



Foto: Tatiana Morales

ESTRÉS CALÓRICO EN UN SISTEMA DE ORDEÑE VOLUNTARIO BAJO PASTOREO: ¿QUÉ HACEN LAS VACAS?

DMV MSc Tatiana Morales¹,
DMV PhD Juan Pablo Damián²,
DMV PhD Georgget Banchemo³,
Ing. Agr. PhD Alejandro La Manna¹,
Biol. PhD Aline Sant'Anna⁴

¹Programa de Investigación en Producción de Leche - INIA

²Departamento de Biología Celular y Molecular - Facultad de Veterinaria, Udelar

³Programa de Investigación en Producción de Carne y Lana - INIA

⁴Departamento de Zoología - Universidad Federal de Juiz de Fora, Brasil

Cuando la temperatura y humedad ambiental traspasan determinado umbral los animales comienzan a sufrir estrés. El estrés por calor influye en el comportamiento de la vaca lechera, afectando su bienestar y producción, generando pérdidas económicas.

LA IMPORTANCIA DEL COMPORTAMIENTO ANIMAL EN UN SISTEMA DE ORDEÑE VOLUNTARIO

Actualmente en Uruguay es posible encontrar un sistema de ordeñe en el cual las vacas se mueven solas al tambo y son ordeñadas sin presencia humana, llamado ordeñe voluntario. Estos sistemas bajo alimentación pastoril han ido en aumento a nivel mundial dado que la producción basada en pastura es

percibida por los consumidores como beneficiosa para el bienestar de los animales. El principal desafío en este sistema es motivar a las vacas para que salgan de la pastura y vayan a ordeñarse, lo que determina la frecuencia de ordeñe. La frecuencia de ordeñe afecta la productividad del sistema ya que, a mayor frecuencia la producción de leche es mayor (Lyons y col., 2014). Se ha observado que vacas en estos sistemas pastoriles presentan menor cantidad de ordeñes por día comparado con sistemas estabulados debido a la

distancia entre las pasturas y el tambo (Utsumi, 2013). Esto podría exacerbarse frente a una ola de calor, ya que en esa situación la actividad de la vaca disminuye, bajando aún más sus visitas al tambo.

ESTRÉS CALÓRICO Y COMPORTAMIENTO EN PASTOREO

La rutina diaria de una vaca lechera incluye el pastoreo con períodos de rumia y reposo, el descanso, el ordeño, el consumo de agua, la interacción social y la caminata. En condiciones normales, el animal ocupa 2/3 de su tiempo en pastoreo y rumia y el tiempo restante lo ocupa en descansar y otras actividades. Estos comportamientos varían según las condiciones climáticas. En los meses cálidos, la acción combinada de alta radiación solar, temperatura y humedad del aire (Índice de Temperatura Humedad, ITH), puede determinar que el ambiente se encuentre fuera de la zona de confort de la vaca y, por lo tanto, le cause estrés (Figura 1). A medida que aumenta el ITH por encima del crítico (ITH ≥ 68), se acortan las sesiones de consumo de alimentos y disminuye el tiempo que la vaca pasa echada (Tucker y col., 2021).



Figura 2 - Parcelas de pastoreo en el sistema de ordeño voluntario (SOV) de INIA La Estanzuela, separadas en tres sectores, A, B y C, los cuales presentan distintas horas de apertura diaria (foto satelital modificada).

Por otro lado, aumenta significativamente el tiempo que los animales pasan parados, probablemente para disipar el calor (Román y col., 2019).

Debido a que el alimento es el principal motivador para que las vacas se muevan, el estudio del comportamiento relacionado con la alimentación resulta esencial para la comprensión y mejor funcionamiento del sistema. No existe suficiente información sobre los comportamientos diarios, y aún menos de aquellos relacionados con la alimentación en pastoreo en los sistemas de ordeño voluntarios. Entender cómo la vaca ajusta su comportamiento de pastoreo para lidiar con los cambios en el ambiente permite el desarrollo de estrategias de gestión para optimizar la producción lechera. Por lo tanto, nos propusimos evaluar la relación entre la producción de leche, la frecuencia de ordeño y los comportamientos en pastoreo de vacas Holando en un sistema de ordeño voluntario, con los valores de ITH diarios.

METODOLOGÍA

En el sistema robotizado de la Unidad de Lechería de INIA La Estanzuela se seleccionaron 25 vacas primíparas y 44 multíparas con más de 150 días en leche. Cada vaca posee un collar, que es reconocido por los sensores del sistema permitiendo al animal entrar al puesto de ordeño y ordeñarse siempre y cuando hayan pasado más de seis horas del último ordeño y/o la vaca tenga suficiente leche prevista. Durante el período experimental (noviembre, 2019) la dieta consistió en acceso a tres parcelas de pastoreo diario (21,9 kg de materia seca/vaca/día en promedio), las cuales estaban ubicadas en tres sectores diferentes (A, B y C), disponibles en distintos horarios del día (Figura 2). Los animales también tenían acceso a ración comercial en el ordeño (6,2 kg de ración/vaca/día).

		Humedad relativa %																		
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	75	80	85	90	100
temperatura °C	22,0	64	64	65	65	66	66	66	67	67	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71
	22,5	65	65	66	66	66	67	67	68	68	69	69	69	70	71	71	72	72	73	73
	23,0	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	70	70	71	72	72	73	73	74	74
	23,5	65	66	67	67	68	68	69	69	70	70	71	72	72	73	73	74	74	75	75
	24,0	66	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	74	74	75	75	76
	24,5	66	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	74	74	75	75	76	76
	25,0	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	74	74	75	75	76	77
	25,5	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	74	74	75	75	76	77	78
	26,0	67	68	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	76	77	77	78	79	80
	26,5	68	68	69	70	71	71	72	73	73	74	74	75	76	77	77	78	79	80	81
	27,0	68	69	69	70	71	72	72	73	74	74	75	76	77	77	78	79	80	81	82
	27,5	69	69	70	71	71	72	73	74	74	75	76	76	77	78	79	80	80	81	82
	28,0	69	70	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	79	80	81	81	82	83
	28,5	69	70	71	72	73	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84
	29,0	70	71	72	73	73	74	75	76	77	78	78	79	80	81	82	82	83	84	85
	29,5	70	71	72	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	82	82	83	84	85
	30,0	71	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	82	83	83	84	85	86
	30,5	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88
	31,0	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	85	86	87	88
	31,5	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89
	32,0	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
	32,5	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	33,0	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	33,5	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	92
	34,0	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	93
	34,5	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	94
	35,0	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	95
	35,5	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	96
	36,0	75	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	97
	36,5	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	94	98
	37,0	76	77	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	92	93	94	95	99
	37,5	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	92	93	94	96	100
	38,0	77	78	79	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	93	94	95	97	100
	38,5	77	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	91	92	94	95	97	98	101
	39,0	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	94	95	97	99	102
	39,5	78	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	91	92	93	95	96	97	99	103
	40,0	79	80	81	82	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	95	96	97	99	104
	40,5	79	80	82	83	84	86	87	88	89	91	92	93	95	97	98	100	101	102	105
	41,0	80	81	82	83	85	86	87	88	89	90	91	92	94	95	97	98	100	102	106
	41,5	80	81	83	84	85	87	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100	101	103	107
	42,0	80	82	83	84	86	87	89	90	91	93	94	95	97	99	101	102	104	105	108
	42,5	81	82	84	85	86	88	89	90	92	93	95	96	97	100	102	103	104	106	109
	43,0	81	83	84	86	87	88	90	91	92	94	95	97	98	101	102	104	105	107	109
	43,5	81	83	85	86	88	89	90	92	93	94	96	97	99	102	103	105	106	107	110
	44,0	82	83	85	86	88	89	91	92	94	95	97	98	99	102	104	105	107	108	111
	44,5	82	84	85	87	88	90	91	93	94	96	97	99	100	103	105	106	108	109	112
	45,0	83	84	86	87	89	90	92	93	95	96	98	99	101	104	105	107	108	110	113
	45,5	83	85	86	88	89	91	92	94	95	97	99	100	102	105	106	108	109	111	114
	46,0	84	85	87	88	90	91	93	94	96	98	99	101	102	105	107	109	110	112	115
	46,5	84	86	87	89	90	92	93	95	97	98	100	101	103	106	108	109	111	113	116
	47,0	84	86	88	89	91	92	94	96	97	99	100	102	104	107	109	110	112	113	117
	47,5	85	86	88	90	91	93	95	96	98	100	101	103	104	108	109	111	113	114	118
	48,0	85	87	89	90	92	93	95	97	98	100	102	103	105	108	110	112	113	115	118
	48,5	86	87	89	91	92	94	96	97	99	101	102	104	106	109	111	113	114	116	119
	49,0	86	88	90	91	93	95	96	98	100	101	103	105	107	110	112	113	115	117	120
	49,5	86	88	90	92	93	95	97	99	100	102	104	105	107	111	112	114	116	118	121

Figura 1 - Diferentes combinaciones de temperatura y humedad relativa con el ITH correspondiente, y nivel de estrés (leve, moderado, elevado, severo, y muerte) para vacas lecheras.

El efecto negativo de estrés calórico sobre la producción de leche es retardado, reflejándose hasta tres días después del episodio de estrés calórico.

¿QUÉ ENCONTRAMOS?

La producción de leche disminuyó, en promedio, 0,15 L (primíparas) y 0,40 L (multíparas) por cada aumento de ITH hasta tres días antes del ordeño evaluado, sin embargo, no hubo relación entre la producción y el ITH del día del ordeño. Esto significa que hay un efecto retardado del estrés calórico en la producción de leche que se refleja hasta tres días después del aumento de ITH. Este dato ya ha sido reportado en tambos robotizados de Australia (Wildridge y col. 2018). El hecho de que primíparas tuvieran un menor nivel de reducción de la producción que múltiparas podría deberse a que las primíparas presentan menor producción de leche y/o susceptibilidad al estrés calórico.

Por otro lado, solo para las vacas múltiparas la frecuencia de ordeño aumentó con el incremento de ITH del día evaluado, sin relación con el ITH de los días anteriores. Por cada unidad de ITH que aumentaba hubo 0,01 ordeños más ese mismo día. Nos sorprendió encontrar que a mayor ITH, más fueron al tambo a ordeñarse ya que Wildridge y col. (2018) reportan que al aumentar el ITH disminuye la frecuencia de ordeño. Además, cuando una vaca se encuentra bajo estrés calórico tiende a bajar su actividad (camina menos). Una diferencia del trabajo de Wildridge y col. (2018) con el nuestro es que ellos no separaron los datos por paridad, lo cual podría haber influenciado en sus resultados, ya que observamos que primíparas se comportan distinto a múltiparas. Tampoco ellos informan sobre las condiciones de infraestructura de los tambos evaluados, por ejemplo, el acceso a sombra. Una posible explicación de nuestros resultados es que las vacas, buscando la sombra del tambo, se movieron hacia allí y fueron ordeñadas. Las diferencias entre categorías podrían indicar que vacas múltiparas se enfrentan al estrés calórico de manera diferente, por ejemplo, cambiando su comportamiento y visitando más al robot que primíparas. Adicionalmente, las vacas múltiparas, debido a su dominancia, al llegar al tambo se ordeñarían más que las primíparas, quedando estas últimas en el corral de espera.

En cuanto a los comportamientos en pastoreo, encontramos asociación entre el ITH y algunos comportamientos.

A medida que aumenta el ITH aumentan las visitas al tambo robotizado sin incremento en producción de leche. También aumenta el tiempo de las vacas paradas sin actividad, y disminuye el tiempo de pastoreo y descanso (echadas, rumiando).

Solo la infraestructura del tambo poseía sombra (techo). El agua se encontraba en las parcelas.

Durante el pastoreo se observaron los animales durante 12 horas diarias (6:00-18:00), a lo largo de 10 días registrando los siguientes comportamientos: parada rumiando (PR), parada sin actividad (PSA), echada rumiando (ER), echada sin actividad (ESA) y pastoreando (PAST). También se registró la hora en que entraban o salían los animales de las parcelas, para luego determinar dónde se encontraban (en las pasturas, en el ordeño o en “otros” –caminos e infraestructura del tambo–). La frecuencia de ordeño y la producción de leche diaria fue obtenida del equipo de ordeño. A partir de la temperatura del aire (T_a en °C) y la humedad relativa promedio (HR en %) se calculó el ITH diario [ITH = $1,8 \times T_a + 32 \times (0,55 - 0,55 \times HR) \times (1,8 \times T_a - 26)$]. Los comportamientos fueron relacionados con el ITH del día de la observación (día 0); y la producción y frecuencia de ordeño con los tres días previos al día evaluado (-1, -2 y -3). Durante el periodo de observación de comportamiento las vacas estuvieron bajo condiciones de estrés calórico que fueron de “leves” a “severas” (García y col, 2015), con un promedio de T_a , HR, e ITH de $23,0 \pm 2,8$ °C, $69,0 \pm 7,4$ %, $80,5 \pm 7,2$, respectivamente (Figura 3).

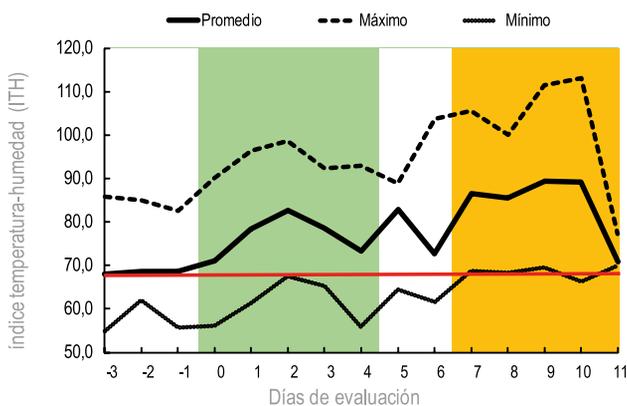


Figura 3 - Índice de temperatura y humedad (ITH) promedio, máximo y mínimo durante los días de estrés calórico evaluados. El día 0 es el comienzo de las observaciones de comportamiento; se puede observar un periodo de “bajo estrés” (verde) y otro de “estrés severo” (naranja). La marca roja indica el ITH = 68 (umbral para vaca lechera).

La vaca bajo estrés calórico en un sistema de ordeño voluntario disminuye su tiempo en las parcelas de pastoreo cuando no tienen sombra. Esto comprometería el bienestar animal, ya que las vacas pasarían mucho tiempo en los caminos o en el hormigón.

Las vacas estuvieron más tiempo paradas sin actividad (0,14 % más) a medida que aumentaba el ITH. También, cuanto mayor el ITH, las vacas disminuían su tiempo pastoreando (-0,30 %), echadas sin actividad (-0,04 %) y echadas rumiando (-0,70 %). Nuestros resultados concuerdan con la bibliografía donde se reporta que en sistemas lecheros convencionales las vacas bajo estrés calórico pasan más tiempo paradas para disipar calor, disminuyendo el tiempo echadas, pastoreando y rumiando (Saravia, 2009), lo que afectaría su consumo de pasto, el descanso y la salud.

Otro hallazgo fue que el tiempo en las pasturas y en “otros” (caminos y tambo) se relacionó con el ITH. Las vacas pasaron menos tiempo en las pasturas (1 % menos) al aumentar el ITH; mientras que permanecían en los caminos y/o infraestructura del tambo (1 % más por cada aumento de ITH) (Figura 4).



Figura 4 - Animales en el camino al tambo robotizado.

Esto podría indicar que, a medida que aumenta el estrés calórico, los animales se mueven hacia las estructuras del tambo seguramente buscando la sombra, que es uno de los comportamientos más inmediato de los animales bajo estrés calórico. Por lo tanto, gran parte de su tiempo diario no estaban pastoreando.

Una limitación de este estudio fue no registrar los comportamientos cuando las vacas estaban fuera de la pastura, sin esos datos podemos pensar que las vacas se echaron y/o rumiaron en los caminos o estructuras del tambo, o luego en la noche, para lograr alcanzar suficientes horas de descanso.

Agradecimientos: a Marcelo Pla, Juan Negrin, Álvaro Gómez, Cristian González, Gonzalo Viroga, Josefina Montini, Camila Etchevarría y Joaquín de Mattos por la ayuda en la recolección de los datos.

BIBLIOGRAFÍA

- Garcia, A.B.; Angeli, N.; Machado, L.; de Cardoso, F.C.; Gonzalez, F. 2015. Relationships between heat stress and metabolic and milk parameters in dairy cows in southern Brazil. *Trop Anim Health Prod.* 47:889-94.
- Lyons NA. Kerrisk KL. Garcia SC. 2014a. Milking frequency management in pasture-based automatic milking systems: A review. *Livestock Science*, 159:102-116.
- Román, L.; Saravia, C.; Astigarraga, L., Bentancur, O.; La Manna, A. 2019. Shade access in combination with sprinkling and ventilation effects performance of Holstein cows in early and late lactation. *Anim. Prod. Sci.* 59:347–358. <https://doi.org/10.1071/AN16571>
- Saravia, C. 2009. Efecto del estrés calórico sobre las respuestas fisiológicas y productivas de vacas Holando y Jersey. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 140 p.
- Tucker, C.B.; Jensen, M.B.; de Passillé, A.M.; Hänninen, L.; Rushen, J. 2021. Invited review: Lying time and the welfare of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 104:20-46.
- Utsumi, S. 2013. Sistema de ordeño automático su eficiencia y sus impactos sobre la performance de los tambos. *XLI Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay*, pp. 35-44.
- Wildridge, A.M.; Thomson, P.C.; Garcia, S.C.; John, A.J.; Jongman, E.C.; Clark, C.E.F.; Kerrisk, K.L. Short communication: The effect of temperature-humidity index on milk yield and milking frequency of dairy cows in pasture-based automatic milking systems. *J. Dairy Sci.* 2018, 101, 4479-4482. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13867>.

Estos resultados reafirman la importancia de proveer de medidas de mitigación de estrés calórico en sistemas voluntarios/robotizados, y la necesidad de más estudios para determinar la mejor estrategia que no afecte la frecuencia de ordeño.