

# DESEMPEÑO PRODUCTIVO DEL GANADO LECHERO CONTROLANDO LA VENTILACIÓN Y ASPERSIÓN DE AGUA BAJO LAS CONDICIONES SEMI-HÚMEDAS DE VERANO DEL SUR DE SONORA

## PRODUCTIVE PERFORMANCE OF DAIRY CATTLE CONTROLLING THE VENTILATION AND WATER SPRINKLING UNDER THE SEMI-HUMID SUMMER CONDITIONS OF THE SONORA SOUTH

Leyva C.J.C.<sup>1\*</sup>, Félix V.P.<sup>1</sup>, Osuna A.J.D.<sup>1</sup>, Ávalos C.R.<sup>1</sup>, Correa C.A.<sup>2</sup>, Luna N.P.<sup>3</sup>, Munguía X.J.A.<sup>3</sup>, Morales M.I.P.<sup>1</sup> y Hernandez H.I.R.<sup>3</sup>. 2009. XIXª Reunión Internacional sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos, 8 y 9 de Octubre de 2009, Mexicali, Baja California, México.

<sup>1</sup> Centro de Investigación Regional del Noroeste (CIRNO) del INIFAP.

<sup>2</sup> Instituto de Ciencias Agrícolas (ICA) de la UABC.

<sup>3</sup> Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias (CAV) del ITSON.

\*José Clemente Leyva Corona. INIFAP, Campo Experimental Todos Santos. Agricultura entre México y Durango. La Paz B.C.S., México. Tel/fax: (612)-122-9018. [leyva.jose@inifap.gob.mx](mailto:leyva.jose@inifap.gob.mx)

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

[Volver a: Adaptación y clima](#)

## RESUMEN

Para evaluar el desempeño productivo del ganado lechero bajo un sistema de enfriamiento automatizado en las condiciones semi-húmedas de verano del sur de Sonora, durante dos veranos consecutivos (2006-07) se analizaron 689 registros comerciales de producción de leche (PL). El primer verano (V1) 72, vacas recibían diario dos baños (11:00 y 16:00 h) con ventilación alternada. En el verano 2 (V2), 65 vacas recibieron enfriamiento en base al horario, temperatura y humedad ambiental para regular la ventilación y gasto de agua en tiempo real. Los datos horarios de temperatura (TA), humedad relativa (HR) ambiental e Índice de Temperatura-Humedad (ITH) se colectaron diariamente en ambos estudios. La HR del día (HRD) mostró la correlación más alta (<0.001) ante la PL en V1 ( $r = -0.49$ ) y V2 ( $r = -0.48$ ) y a partir de una HRD 33.1 y 41.7%, PL disminuyó -0.391 y -0.599 kg/vaca en el V1 y V2 respectivamente. Aún cuando el V1 fue ligeramente más cálido que el V2, la humedad fue el factor climático más importante para ambos. Se observó menor pérdida en PL del V2 (-9.1 kg/vaca/día) respecto al V1 (-11 kg/vaca/día), sin embargo, es necesario implementar alternativas adicionales para un enfriamiento más efectivo en días extremadamente húmedos.

## INTRODUCCIÓN

El Noroeste de México se caracteriza por ser zona cálida y donde se ha estudiado el impacto del clima sobre la productividad del ganado lechero en verano (Correa *et al.*, 2002; Correa *et al.*, 2009). Estas condiciones ambientales generan estados de estrés calórico en el animal, conduciéndolo a un reajuste en su fisiología y actividad física para regular su temperatura corporal, reduciendo su desempeño productivo como consecuencia (West, 2003). La alta radiación solar, temperatura extrema y velocidad del viento, limitan la eficiencia termoregulatoria de los medios no evaporativos (conducción, convección y radiación) en la vaca, mientras que los evaporativos (jadeo y sudoración) a gradientes altos de humedad (Berman, 2006). Cada zona geográfica presenta características climáticas diferentes, por lo que la mitigación estratégica al estrés calórico debe ajustarse a la dinámica del clima. Al sur de Sonora se localiza la cuenca lechera del valle del Yaqui y sus condiciones climáticas de verano impactan negativamente los sistemas de producción establecidos en esa área (Leyva *et al.*, 2008), particularmente en los meses de mayor humedad ambiental, la cual disminuye la remoción de calor por medios evaporativos. La automatización de un sistema de enfriamiento en base al gradiente de humedad y temperatura ambiental puede ser una alternativa para disminuir los efectos negativos del estrés calórico en zonas semi-húmedas. Por tal motivo, el objetivo del estudio fue evaluar el desempeño productivo del ganado lechero utilizando ventilación y aspersión de agua en verano considerando en tiempo real las variables climáticas del sur de Sonora.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el verano (Mayo a Septiembre) de 2006 y 2007, se evaluaron 689 registros individuales de producción de leche (PL) de 137 vacas Holstein (multíparas) alojadas en echaderos individuales (2.63 m<sup>2</sup>) de un establo

comercial (27°25'16.35" LN y 109°53'46.97" LO) al sur de Sonora, México. El primer verano (V1), 72 vacas recibieron diariamente dos baños (11:00 y 16:00 h) a baja presión de agua (aprox. 5.5 litros/min/vaca) en la sala de espera (5 min) y ventilación (8-10 min) alternada, procedimiento repetido dos veces por baño. En el segundo verano (V2), el ganado (n=65) fue enfriado con un equipo automatizado en función de horario, temperatura (Cuadro 1) y humedad relativa ambiental (Cuadro 2). Los abanicos (½ HP, movimiento de aire 180 m<sup>3</sup>/min y 36" de diámetro) estaban ubicados en hilera bajo la sombra, inclinados 35° hacia los echaderos a 2.45 m de altura y separados 12 m entre sí. Cuatro aspersores por abanico emitían 0.46 litros de agua/min. Se formaron dos grupos de producción en base a los días en leche (DL): Grupo 1: 61-150 y 2: 151-305 DL. Los datos diarios de Temperatura ambiental (TA) y Humedad Relativa (HR) se colectaron de una estación meteorológica ubicada a 6.9 km. del establo. El ITH fue calculado:  $ITH = 0.81(T^{\circ}C) + HR(T^{\circ}C - 14.4) + 46.4$  (Hanh, 1999). En el programa SAS (2004), los comandos "Repeated" y "Random" se utilizaron en las mediciones repetidas de PL (PROC MIXED). El modelo incluyó pesaje de leche del mes y como efectos fijos la interacción clima del mes con pesaje, considerando vaca anidada como efecto aleatorio en la interacción pesaje con clima del mes en las pruebas de F. Se correlacionó (PROC CORR) la PL con variables climáticas para seleccionar la de mayor influencia y utilizarla para estimar los cambios de PL por unidad de incremento de la variable climática (PROC GLM).

Cuadro 1.- Funcionamiento general del equipo de enfriamiento automatizado

Condición	Descripción
Horario	Funcionamiento de 8:00 a 20:00 h si la condición TA no existe
TA	Encendido a una TA $\geq 25^{\circ}C$ y apagado a $\leq 23^{\circ}C$ en cualquier momento del día
HR	Aspersión de agua en base al cuadro 2 utilizando un sensor de humedad

Cuadro 2.- Programación de aspersión de agua

Humedad Relativa (%)	Aspersión (min)	Paro de aspersión (min)
0-30	3	1
30-45	2	2
45-65	1	3
> 65	No aspersión	Solo ventilación

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En V1, la TM, TMD y TMN fueron más altas, pero la HRM, HRD y HRN fue mayor en V2, generando niveles de ITH más altos durante el día y la noche, especialmente en Julio y Agosto (Cuadro 3). Lo anterior se explica en el cuadro 4, donde las correlaciones del ITHM ( $r = -0.40$ ), ITHD ( $r = -0.43$ ) e ITHN ( $r = -0.41$ ) en relación a PL del V1 fueron más bajas ( $P < 0.05$ ) que V2. Sin embargo, la HRD mostró la correlación más alta ( $< 0.001$ ) ante PL en V1 ( $r = -0.49$ ) y V2 ( $r = -0.48$ ). En contraste, Maust *et al.* (1972) reportaron correlaciones ligeramente más bajas entre producción de leche (24.1 a 14.5 kg) y HR (63%) en vacas entre 100-180 d ( $r = -0.19$ ) y 180-260 d ( $r = -0.21$ ). El decremento importante ( $P < 0.05$ ) en PL del V1 inició desde Junio en la etapa 1 (-2.3 kg/vaca/d) y 2 (-1.5 kg/vaca/d), sin haber cambios significativos ( $P > 0.05$ ) en V2 (Cuadro 5). En Julio, V1 experimentó su mayor ( $P < 0.05$ ) pérdida (-6.8 kg/vaca/d) en PL, mientras que V2 hasta Agosto (-5.7 kg/vaca/d), continuando en Septiembre con ligera ( $P > 0.05$ ) disminución (-0.6 kg/vaca/d). Este mismo mes, la PL en V1 mejoró (+2.1 kg) con respecto Agosto ( $P < 0.05$ ), no obstante ambos veranos tuvieron PL similar (17.5 vs. 16.4 kg;  $P > 0.05$ ). Aunque el presente resumen no reporta promedios de ordeña de la mañana (Oam) y tarde (Opm), se observó influencia indirecta en PL por efecto de la dinámica climática del día y la noche sobre la Opm y Oam respectivamente, mismo efecto observado en otros estudios (West *et al.*, 2003; Leyva *et al.* 2008). En V1 disminuye PL ( $P < 0.05$ ) desde Junio debido a que TMD (37.8°C) es alta respecto a la temperatura óptima (5 a 15°C) y Umbral ( $> 25^{\circ}C$ ) Térmico Máximo (UTM) de producción (Hahn, 1999), impactando primero la Opm a PL de Junio y desde Julio Oam debido a TMN (26.5°C). En V2 la TMD de Julio fue mayor al UTM, afectando Opm e indirectamente PL, pero TMN ( $< 25^{\circ}C$ ) le permitió a la vaca recuperarse en las noches de Mayo (12°C), Junio (13.9°C) y Julio (25.2°C) sin afectar Oam y tampoco PL. Cabe señalar que en V1, -15 d previos al pesaje de Septiembre se instaló el equipo de enfriamiento que se utilizaría en V2, siendo este periodo corto de enfriamiento un probable beneficio adicional al baño que recibían las vacas en la sala de espera. El análisis de regresión descartó (*stepwise*) variables climáticas de menor  $R^2$  y baja probabilidad, seleccionando HRD (Cuadro 6). El modelo indicó que a partir de 33.1 y 41.7% en HRD, la PL disminuyó -0.391 y -0.599 kg/vaca/d en V1 y V2 respectivamente. Berman (2006) menciona que a partir de 45% y 55%, respectivamente la HRD reduce las pérdidas de calor por vías respiratorias y la eficacia del enfriamiento evaporativo. La categoría del ITHD en ambos veranos (V1: 80.8 y V2: 82.6 Unidades) fue de *Estrés Calórico Moderado* (Armstrong, 1994) y aún cuando el ITHD fue mayor (efecto humedad) en V2, su PL general (23.06 kg/vaca/d) fue 8.7% (+1.79 kg/vaca/d) superior ( $P < 0.05$ ) respecto V1 (21.27 kg/vaca/d). En condiciones y

producciones similares al presente trabajo, Keister *et al.* (2002) observó mayor PL (+1.3 kg) en un grupo de vacas Jersey enfriadas (23.1 kg) respecto otro sin enfriamiento (21.8 kg). En zonas menos húmedas durante el verano, Correa *et al.* (2002) obtuvieron 12.7% adicional en leche con enfriamiento bajo sombra sobre su testigo. En este trabajo, el periodo más crítico fueron 90 d (Junio a Agosto) y considerando la población del V1 (n=72), se estimaría -11,599.2 kg en pérdida al no utilizar enfriamiento durante ese período.

Cuadro 3.- Condiciones de temperatura (°C), humedad (%) e ITH en ambos veranos

Verano	Mes	TM	TMD	TMN	HRM	HRN	HRD	ITHM	ITHD	ITHN
	May	22.8	33.4	12.5	47.8	84.3	16.3	68.8	75.9	53.9
	Jun	30.1	37.8	21.7	44.1	73.2	20.8	70.6	77.2	57.2
1	Jul	32.0	38.3	26.5	53.0	76.1	35.5	79.9	83.5	74.8
	Ago	29.6	36.1	24.1	68.4	90.5	42.6	80.0	83.6	74.8
	Sep	28.0	34.5	23.1	72.3	91.0	45.8	79.7	83.7	74.6
	Prom.	28.5	36.0	21.6	57.1	83.0	32.2	75.8	80.8	67.1
	May	22.2	31.8	12.0	56.6	88.6	21.6	68.9	76.6	54.9
	Jun	23.6	32.6	13.9	55.3	86.8	24.2	77.7	81.9	69.3
2	Jul	31.0	37.2	25.2	50.3	73.5	30.5	81.6	85.9	77.0
	Ago	29.1	35.0	24.3	67.9	88.0	42.8	80.7	84.9	74.7
	Sep	28.9	34.9	24.2	68.1	87.8	44.0	78.9	83.5	73.0
	Prom.	27.0	34.3	19.9	59.6	84.9	32.6	77.6	82.6	69.8

Promedio de las condiciones climáticas 7 días previos al pesaje del mes en cuestión

M= 24h, N=Noche (20:00 a 06:00 h) y D= Día (09:00 a 17:00h)

Cuadro 4.- Correlación de la PL y las variables climáticas en ambos veranos

Verano	TM	TMD	TMN	HRM	HRN	HRD	ITHM	ITHD	ITHN
1	-0.29	-0.13	-0.39*	-0.43*	-0.24	-0.49**	-0.40*	-0.43**	-0.41*
2	-0.39*	-0.34	-0.43*	-0.38*	-0.38	-0.48**	-0.44*	-0.44**	-0.44*

Condiciones climáticas de 7 días previos al pesaje del mes en cuestión

\* P<0.05, \*\* P<0.001

Cuadro 5.- Producción de leche (PL) por etapa productiva en los dos periodos de estudio y diferencia en leche respecto al mes anterior

PL	Mes	Etapa	Verano sin enfriamiento		Enfriamiento automático	
			Media ± EE	Dif. (kg/vaca/d)	Media ± EE	Dif. (kg/vaca/d)
Mayo	1		27.4 ± 0.832 <sup>a ∞</sup>	-----	29.9 ± 1.263 <sup>a ∞</sup>	-----
	2		26.2 ± 0.491 <sup>a ∞</sup>	-----	26.6 ± 0.845 <sup>a ∞</sup>	-----
Junio	1		25.1 ± 1.371 <sup>b ∞</sup>	-2.3	30.5 ± 1.939 <sup>a B</sup>	+0.6
	2		24.7 ± 0.458 <sup>b ∞</sup>	-1.5	26.1 ± 0.753 <sup>a ∞</sup>	-0.5
Julio	1		ND	-----	ND	-----
	2		17.9 ± 0.450 <sup>c ∞</sup>	-6.8	22.7 ± 0.725 <sup>b B</sup>	-3.4
Agosto	1		ND	-----	ND	-----
	2		15.4 ± 0.532 <sup>d ∞</sup>	-2.5	17.0 ± 0.645 <sup>c ∞</sup>	-5.7
Septiembre	1		ND	-----	ND	-----
	2		17.5 ± 0.665 <sup>c ∞</sup>	+2.1	16.4 ± 1.445 <sup>c ∞</sup>	-0.6
*Promedio	General		21.27 ± 0.363 <sup>∞</sup>	Acum -11.0	23.06 ± 0.363 <sup>∞</sup>	Acum -9.6

<sup>a, b</sup> Medias dentro de columnas (mismo verano) difieren significativamente (P<0.05)

<sup>∞, B</sup> Medias entre hileras (entre veranos) difieren significativamente (P<0.05)

Diferencia: indica la diferencia en leche (kg) respecto al mes anterior en un mismo verano

ND: Registros de vacas No Disponibles para esa etapa (entran a periodo seco ó próximo al parto)

\* Mediciones repetidas analizadas mediante el procedimiento GLM

Cuadro 6.- Resumen de selección de la mejor variable para estimar la unidad de cambio en la PL de cada verano utilizando el método *Stepwise* en SAS

Verano	Variable	Intercepto	Unidad de cambio	R <sup>2</sup> del modelo	Prob.
1	HRD	33.1	-0.391	0.47	<0.05
2	HRD	41.7	-0.599	0.46	<0.001

Variables que resultaron con mayor R<sup>2</sup> y significativas en el análisis de regresión en SAS (GLM)

## CONCLUSIONES

Al sur de Sonora los cambios de temperatura que experimenta la vaca por TMD se reflejan indirectamente en la PL diaria entre Mayo y Junio, mientras que en Julio, Agosto y Septiembre son críticos por HRD y TMN. El uso de enfriamiento automático sobre el ganado evitó mayores pérdidas en leche, siendo la HRD la que modificó en mayor medida el funcionamiento del sistema al reducir el gasto de agua para mitigar su efecto negativo en el día. No obstante, para esta zona es necesario buscar alternativas que promuevan mayor confort en la vaca durante el período crítico de verano.

## LITERATURA CITADA

- Armstrong, D. V., 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. *J. Dairy Sci.* 77:2044.
- Berman, A. 2006. Extending the Potential of Evaporative Cooling for Heat-Stress Relief. *J. Dairy Sci.* 89:3817–3825.
- Correa, A., Avendaño L., Rubio A., Armstrong D.V., Smith, J.F., y DeNise, S. 2002. Efecto de un sistema de enfriamiento en la productividad de vacas lecheras bajo estrés calórico. *Agrociencia*: 36 (5) 532-539.
- Correa, C.A., C. Leyva, L. Avendaño, F. Rivera, R. Díaz, F.D. Álvarez, F. Ardon y F. Rodríguez. 2009. Effect of artificial cooling and its combination with timed artificial insemination on fertility of Holstein heifers during summer. *J. Appl. Anim. Res.* 35:59-62.
- Leyva C.J.C., Felix V.P., Luna N.P., Morales P.M.I. y Grageda G.J. 2008. Impacto de las condiciones climáticas de verano en el valle del Yaqui sobre el desempeño productivo del ganado lechero. En la 18va Reunión anual sobre producción de carne y leche en climas calidos. 2 y 3 de Octubre. Universidad Autónoma de B.C., México. Pp. 233-237.
- Hahn, G.L. 1999. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *J. Dairy Sci.* 77(suppl 2):10-20.
- Keister, Z.O., K. D. Moss, H. M. Zhang, T. Teegerstrom, R. A. Edling, R. J. Collier y R. L. Ax. 2002. Physiological responses in thermal stressed Jersey cows subjected to different management strategies. *J. Dairy Sci.* 85:3217–3224.
- Maust, L.E., R.E. McDowell and N.H. Hooven. 1972. Effect of summer on performance of Holstein cows in three stages of lactation. *J. dairy Sci.* 58 (8): 1133-1139.
- SAS. SAS/STAT User's Guide, Software Version 8.0 Cary, NC: SAS Institute Inc., 2004. USA.
- West, J. W. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 86:2131-2144.
- West, J. W., B.G. Mullinix and J.K. Bernard. 2003. Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86:232-242.

Volver a: [Adaptación y clima](#)