



Contribución de las cercas vivas en el control del estrés calórico en sistemas intensivos de producción de leche en trópico de bajura

Cristóbal Villanueva¹, Pedro Argeñal Vega, Muhammad Ibrahim, Francisco Casasola

RESUMEN

Las razas de ganado lechero usadas en fincas especializadas de leche en regiones de bajura presentan alta vulnerabilidad al estrés calórico producto del cambio climático y variabilidad climática en dichas regiones. El objetivo del estudio fue determinar el índice de temperatura y humedad (ITH) para clasificar el grado de estrés calórico a que podría estar expuesto el ganado y conocer el efecto de potreros con sombra de cercas vivas en el control del estrés calórico y la producción de leche. Fueron seleccionadas 20 vacas de razas Jersey de similares condiciones de número de partos y edad de lactancia, las cuales fueron sometidas a tratamientos de potreros con y sin sombra de cercas vivas. Las variables registradas fueron: ambientales como temperatura y humedad relativa; fisiológicas la temperatura rectal y la tasa respiratoria; y la producción de leche. El ITH calculado refleja que en la finca del estudio se presentan condiciones de estrés calórico medio a grave en días con sol entre 10:00-15:00 horas en los meses de abril a octubre. Las temperatura rectal a las 11:00 en vacas fue menor en potreros con sombra que aquellos sin sombra (38.9 vs 39.2); mientras en la misma hora la tasa respiratoria (respiraciones/min) en el verano e invierno fue menor en los potreros con sombra que los sin sombra (71 vs 74 y 76 vs 81 respectivamente). Las vacas produjeron un litro adicional de leche en potreros con sombra como producto del confort térmico. En conclusión las cercas vivas constituyen una alternativa importante de sombra en sistemas de producción especializados de leche en regiones de bajura para controlar el impacto del estrés calórico en vacas en producción.

INTRODUCCIÓN

El estrés calórico que altera el bienestar, respuesta productiva y reproductiva del ganado se debe a la interacción de una serie de factores climáticos como temperatura del aire y humedad, los cuales originan un índice de temperatura y humedad (ITH) usado para determinar la escala de estrés calórico a que podría estar sujeto un hato ganadero en una finca en particular (Mader et al. 2002; Hahn et al. 2003; Mader et al. 2006). Sin embargo, en los territorios ganaderos a pesar existir estaciones meteorológicas vecinas o dentro del mismo territorio, poco se ha estudiado la variabilidad climática durante el día o en el largo del año para identificar los momentos donde se presentan valores de ITH que ponen en riesgo el desempeño de los sistemas de producción animal.

Los sistemas intensivos de producción de leche especializada en zonas de bajura (trópico húmedo y trópico seco de América central) se ven seriamente afectados por el incremento en la temperatura y humedad relativa (especialmente en zonas de trópico húmedo) producto del cambio climático y de la variabilidad climática. Esta condición afecta especialmente aquellas fincas que presentan poca o ninguna fuente de sombra natural (árboles dispersos en potreros o cercas vivas) o artificial en potreros (sarán, galerones con palma o zinc) y que utilizan razas lecheras que presentan una menor tolerancia al estrés calórico. Souza (2000) en un estudio en trópico húmedo encontró que las vacas lecheras raza Jersey en potreros con sombra de árboles dispersos mostraron una producción de leche 15% mayor que las vacas en potreros sin sombra.

Por otro lado, vale la pena mencionar que existe poca información sobre el diseño y manejo de cercas vivas que brinden el servicio sombra en sistemas de producción de lechería especializada en

¹ Investigador Programa Ganadería y Manejo del Ambiente, CATIE, Turrialba, Costa Rica. cvillanu@catie.ac.cr



regiones de trópico caliente. La mayoría de estudios se han enfocado en la parte de composición, riqueza, estructura y contribución para la biodiversidad. Las fincas con lechería especializada han venido plantando postes vivos, los cuales son manejados con podas parcial y total para regulación de sombra, dicha tendencia ha tenido relación con la reducción del costo de establecimiento y mantenimiento de cercas vivas; Villanueva et al. (2007) señalan que las cercas vivas tienen un costo de establecimiento 16% menor que las cercas muertas y ofrecen un potencial mayor de generación de servicios ecosistémicos.

Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo explorar las variables climáticas como temperatura y humedad relativa que presenta la finca y a partir de ellas determinar el índice de temperatura y humedad (ITH) para conocer los momentos del día en que los animales sufren mayor estrés calórico, lo cual permita realizar una planificación de las acciones a seguir para minimizar su efecto y lograr la sostenibilidad productiva de la fincas ganaderas. Asimismo, conocer el efecto de la sombra de cercas vivas en el control del estrés calórico y su beneficio en la producción de leche, dicho enfoque es parte de las estrategias de adaptación al cambio climático en aquellas zonas donde se han presentado incrementos de temperatura y humedad relativa (en ciertos periodos del día) que afectan el bienestar del ganado.

MATERIALES Y METODOS

Área de estudio:

La investigación se realizó en la finca Agropecuaria del CATIE, Turrialba, Costa Rica, que pertenece a la vertiente atlántica, localizada a 9° 53' N, 82° 38' O, con una elevación aproximada de 600 msnm, la precipitación pluvial media anual de 2479 mm, temperatura promedio de 21.7° C y humedad relativa de 87 %. De acuerdo a la clasificación de Holdridge pertenece a la zona de vida Bosques Muy Húmedo Pre montano. La finca cuenta con un módulo de producción de leche de 40 ha con predominio de ganado raza Jersey manejadas con dos ordeños, la alimentación es a base de pasturas (principalmente *Cynodon nlemfluensis* y *Brachiaria radicans*) bajo un sistema de pastoreo rotacional intensivo, suplementación con alimento balanceado comercial y sales minerales. El estudio se llevó a cabo en el período de marzo a agosto del año 2009: los meses de marzo, abril y mayo son los de menor precipitación o verano; junio, julio y agosto los de mayor precipitación o invierno.

Tratamientos y áreas experimentales

Los tratamientos fueron potreros con sombra y potreros sin sombra para conocer el efecto en el comportamiento productivo y fisiológico de las vacas de raza Jersey. El tratamiento con sombra utilizó 7 potreros o apartos con cercas vivas cuya cobertura arbórea varió entre 3-23% y el sin sombra tuvo 6 potreros sin cercas vivas, en este grupo algunas cercas vivas de potreros fueron podadas antes de iniciar el estudio. La cobertura arbórea fue determinada según la metodología descrita por Villanueva et al. (2007). El tamaño de los potreros varió entre 0.5 a 0.9 ha. Los potreros fueron manejados según programa vigente en la finca, el cual consiste en un sistema de pastoreo rotacional con un periodo de descanso de 28 días y de ocupación de un día. La carga animal fue ajustada en los potreros según tamaño ya que la condición de la pastura fue similar en todos los potreros, esta varió entre 3.8 y 4.2 UA/ha.

Selección del ganado

La finca tuvo un lote de 100 vacas en producción con predominio de la raza Jersey y dentro de dicho grupo fueron identificadas 20 vacas para el estudio con las características siguientes: edad entre tres y cinco años, entre dos y tres lactancias, y una edad de lactancia que varió de 70 -120



días. Las vacas del estudio fueron manejadas junto con todo el lote para no trastornar la rutina diaria de manejo de la finca. El monitoreo de las variables de producción y fisiológicas de las vacas se llevó a cabo solamente mientras estuvieron en los potreros seleccionados para el estudio (experimentales).

Variables medidas

Fueron registradas las variables ambientales como temperatura (TA) y humedad relativa (HR) que fueron tomadas de la estación experimental que se encuentra en el campus del CATIE. Con las variables anteriores se calculó el Índice de Temperatura y Humedad (ITH) por medio de la fórmula: $ITH = 0.81 * TA + HR * (TA - 14.4) + 46.4$. El ITH indica cuando se presenta estrés calórico: no estrés calórico ≤ 74 ; leve estrés calórico 75–79; estrés calórico medio 80–83 y estrés calórico grave ≥ 84 (Hahn, 1995).

En las vacas se midieron las variables producción diaria de leche, temperatura rectal y tasa respiratoria. La producción de leche fue pesada en cada vaca experimental en los dos ordeños, en la mañana a las 2:00 y por la tarde a las 15:00 horas y el pesaje fue con el equipo incorporado en el sistema de ordeño mecánico de la lechería. La temperatura rectal se midió diariamente a las 11:00 horas, cuando el ganado estuvo en el establo, se efectuó introduciendo en el recto de cada animal un termómetro clínico digital de 5 cm de longitud. La tasa respiratoria se registró a la 8:00, 9:00 y 11:00 horas, consistió en el conteo de los movimientos en el flanco derecho de la vaca durante el periodo de un minuto. El registro fue hasta dicha hora porque el ganado es estabulado de 11:00 a 15:00, para reducir impacto del estrés calórico y realizar el segundo ordeño.

Diseño experimental y análisis de datos

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar en un arreglo de parcelas sub divididas, donde la condición de sombra fue la parcela principal y la época la sub parcela. Los datos fueron analizados por medio de un análisis de varianza y se aplicó la prueba LSD para separación de medias por medio del programa estadístico InfoStat versión 2008.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índice de temperatura y humedad

El ITH tendió a incrementarse en los meses de abril a octubre, el patrón con valores mínimos no representó problema de estrés calórico; sin embargo, el ITH calculado con los valores máximos de temperatura y humedad relativa significó un ambiente de estrés calórico medio para el ganado. Esto tuvo mayor relación con el incremento de la temperatura ambiental que cambió de 25 a 27.5°C en los meses críticos referidos. Cabe indicar que el horario de 10:00 – 15:00 horas en días con sol intenso el ITH puede superar 80 lo que significa un periodo de estrés calórico de medio a grave. Ante este escenario es importante el diseño e implementación de estrategias para mitigar el estrés calórico tales como sombra con árboles en los potreros, estabulación de vacas en producción de leche en el periodo de 10:00-15:00 horas y uso de razas de ganado o cruzamientos (razas lecheras con cebuinas) con mayor tolerancia a ambientes con estrés calórico. En dicho horario, si el ganado se maneja bajo estabulación se debe de incluir una suplementación alimenticia para completar los requerimientos nutricionales del ganado y planificar en ese momento el segundo ordeño en los casos donde aplica.

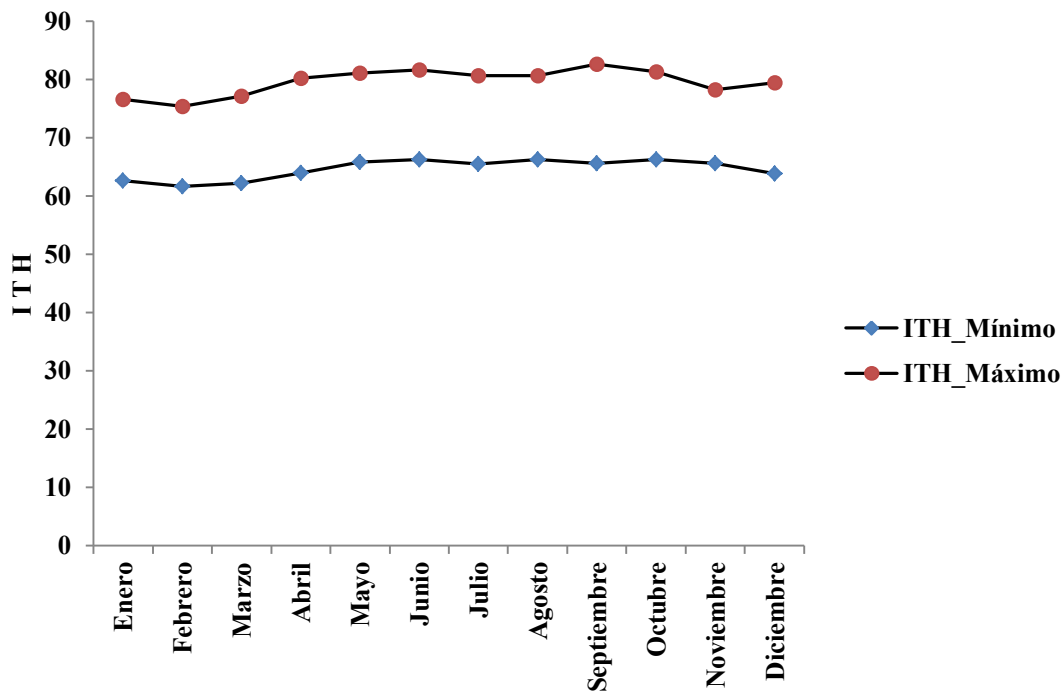


Figura 1. Índice de temperatura y humedad (ITH) mensual durante el año 2009 en el módulo de producción de leche de la finca del CATIE.

Con los pronósticos del cambio climático y variabilidad climática, para zonas de trópico húmedo implicará ambientes con estrés calórico grave, situación que amerita la planificación de fincas sostenibles con adaptación al cambio climático que contemplen los elementos siguientes: gestión eficiente del recurso agua buscando la permanencia, accesibilidad y calidad; diseño de sombra con árboles donde al menos se cubra el requerimiento de sombra para la cantidad de ganado que pastorea (5 m² por animal adulto), más el agregado de los árboles en la generación de servicios ecosistémicos que dependerá de la densidad, composición y distribución espacial; alimentación inteligente del ganado por medio de una oferta de pastos asociados con leguminosas herbáceas en cantidad y calidad para cubrir los requerimientos nutricionales que demanda el ganado; en algunos sistemas de producción implementar la estabulación en el periodo crítico (ITH ≥ 84 condición severa) para aprovechar la suplementación alimenticia y el segundo ordeño en caso aplique; por último requiere consideración la utilización de un perfil genético con tolerancia al estrés calórico. La suplementación y el perfil genético, ameritan un análisis de beneficio costo ya que en ciertos casos la medida de adaptación y sostenibilidad implica utilizar una genética de ganado con menor potencial productivo que podría producir aceptablemente con buenas pasturas y baja cantidad alimento comercial.

Temperatura rectal y tasa respiratoria

Tanto en la época de verano e invierno en los potreros con cercas vivas las vacas presentaron una temperatura rectal menor ($p < 0.01$) en comparación a lo que sucedió en potreros sin cercas vivas (38.87 ± 0.03 vs 39.00 ± 0.04 °C en verano; 38.9 ± 0.03 vs 39.24 ± 0.03 °C en invierno). La tasa respiratoria a las 11:00 horas presentó diferencia significativa ($p < 0.01$) entre potreros con y sin cercas vivas para la época de verano e invierno, donde las vacas en potreros con cercas vivas tuvieron una menor tasa respiratoria (71.04 ± 0.81 vs 74.35 ± 1.14 respiraciones/min en verano; 76.28 ± 0.68 vs 80.94 ± 0.62 respiraciones/min en invierno; Cuadro 1).

La tasa respiratoria tendió a incrementar conforme aumentaron las horas del día de 8:00 a 11:00 horas, lo cual está asociado con el incremento del ITH (Cuadro 1). También, cabe mencionar que los mayores valores se alcanzaron en el invierno influidos por un mayor efecto de las variables ambientales de temperatura y humedad relativa. En ambas épocas los valores a partir de las 9:00 horas estuvieron entre 51 – 81 respiraciones/minuto. Mader et al. (2006), explica que cuando estas respiraciones superan un valor de 90 se podrían presentar síntomas moderados de jadeo y babas o pequeñas cantidad de saliva en la boca, lo cual refleja presencia de problemas de estrés calórico y ameritan atención para la refrigeración del ganado. Asimismo, otros autores señalan diferentes valores críticos, por ejemplo Hahn (1999) comenta que una tasa respiratorias a partir de 80 significa problemas de estrés calórico para el ganado.

Cuadro 1. Efecto de los potreros con y sin sombra de cercas vivas en la temperatura rectal y tasa respiratoria de vacas lecheras raza Jersey. Turrialba, Costa Rica.

Época*	Variables	Hora	Potreros con sombra de cercas vivas	Potreros sin sombra de cercas vivas	P
Verano	Temperatura rectal (°C)	11: 00	38.87±0.03 _a	39.00±0.04 _b	0.014
	Tasa respiratoria (no./min)	08:00	51.58±0.52 _a	54.44±0.68 _b	0.0008
	Tasa respiratoria (no./min)	09:00	59.91±0.73 _a	65.64±1.00 _b	0.0001
	Tasa respiratoria (no./min)	11:00	71.04±0.81 _a	74.35±1.14 _b	0.0155
Invierno	Temperatura rectal (°C)	11: 00	38.9±0.03 _a	39.24±0.03 _b	0.0001
	Tasa respiratoria (no./min)	08:00	59.01±0.5 _a	63.62±0.68 _b	0.0001
	Tasa respiratoria (no./ min)	09:00	66.96±0.60 _a	72.68±0.64 _b	0.0001
	Tasa respiratoria (no./ min)	11:00	76.28±0.68 _a	80.94±0.62 _b	0.0001

Letras distintas entre filas indican diferencia significativa ($p < 0.05$) según prueba LSD. * Época seca aquella con menor precipitación e invierno con mayor precipitación.

En un análisis general se encontró una relación media positiva entre el ITH y la tasa respiratoria, en donde el modelo de regresión lineal explica un 57% de la variabilidad de la tasa respiratoria encontrada en el estudio ($y = -169.56 + 3.21x$; $R^2 = 0.57$; Figura 2). Queda reflejado que al aumentar el ITH se incrementa la tasa respiratoria de las vacas lecheras del presente estudio, y la importancia del ITH como indicador del grado de estrés calórico a que pueda estar expuesto el ganado.

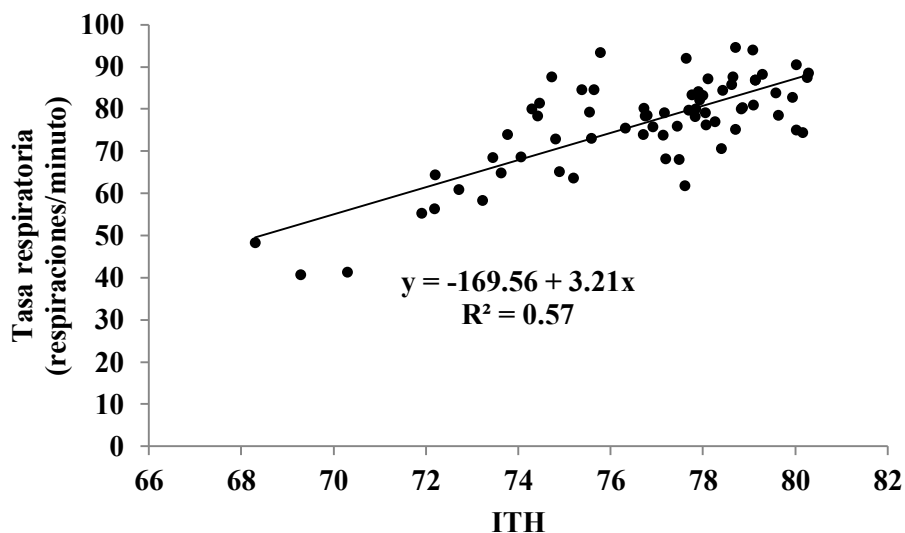


Figura 2. Relación entre el Índice de Temperatura y Humedad (ITH) y la tasa respiratoria de vacas lecheras en el trópico húmedo de Costa Rica.

Producción de leche

La producción de leche promedio (kg/vaca/día) durante los seis meses del estudio, fue mayor en los potreros con cercas vivas (varió de 15.02 a 18.11) en comparación a los potreros sin cercas vivas (varió de 14.77 a 17.9 kg/vaca/día; Figura 3). Los resultados muestran que las vacas que pastorean en los potreros con cercas vivas presentan una mayor producción de leche y se podría asociar al confort térmico que brinda la sombra para mitigar el efecto del estrés calórico. Lo anterior concuerda con lo encontrado por Souza (2000) en la zona atlántica de Costa Rica con vacas Jersey en potreros con sombra de árboles dispersos en potreros.

Por otro lado, se encontró que las vacas en los primeros meses del estudio, independientemente del tratamiento, aumentaron la producción de leche hasta alcanzar un pico en el mes de abril, luego la producción tendió a disminuir. Este patrón estuvo relacionado con el incremento de la edad de lactancia ya que las vacas iniciaron en el estudio con una edad que varió entre 70-120 días.

Las cercas vivas constituyen un sistema silvopastoril potencial para ofrecer sombra y otros servicios ecosistémicos en fincas de lechería especializada, que en general manejan un sistema de pastoreo rotacional intensivo. Este modelo de producción, en muchos casos no presenta árboles dispersos en potreros con el fin de eliminar la competencia con el pasto y reducir áreas de sacrificio que favorecen la degradación de la pastura y del suelo. En este sentido, las cercas vivas se pueden diseñar y manejar en el espacio para ofrecer la demanda requerida de sombra según el grupo de ganado que pastorea. Por ejemplo una vaca o animal adulto requiere alrededor de 5 m² de sombra para mitigar el estrés calórico, en el caso de un lote de 100 vacas requerirían 500 m² de sombra natural de cercas vivas que además sostendría el alambre liso electrificado. Ante lo anterior surgen preguntas como ¿cuántos árboles de sombra manejar en una cerca viva y que tamaño debe de tener la copa?. Un potrero de 0.5 ha que tenga una dimensión de 100 m de largo y 50 m de ancho equivale a un perímetro de 300 m, en dicha cerca viva se podrían establecer y manejar 50 árboles con un radio de copa de 2.5 m y con eso cubrir la demanda de los 500 m² de sombra. Los árboles de sombra se podrían establecer por medio de estacones vivos distanciados cada 6 m o a una mayor densidad lineal y con la práctica de poda mantener al menos los 50 árboles para sombra. Con

respecto a las especies, revisar las experiencias locales de aquellas usadas en cercas vivas con atributos deseables como propagación por medio de estacas, que toleren podas frecuentes, sombra densa y forrajeras. Además, se pueden diseñar cercas vivas diversificadas con especies para sombra, forraje, frutos y madera. Tobar e Ibrahim (2010) señalan que las cercas vivas diversificadas presentan una mayor función para la conservación de la biodiversidad en comparación a la cercas vivas simples (dominadas por una o dos especies). Para mayor información sobre especies para cercas vivas según zona agroecológica revisar Barrance et al. (2003) y Villanueva et al. (2008).

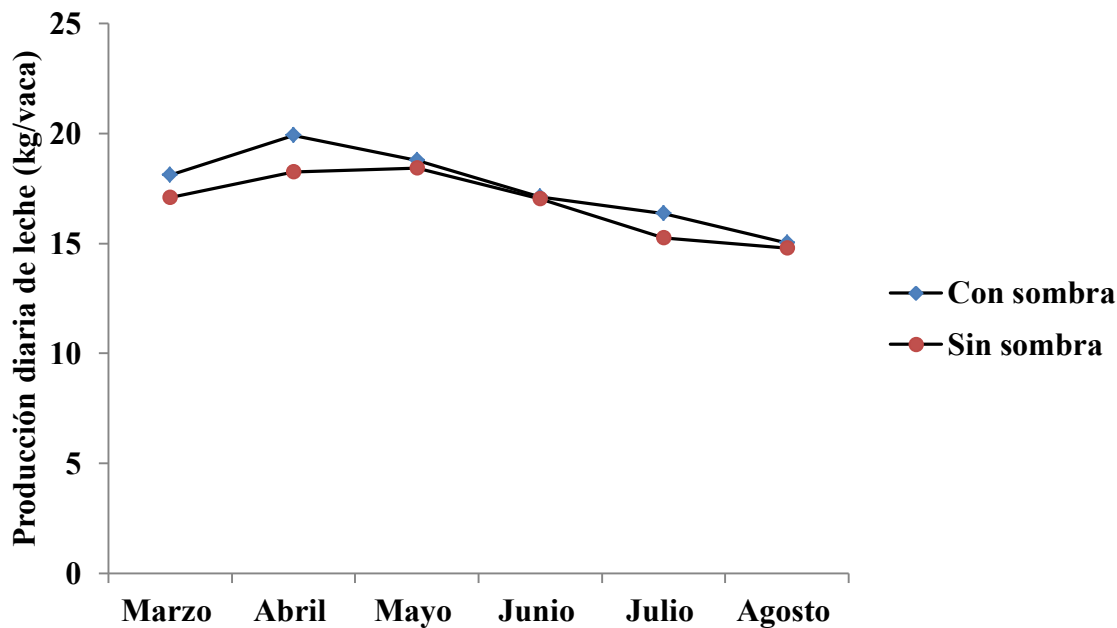


Figura 3. Producción de leche de vacas Jersey bajo pastoreo en potreros con y sin sombra de cercas vivas en el trópico húmedo de Costa Rica.

Por otro lado, el establecimiento de una cerca viva nueva o a partir de cerca muerta tiene un costo aproximado de 1047 y 537 US\$/km respectivamente (Villanueva et al. 2008). Estos montos se cubren con el ingreso extra debido al incremento de leche, producto del beneficio de la sombra que reduce el estrés calórico. De acuerdo a los resultados del presente estudio se logró un litro extra de leche por vaca por día como efecto de la sombra y la finca tuvo un lote de 100 vacas en producción en 40 ha, eso equivale a un ingreso de 435 US\$/ha/año. Con el monto anterior se cubre el costo de establecimiento de una cerca viva a partir de una cerca muerta que ronda en los 215 US\$/ha, el costo de mantenimiento anual (reparaciones y podas) que alcanza los 32 US\$/ha y aporta un ingreso extra para la finca. Incluso si el caso fuera una cerca nueva (419 US\$/ha) este también es cubierto por el ingreso extra como beneficio de la sombra para el ganado.

CONCLUSIONES

El índice de temperatura y humedad es un indicador útil para determinar el grado de estrés calórico que se presenta en las fincas en cierto período del día en determinados meses. Por medio de este indicador se pueden planificar las acciones para controlar el estrés calórico en ganado y con ello mitigar los impactos en el comportamiento productivo y reproductivo del ganado.



Las cercas vivas constituyen una alternativa importante de sombra en sistemas de producción especializados de leche para controlar el impacto del estrés calórico en vacas en producción. Las vacas de raza Jersey bajo pastoreo en potreros con sombra de cercas vivas lograron producir un litro de leche adicional en comparación a las vacas en potreros sin sombra.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la administración y personal de campo del módulo de leche de la finca comercial del CATIE por el apoyo brindado en la realización del presente estudio. Asimismo, al señor Alexander Salas por la facilitación de los registros climáticos de la estación meteorológica del CATIE.

BIBLIOGRAFIA CITADA

Barrance, A; Beer, J; Boshier, DH; Chamberlain, D; Cordero, J; Detlefsen, G; Finegan, B; Galloway, G; Gómez, M; Gordon, J; Hands, M; Hellin, J; Hughes, C; Ibrahim, M; Kass, D; Leakey, R; Mesén, F; Montero, M; Rivas, C; Somarriba, E; Stewart, J; Pennington. 2003. Árboles de Centroamerica. Eds. J Cordero; DH Boshier. OFI/CATIE. 1079 p.

Hahn, G. L. 1995. Global warming and potential impacts on cattle and swine in tropical and temperate areas. In: Proc. 1st Brazilian Congress. on Biometeorol. Jaboticabal, SP, Brazil. pp 136–173.

Hahn GL; Mader, TL; Eigenberg, RA. 2003. Perspectives on development of thermal indices for animal studies and management. Proc Symp Interactions between climate and animal production, EAAP Technical series N° 7, Pp 31-44.

Mader TL, Holt, SM; Hahn, GL; Davis, MS; Spiers, DE. 2002. Feeding strategies for managing heat load in feedlot cattle. *J Anim Sci* 80, 2373-2382.

Mader TL; Davis, MS; Brown-Brandl, TM. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *J Anim Sci* 84, 712-719.

Souza de Abreu, MH. 2002. Contribution of Trees to the Control of Heat Stress in Dairy Cows and the Financial Viability of Livestock Farms in Humid Tropics. PhD. Thesis. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. irr.

Tobar, DE; Ibrahim, M. 2010. ¿Las cercas vivas ayudan a la conservación de las diversidad de mariposas en pasiajes agropecuarios?. *Revista Biología tropical*. 58(1):447-463

Villanueva, C; Ibrahim, M; Casasola, F. 2008. Valor económico y ecológico de las cercas vivas en fincas y paisajes ganaderos. 36 p. (Serie Técnica Informe Técnico no. 372).

Villanueva, C; Tobar, D; Ibrahim, M; Casasola, F; Barrantes, Arguedas, R. 2007. Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas del pacifico central de Costa Rica. *Agroforestería en las américas* (45):12-20.