg .
- **Aspersores:** Recomendamos utilizar aspersores de “gota gruesa”, con tamaño de gotas de 3-5 mm. Hay aspersores disponibles con un patrón de rociado de 360° o 180° . Estos últimos son adecuados para instalar en los extremos del patio de espera. La velocidad del flujo de agua deberá ser de 300 L/h . Si la presencia de agua en el suelo representa un problema, puede utilizarse un aspersor de 120 L/h o modificar los tiempos de operación del sistema de aspersión. El índice de presión operativa es de 2-4 bares. Todos los aspersores deben venir equipados con un dispositivo anti goteo.
- **Válvula solenoide:** La válvula de agua se instala en el suministro de agua principal y controla los aspersores. La válvula de agua funciona generalmente con 24 V , con una presión de trabajo de 2-5 bares y se controla mediante el controlador. Existen distintos tamaños de válvula disponibles para adaptarse al tamaño de la tubería existente en el predio.
- **Controlador:** Se recomienda contar con un sistema de control que permita la función automática y manual. Con este componente se podrá programar el ciclo de enfriado para vacas que necesitemos utilizar en el patio de espera.
- **Línea de agua:** Se debe tener la precaución de tener una línea de suministro de agua bien dimensionada que considere la bomba de agua, el filtro de impurezas y las llaves de paso.

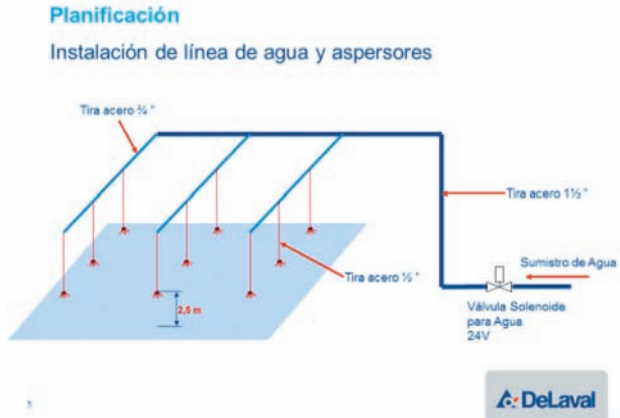


Figura 19 y Esquema: Planificación de la instalación de un sistema de enfriado de vacas en el patio de espera.

Ciclo de mojado y ventilación forzada

La configuración básica recomendada para iniciar el enfriamiento de vacas en el patio de espera en las lecherías de Chile es, rociado de agua por 30 segundos cada 5 minutos, con los ventiladores continuamente en funcionamiento. Cada vaca debiese recibir en promedio 6 ciclos completos (mojado + ventilación) durante el tiempo que permanezca en el patio de espera.

Para que el sistema de enfriamiento funcione óptimamente, esta configuración debe ajustarse de acuerdo a las condiciones imperantes en cada región. Una forma de evaluar en el corto plazo si el sistema está ajustado de manera óptima, es evaluando la temperatura corporal (intravaginal) de las vacas durante un periodo de 24 horas (Gráfico 1).

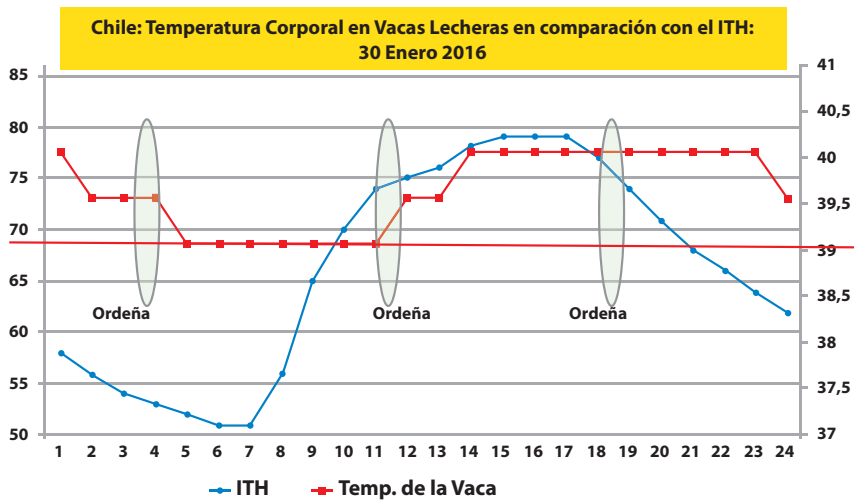


Figura 20. ITH (Índice de Temperatura y Humedad) y Temperatura corporal de vacas lecheras, en una lechería de la zona central de Chile, durante el mes de enero 2016.

4.- Revisión de manejos prediales: Adecuación de horarios de ordeña

Como parte de los manejos a revisar en los meses de verano, está la adecuación de los horarios de la ordeña para aquellas zonas donde el estrés térmico es de moderado a severo. Durante las horas de mayor índice de temperatura y humedad, se debe evitar mover a los animales hacia la zona de ordeña, evitando las largas caminatas o desplazamientos que harán aumentar el efecto de la radiación solar con el consiguiente aumento del estado de estrés calórico de los animales.

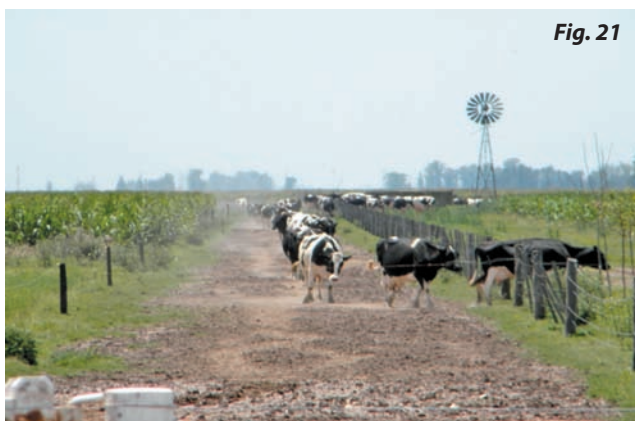


Figura 21: Vacas camino a la ordeña a la hora de mayor índice de temperatura-humedad

Evaluación económica de la instalación de un sistema de enfriamiento para vacas lecheras en la zona central de Chile.

A continuación se describe un estudio llevado a cabo en la zona central de Chile, durante el año 2015, el cual muestra la relación costo-beneficio de la instalación de un sistema de enfriamiento para vacas, utilizando el programa desarrollado por el Dr. Flamenbaum, considerando los datos recopilados a septiembre de 2015.

1. Datos básicos:

- Tasa de cambio \$700 por 1 US\$
- Una lechería con 350 vacas
- Producción promedio anual de 10.000 litros por vaca/año (estandarizada 305 días)
- Precio al productor - 230 \$/litro
- Precio alimento - 170 \$/kg MS
- Consumo promedio vaca/día – 20 kg MS
- Precio de 1 kwh – 100 \$
- Días de calor al año – 150
- Operación 12 h/día (6 horas acumulativas de refrigeración por vaca/día).
- El enfriamiento incrementa la producción anual en 2% - 12%
- El enfriamiento incrementa la eficiencia nutricional en 5%
- Cada litro adicional producido a consecuencia del enfriamiento requiere la inversión de 0.5 kg MS adicionales.

2. Insumos del enfriamiento:

Formato A: Instalación Sistema de enfriamiento en patio de espera. Se utilizará antes y entre ordeñas.



- Patio de espera de 200 m²
- 6 Ventiladores 78", consumo de 2.2kwh c/u
- Aspersores
- Control box (timer)

Formato B: Instalación Sistema de enfriamiento en patio de espera el cual será utilizado sólo para antes de la ordeña + Sistema de enfriamiento a nivel del comedero, el cual será utilizado entre ordeñas.



- Patio de espera de 200 m²
- 6 Ventiladores 78", consumo de 2.2kwh c/u
- Aspersores
- Control box (timer)
- 60 ventiladores de 22 pulgadas

3. Costos

Inversión en equipo (por vaca):

- Formato A – 35.000 \$ CLP
- Formato B – 70.000 \$ CLP

Costos de operación (luz eléctrica + agua + mano de obra) por vaca/año:

- Formato A – 15.000 \$ CLP
- Formato B – 30.000 \$ CLP

Costo de alimentación por litro adicional:

- Formato A – 115 \$ CLP
- Formato B – 115 \$ CLP

4. Ingresos

1. Leche – Litros adicionales * precio por litro
2. Eficiencia nutricional – 20kg MS*150 días*precio kg MS * % incremento en eficiencia

5.- Incremento en el ingreso anual por vaca al implementar el enfriamiento (en \$ Chilenos)

Formato 1 – Enfriamiento solo en sala de espera

(Lechería con 350 vacas y producción inicial promedio de 10.000 litros/vaca, 5% incremento en eficiencia nutricional)

Incremento en producción anual (%)	2%	4%	6%	8%	10%	12%
Litros adicionales	200	400	600	800	1.000	1.200
Incremento ingreso anual/vaca(\$)	43.000	81.000	118.000	155.000	192.000	228.000
Incremento ingreso anual/lechería (000 \$)	15.000	28.350	41.300	54.250	67.200	79.800

Formato 2 – Enfriamiento en sala de espera + comedero

(Lechería con 350 vacas y producción inicial promedio 10.000 litros/vaca, 5% incremento en eficiencia nutricional)

Incremento en producción anual (%)	2%	4%	6%	8%	10%	12%
Litros adicionales	200	400	600	800	1.000	1.200
Incremento ingreso anual/vaca(\$)	19.000	56.000	93.000	130.000	167.000	204.000
Incremento ingreso anual/lechería (000 \$)	6.650	19.600	32.550	45.500	58.450	71.400

A continuación en la Tabla 2 se detallan las recomendaciones para minimizar y controlar el efecto del estrés calórico por Macrozona Lechera en Chile.

Tabla 2. Recomendaciones a implementar por Macrozona lechera para minimizar el efecto del estrés calórico en los rebaños lecheros nacionales.

	MZ-1	MZ-2	MZ-3	MZ-4	MZ-5	MZ-6	MZ-7	MZ-8
1.- Sombra:	***	***	***	***	***	***	***	***
• Corral /Drylot	***	***	***					
• Pradera			***	***	***	***	***	***
• Patio de espera	***	***	***	***	***	***	***	***
• Comedero-bebedero	***	***	**	**	**	**	**	**
2. – Disp. agua de bebida	***	***	***	***	***	***	***	***
3.- Ventilación	***	***	**	*	*	*	*	*
• Patio de espera	***	***	**	*	*	*	*	*
• Área de camas	***	***	**	*	*	*	*	*
• Comederos	***	***	**	*	*	*	*	*
• Sala de ordeña	***	***	**	**	**	*	*	*
• Corral de enfriamiento	***	**						
4. - Aspersión	***	***	**	*	*	*	*	*
• Patio de espera	***	***	**	*	*	*	*	*
• Comederos	***	***	**	*	*	*	*	*
• Corral de enfriamiento	***	**						

Nivel de importancia: *** Alto ** Medio *Bajo

Finalmente, el objetivo buscado con la implementación de las estrategias detalladas anteriormente será permitir mantener a las vacas en una situación de “normo-termia”, donde la producción de calor corporal del animal, este en equilibrio con los mecanismos fisiológicos de pérdida de calor durante todo el día para maximizar los niveles de producción y de bienestar animal.

Conclusiones

- Dentro de las estrategias para reducir el efecto negativo del estrés calórico, debemos comenzar por evaluar y mejorar la disponibilidad de sombra en el patio de espera, comederos y potreros.
- La disponibilidad de agua en calidad y cantidad, así como dietas adaptadas a las épocas de calor, deben ser consideradas para atenuar el impacto del estrés calórico.
- Se recomienda la implementación de “métodos de enfriamiento” para vacas, Ventilación + aspersión, en aquellas macrozonas donde la condición climática en los meses de mayor temperatura afecta marcadamente distintos parámetros fisiológicos y productivos.
- De acuerdo al ejemplo presentado, la instalación de un sistema sencillo y eficiente para enfriar las vacas en la sala de espera tiene el potencial de incrementar los ingresos anuales x vaca x año, entre \$ 19.000 a \$ 228.000 de pesos chilenos (dependiendo de los logros en el enfriamiento).
- Hay que aclarar que el costo debido a la compra y el funcionamiento de los ventiladores tiene muy poca influencia en el cálculo. Lo mismo si se duplicara el costo de instalación de los equipos y el costo de su operación, los resultados siguen siendo muy positivos.

Referencia Bibliográfica

- Abarzúa, D., Iraira, S., Peñaloza, T., Bombal, E. 2016.** ¿Podemos hablar de estrés calórico en Chile? Revista Infortambo Lechería. N° 154. Marzo 2016. Pág. 30-39.
- Bombal, E. 2015.** Estrés por calor: Estrategias para mejorar el cow confort. In: V SEMINARIO DE PRODUCCIÓN PECUARIA "Estrategias y recomendaciones para enfrentar la sequía de verano en lecherías" Nov. 2015. Osorno, Chile.
- Bombal, E. Petit-Laurent, M. 2016.** Estrés por calor en verano: Estrategias para mejorar el cow confort. Revista Cooprinforma Ed. 133, 4-10.
- INIA Uruguay 2014.** Día de campo La Estanzuela, Colonia, Uruguay. "Manejo de Estrés Térmico en Ganado Lechero". La Estanzuela, Colonia, INIA. 31 p. (Serie Actividades de Difusión no. 728).
- Fisher A. D., Roberts N., Bluett S. J., Verkerk G. A. & Matthews L. R.. 2008.** Effects of shade provision on the behavior, body temperature and milk production of grazing dairy cows during a New Zealand summer, New Zealand Journal of Agricultural Research, 51:2, 99-105, DOI: 10.1080/00288230809510439
- Flamenbaum, I. 2015.** Cow cooling training Chile 2015 y Comunicación personal.
- Little, S and Campbell, J, 2010.** Cool Cows: Shade, sprinklers and fans on dairy farms. Dairy Australia.
- Pascard, Jean. 2016.** Heat stress: minimizing the consequences with nutrition management. International DairyTopic. Vol. 15, N°3, 7-9.
- Taverna, M., Ghiano, J., Walter, E., Gastaldi, L., Solis, F., Pairola, M. 2015.** Estrés calórico. Enfriamiento de vacas mediante la combinación de mojado y ventilación forzada. Articulotécnico Engormix 09-12-2015.
- Taweel, ir Hassan. 2016.** Measures to alleviate Heat stress in Dairy cows and reduce economic losses. International DairyTopic. Vol. 15, N°3, 25-27.

CAPÍTULO 4: Monitoreo y descripción territorial del Índice de Estrés Calórico

*Rodrigo Bravo H.
INIA Remehue*

*Jorge Luis Gatica,
Aldo Valdebenito
INIA Remehue*

Introducción

Desde hace años, y en la medida que se desarrollan los mercados, la actividad ganadera se ha ido diferenciando territorialmente y especializándose en sistemas productivos con características tecnológicas diferentes de acuerdo a las condiciones agroecológicas.

Las condiciones ambientales en que se desarrollan los sistemas productivos ganaderos son de importancia fundamental para el desarrollo de los diferentes sistemas productivos ya que determinan los recursos con que cuentan para su competitividad.

Junto a lo anterior, en la medida que se conoce cada vez más el efecto positivo entre bienestar, la confortabilidad de los animales y los indicadores productivos y reproductivos, va adquiriendo mayor importancia el ambiente que se provee a los animales.

El objetivo de este capítulo es realizar una caracterización del territorio en base al índice de estrés calórico calculado a partir del efecto conjunto que producen la temperatura del aire y la humedad relativa del aire. En la actualidad las redes de estaciones agro meteorológicas permiten tener datos meteorológicos en forma abundante territorialmente.

Una desventaja del presente trabajo es las redes de estaciones meteorológicas automáticas son relativamente nuevas y por lo tanto no se cuenta con series muy largas de datos, no obstante, se usaron datos desde el año 2010 hasta abril del 2016. Otra desventaja es que la distribución de estaciones meteorológicas no es uniforme en el territorio, con lo cual no todas las zonas están debidamente representadas.

La condición ambiental a través de Chile varía de manera significativa en un gradiente de norte a sur, por un lado, y desde la costa a la cordillera. Específicamente en el territorio entre la zona central y el sur de Chile, donde se encuentran los diferentes sistemas productivos lecheros, la condición ambiental determina los recursos forrajeros disponible y la confortabilidad del rebaño de acuerdo al ambiente y el manejo. Mientras en la zona central del país los sistemas productivos lecheros son mayoritariamente estabulados, en la zona sur de Chile, estos se desarrollan a base al pastoreo de praderas.

Monitoreo del Índice de Estrés Calórico a través de redes de estaciones meteorológicas automáticas

En la actualidad existen redes de estaciones meteorológicas automática que proveen de información en tiempo real a los usuarios mediante la publicación de los datos meteorológicos en internet. Una de estas redes es la del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Agromet-INIA (<http://agromet.inia.cl>). La red, entre otros datos que provee a los productores y profesionales del agro, muestra el monitoreo del Índice de Estrés Calórico (ITH) en tiempo real en todas las estaciones meteorológicas de la red.

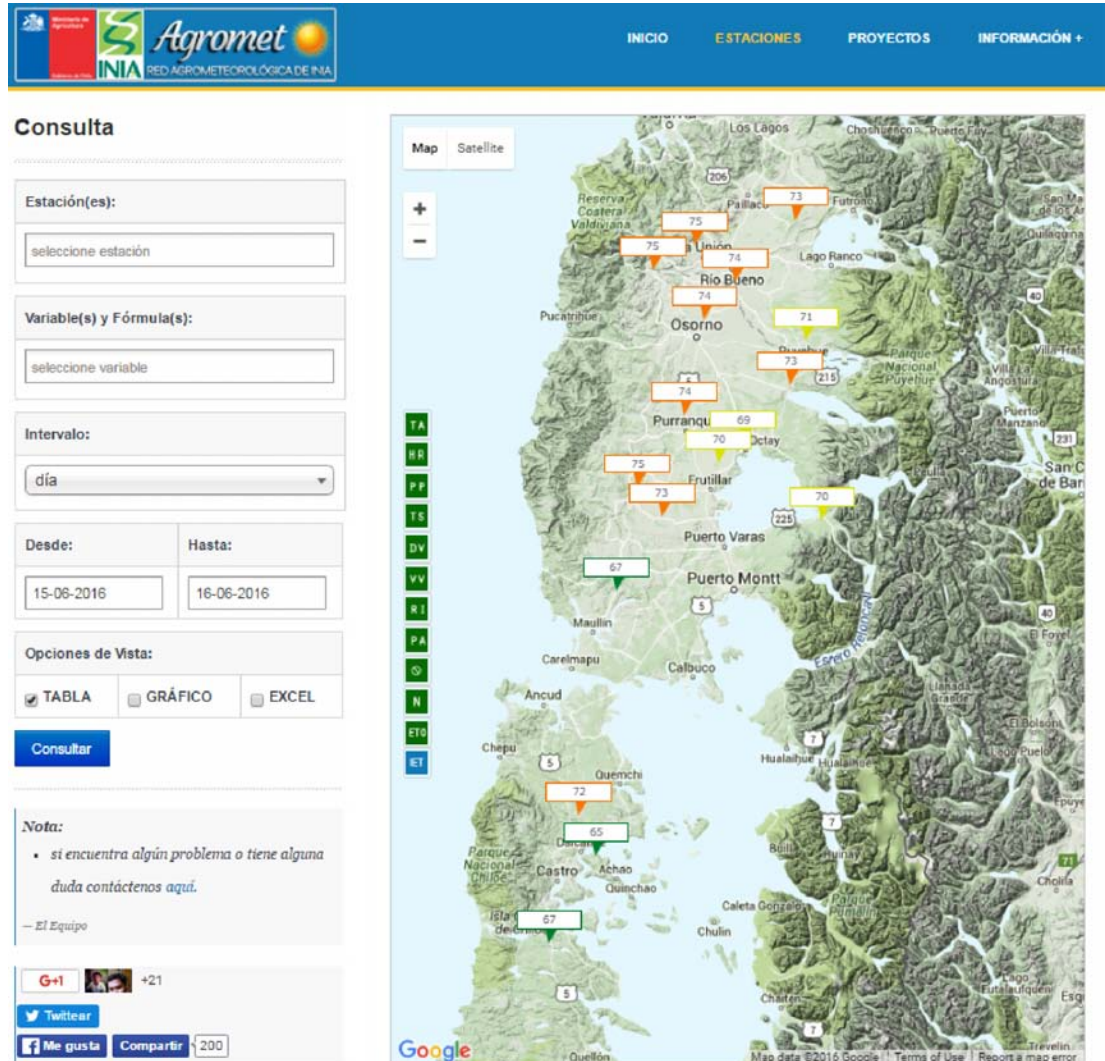


Figura 1. Visualización del ITH en la red agro meteorológica de INIA el día 20 de enero del 2016 a las 14:00 hrs (Fuente: <http://agromet.inia.cl>)

En Agromet-INIA, el ITH es calculado a partir de los datos de temperatura del aire (°C) y la humedad relativa (%) que se registran y que se combinan de acuerdo a Hahn (1999). El ITH se subdivide en 4 categorías para visualizarlo en tiempo real como se muestra en la Figura 1. Estas categorías son:

1. **Verde:** es la condición en el ITH se encuentra en valores menores a 68 y corresponde a un ambiente de buena confortabilidad para las vacas lecheras.
2. **Amarillo:** Corresponde a los valores ITH mayores a 68 y menores de 72. Es el nivel de estrés mínimo.
3. **Naranja:** Es un ambiente en que el ITH está entre 72 y 79, y que la combinación entre temperatura y humedad relativa del ambiente está generando un nivel de estrés elevado.
4. **Rojo:** Corresponde a valores del ITH es mayor a 80 donde el ambiente al que están expuestos los animales es de un nivel de estrés moderadamente severo a severo. Bajo esta condición y dependiendo de la cantidad de horas a que están expuestos los animales el nivel de estrés es mayor.

El objetivo de usar un resumen en colores, similar a un semáforo, es que los usuarios puedan visualizar en forma simple y rápida la condición ambiental para el rebaño y puedan adecuar algunas medidas de manejo en los días de exposición a un ITH en niveles perjudiciales para el rebaño.

Otra alternativa de visualización es el historial del ITH en una o más estaciones en el que se puede observar el ciclo diario con la hora en que se produce los niveles máximos de ITH o cuando sobrepasa los umbrales desde el estado verde de mayor confortabilidad para los animales a los estados en que comienzan a aumentar los niveles de estrés por calor (amarillo, naranja y rojo). En la figura 2, se muestra la visualización del ITH mediante un gráfico de las estaciones meteorológicas Los Canelos y Las Lomas en las comunas de Máfil y Los Muermos, respectivamente. Bajo este formato el usuario puede descargar los datos en una planilla Excel para realizar los análisis que encuentre pertinente.

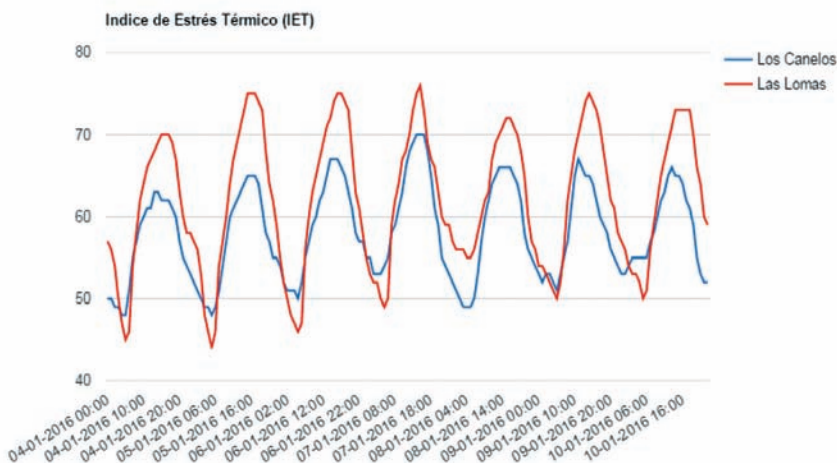


Figura 2. Ejemplo de visualización del historial de ITH en estaciones meteorológicas en Agromet INIA
(Fuente: <http://agromet.inia.cl>)

Diferenciación territorial del Índice de Estrés Calórico

Dadas los diferentes ambientes existentes en Chile los índices de estrés calórico o ITH tienen diferentes frecuencias, intensidades y duración. Cada zona tiene un patrón diferente de acuerdo a la localización, la altitud, la cercanía a grandes masas de agua y otros factores geográficos que determinan el comportamiento de variables como la temperatura y la humedad relativa componentes del Índice de Estrés Calórico.

Con los datos registrados en las estaciones meteorológicas de la red Agrometeorológica de INIA, en 43 estaciones meteorológicas entre las regiones Metropolitana a Los Lagos y que tienen 5 a 6 años de registros diarios, se ha evaluado la duración de los eventos con índices de estrés calórico entre amarillo y rojo y la cobertura territorial de dichos eventos. El objetivo de esta evaluación ha sido comparar la similitud de comportamiento del ITH para definir zonas con patrones característicos.

Como patrón general se puede ver que la frecuencia de los eventos de estrés calórico en categorías amarillo, naranja y rojo va disminuyendo en un gradiente de norte a sur. Otro patrón importante es que hay una diferencia entre aquellas estaciones ubicadas entre las regiones Metropolitana al Bío Bío y aquellas que están ubicadas entre las regiones de La Araucanía y Los Lagos. Otro factor, notoriamente influyente las grandes masas de agua como el mar o los grandes lagos del sur, de manera que aquellas estaciones meteorológicas ubicadas en dichos lugares presentan una frecuencia menor de eventos de estrés calórico para los animales.

A continuación, se describe las zonas en base al comportamiento del ITH registrado en las diferentes estaciones meteorológicas entre las regiones Metropolitana y Los Lagos.

Zona A. Corresponde a sectores entre las regiones Metropolitana y la Octava Región en sectores del valle central. En estos lugares ocurren con mayor frecuencia eventos de IEC o ITH alto. En el caso de eventos de categoría amarilla tienen una duración mínima de 2 horas y máxima de 13 horas. Los eventos de categoría naranja también son de alta duración, entre 2 y 13 horas, los de categoría roja pueden durar de 2 a 6 horas. Las comunas representadas en esta zona son La Pintana, San Vicente, Cauquenes, Chillan, El Carmen, Yungay y Los Ángeles. Estas comunas están ubicadas en las Macro Zonas Lecheras 1 y 2.

Zona B. Son localidades con una alta frecuencia de ocurrencia de eventos donde el estrés calórico de los animales es alto. Las comunas representadas con Portezuelo y Ranquil y que están cercanas a la Macro Zona Lechera 2.

Zona C. Las localidades representadas en este grupo en torno al 13 % de los días analizados se producen eventos de entres calórico en la categoría amarillo, el 4 % llega a niveles naranjos y muy pocos días (cercano al 0,1 %) el ITH alcanza niveles de estrés en la categoría rojo. Esta zona agrupa a estaciones presentes en Coronel, Cañete, Teodoro Schmidt, Tolten, Paillaco, Puyehue, Purranque, Fresia Llanquihue y Puerto Varas. En general, presentan una distancia media a grandes masas de agua, y están cerca o pertenecen a las Macro Zonas lecheras 2, 3, 4, 5, y 7.

Zona D. Estas localidades están en el valle central de las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. Cuando ocurren eventos con niveles de estrés en amarillo estos tienen una duración entre 1 y 7 horas, con algunos casos extremos de 9 horas. La ocurrencia de eventos en niveles de categoría naranja. Las estaciones pertenecientes a esta zona están localizadas en el valle central y pre cordillera andina de la zona sur entre las regiones de La Araucanía y Los Lagos, y considera a las comunas de Traiguén, Curacautín, Vilcún, Nueva Imperial, Gorbea, Máfil, Rio Bueno y Osorno. En términos de Macrozonas Lecheras este ambiente está presente en las macrozonas 3, 4 y 5.

Zona E. Son lugares cercanos a grandes masas de agua, es decir, se ubican en cerca del mar o de grandes lagos que tienden a disminuir la ocurrencia de extremos de temperatura. Los eventos de categoría amarilla pueden durar de 3 a 6 horas, los de categoría naranja duran 3 horas aproximadamente, aunque se han presentado con muy baja frecuencia de duración de 7 horas. En este grupo no se han presentado eventos de categoría roja. Estas estaciones meteorológicas están ubicadas en las comunas Chanco, Carahue, Puerto Saavedra, Puerto Octay, Frutillar, Los Muermos, Dalcahue, Curaco de Vélez, Chonchi, y estar cerca o forman parte de las Macrozonas lecheras 2, 3, 6 y 7.

Aunque está evaluación territorial fue realizada con datos meteorológicos de 6 años y, en algunos casos 5 años, entrega un patrón coherente con los esperado con el gradiente norte-sur, y con la influencia de las grandes masas de agua sobre las variables de temperatura y humedad relativa, por lo que dan una orientación razonable para tener una zonificación preliminar como la presentada, con las características principales respecto a la frecuencia, intensidad y duración de los eventos de estrés calórico para los rebaños bovinos.

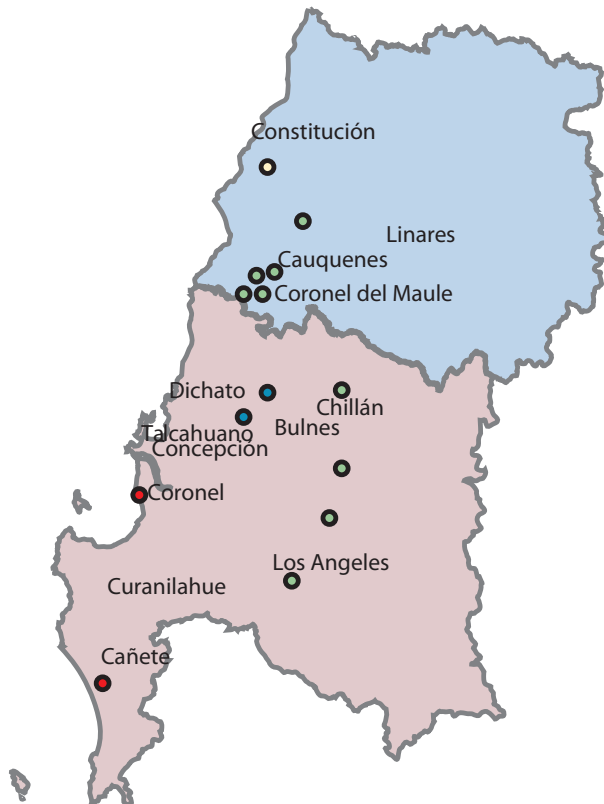
Región Metropolitana / VI Región Libertador General Bernardo O'Higgins



Zonas de similar comportamiento de Índice de Estrés Calórico o ITH de acuerdo a frecuencia y duración
(Fuente: Elaborado en base a datos de <http://agromet.inia.cl>)

Región Metropolitana/VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins						
Zonas	Estación Meteorológica	Comuna	Macrozona	Amarillo	Naranja	Rojo
A	La Platina	La Pintana	1	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: yellow;"></div>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: orange;"></div>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: red;"></div>
	El Tambo	San Vicente	1	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: yellow;"></div>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: orange;"></div>	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: red;"></div>

VII Región del Maule / VIII Región del Biobío



Zonas de similar comportamiento de Índice de Estrés Calórico o ITH de acuerdo a frecuencia y duración
(Fuente: Elaborado en base a datos de <http://agromet.inia.cl>)

VII Región del Maule / VIII Región del Biobío						
Zonas	Estación Meteorológica	Comuna	Macrozona	Amarillo	Naranja	Rojo
A	Sauzal	Cauquenes	2	■	■	■
	Cauquenes	Cauquenes	2	■	■	■
	Santa Sofía	Cauquenes	2	■	■	■
	Los Despachos	Cauquenes	2	■	■	■
	Coronel de Maule	Cauquenes	2	■	■	■
	Santa Rosa	Chillan	2	■	■	■
	Navidad	El Carmen	2	■	■	■
	Yungay	Yungay	2	■	■	■
	Human	Los Ángeles	2	■	■	■
B	Portezuelo	Portezuelo	2	■	■	■
	Nueva Aldea	Ranquil	2	■	■	■
C	Coronel	Coronel	2	■	■	■
	Cañete	Cañete	2	■	■	■
E	Chanco	Chanco	2	■	■	■

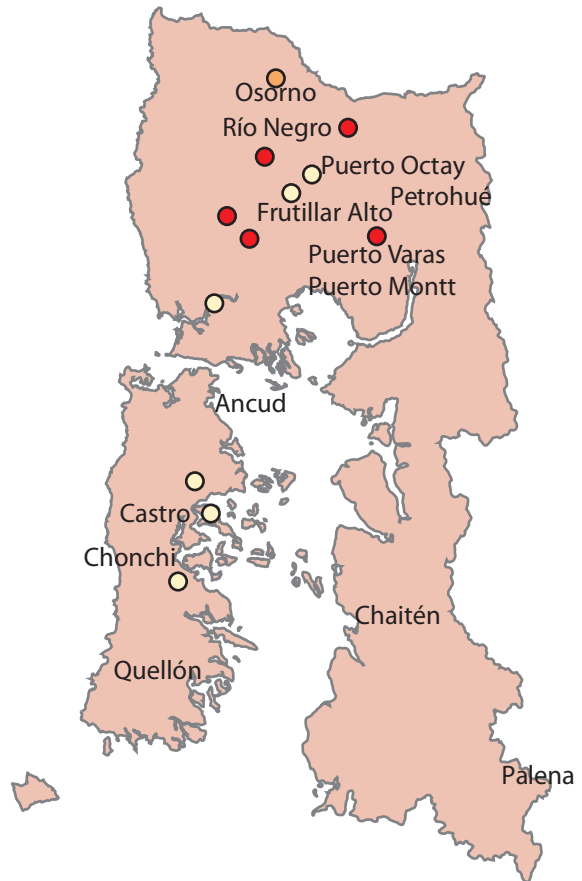
IX Región de la Araucanía / XIV de Los Ríos



Zonas de similar comportamiento de Índice de Estrés Calórico o ITH de acuerdo a frecuencia y duración
(Fuente: Elaborado en base a datos de <http://agromet.inia.cl>)

IX Región de la Araucanía / XIV de Los Ríos						
Zonas	Estación Meteorológica	Comuna	Macrozona	Amarillo	Naranja	Rojo
C	Lollinco	Schmidt	3	██████████	█	█
	Pocoyan	Toltén	3	██████████	█	█
	Lago Verde	Paillaco	4	██████████	█	
D	La Providencia	Traiguén	3	██████████	██	█
	San Luis	Curacautín	3	██████████	█	█
	Carillanca	Vilcún	3	██████████	██	█
	Santa Adela	Nueva Imperial	3	██████████	██	█
	Cuarta Faja	Gorbea	3	██████████	██	█
	Las Lomas	Máfil	4	██████████	██	█
	El Cardal	Río Bueno	5	██████████	██	█
E	Quiripio	Carahue	3	████	█	
	Tranapuate	Carahue	3	████	█	
	Dominguez	Puerto Saavedra	3	████	█	

X Región de Los Lagos



Zonas de similar comportamiento de Índice de Estrés Calórico o ITH de acuerdo a frecuencia y duración
(Fuente: Elaborado en base a datos de <http://agromet.inia.cl>)

X Región de Los Lagos						
Zonas	Estación Meteorológica	Comuna	Macrozona	Amarillo	Naranja	Rojo
C	Rupanco	Puyehue	7	■	■	
	La Pampa	Purranque	5	■	■	■
	Polizones	Fresia	7	■	■	■
	Colegual	Llanquihue	7	■	■	■
	Ensenada	Puerto Varas	7	■	■	
D	Remehue	Osorno	5	■	■	■
E	Octay	Puerto Octay	7	■	■	■
	Quilanto	Frutillar	7	■	■	
	Los Canelos	Los Muermos	6	■	■	
	Butalcura	Dalcahue	6	■	■	
	Huyar Alto	Curaco de Velez	6	■	■	
	Tara	Chonchi	6	■	■	

Conclusiones

- En la medida que aumentan los niveles de productividad de los sistemas productivos lecheros estos pueden volverse más sensibles a los eventos de estrés abióticos como los relacionados a altas temperaturas y la condición de comodidad térmica.
- En la actualidad hay más conocimiento del efecto que tiene este tipo de estrés sobre los índices productivos y reproductivos de los animales. Se han cuantificado los niveles umbrales en que empiezan a producir efectos adversos.
- Por otra parte, las tecnologías hoy permiten tener información meteorológica en tiempo real, lo que facilita la toma de decisiones y generar medidas de manejo que minimicen el efecto de eventos adversos como el estrés calórico. Agromet-INIA, ofrece la posibilidad a los productores para acceder al ITH en tiempo real lo que facilita las acciones de manejo del rebaño.
- La misma información que se ha generado a través de redes de estaciones meteorológicas ha permitido avanzar en una caracterización del grado de exposición a diferentes niveles de estrés calórico en varias zonas del país y las macro zonas lecheras. En la medida que haya mayor densidad de estaciones meteorológicas automáticas y con mayor cantidad de datos se podrá generar información más robusta.

Acerca de los autores

Enrique Bombal C., Médico Veterinario de la Universidad de Chile, especialista en ordeña mecánica, sanidad mamaria, calidad de leche, diseño de lecherías y bienestar animal; se desarrolla como Gerente de Marketing y Aftermarket de DeLaval S.A. Participa como profesor invitado en la Universidad de Chile y colabora en el desarrollo de Memorias de Título en distintas universidades nacionales.

Sergio Iraira H., Ingeniero Agrónomo de la Universidad de La Frontera, se desempeña como Investigador y Extensionista en INIA Remehue. Obtiene el grado de Master y Doctorado en la Universidad Autónoma de Barcelona, donde realiza su tesis doctoral abordando el área de producción de carne, nutrición y comportamiento animal. Durante su desempeño laboral en INIA ha llevado a cabo investigación en crianza de terneros, producción de carne y últimamente en evaluar aspectos de bienestar animal en producción de leche y carne. Complementario a su trabajo de investigación dedicar parte de su tiempo a la extensión.

Rodrigo Bravo H., Ingeniero Agrónomo y Magister en Economía de la Universidad Austral de Chile. Se desempeña como investigador en INIA Remehue, además es el encargado de la plataforma meteorológica de INIA.

