EFECTO DE LA TEMPERATURA Y LA SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS LECHERAS A PASTOREO[1]

Effect of temperature and energy supplementation on milk production of grazing dairy cows

Ernesto Jahn[2], Susana Arredondo[2], Walter Bonilla[2] y Alejandro Del Pozo[3]

ABSTRACT

A study was carried out to evaluate the effect of supplementation in the shade in summer months for cows grazing on a perennial pasture of clover-ryegrass (*Trifolium repens* L. – *Lolium multiflorum* L.). Four treatments were compared: I. Day and night grazing without supplementation; II. Day and night grazing plus supplementation; III. Day and night grazing plus supplementation in the shade between 11:30 and 17:00 h; and IV. Day and night grazing plus supplementation in the sun between 11:30 and 17:00 h. Thirty-two Holstein cows with an average production of 20.5 L d^{-1} were used, and assigned to the four treatments in a randomized block design. There were no significant ($P \geq 0.05$) treatment effects on milk production; highest production was observed on treatment III (19.5 L d^{-1}). Highest ambient temperatures during January and February where 33.5 and 34.5 °C, respectively. Rectal temperature was significantly higher ($P < 0.05$) in the treatments where the animals were in the sun, reaching 39.55, 39.00 and 39.43 °C for treatments II, III and IV, respectively. A slight increase in corn silage consumption during supplementation was observed for cows in the shade. The lower silage consumption of animals remaining in the sun was apparently compensated by higher pasture intake during the night. Measurements of animal behavior were made by periodic observation 24 hours a day.

Key words: milk production, heat stress, rectal temperature.

RESUMEN

Se realizó un ensayo con el objeto de determinar el efecto de la suplementación a la sombra durante los meses de verano para vacas que pastorean una pradera de trébol blanco-ballica perenne (*Trifolium repens* L. – *Lolium multiflorum* L.). Se compararon 4 tratamientos: I. Pastoreo día y noche sin suplementación; II. Pastoreo día y noche más suplementación; III. Pastoreo día y noche más suplementación a la sombra entre 11:30 y 17:00 h; y IV. Pastoreo día y noche más suplementación al sol entre 11:30 y 17:00 h. Se utilizaron 32 vacas Holstein con una producción promedio inicial de leche de 20,5 L d^{-1}, las que fueron distribuidas en un diseño de bloques al azar. Los resultados mostraron que no hubo un efecto significativo ($P \geq 0,05$) de los tratamientos sobre la producción de leche, siendo el tratamiento III donde se obtuvo la mayor producción de leche (19,5 L d^{-1}). Las temperaturas ambientales durante los meses de enero y febrero alcanzaron 33,5 y 34,5 °C, respectivamente. Las temperaturas rectales fueron significativamente más altas (P <

[1]Recepción de originales: 5 de diciembre de 2000.
[2]Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Casilla 426, Chillán, Chile. E-mail: ejahn@quilamapu.inia.cl
[3]Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Casilla 537, Chillán, Chile.

0,05) en los tratamientos donde los animales permanecieron al sol, alcanzando los 39,55; 39,00 y 39,43 °C para los tratamientos II, III y IV, respectivamente. Se observó un leve aumento en el consumo de ensilaje de maíz en los animales que permanecieron a la sombra. El menor consumo de ensilaje de los animales que permanecieron al sol fue aparentemente compensado con un mayor consumo de pradera en el período nocturno. Se realizaron mediciones de comportamiento animal por observación durante las 24 h.

Palabras clave: producción láctea, estrés de calor, temperatura rectal.

INTRODUCCIÓN

Diversos autores señalan que el estrés de calor al que están expuestos los animales durante los meses de verano, produce una disminución en su eficiencia productiva y reproductiva (Fuquay, 1981; Wilson *et al.*, 1998; Bernabucci *et al.*, 1999; Hahn, 1999), lo que se traduce en pérdidas económicas significativas (Wilson *et al.*, 1998). En vacas lecheras, el estrés de calor se suma, además, a la elevada temperatura interna asociada con la lactación.

Las pérdidas productivas se traducen en una reducción de la producción de leche, debido a factores tales como disminución del consumo de MS, aumento del consumo de agua y de la temperatura rectal (Bernabucci *et al.*, 1999). Las pérdidas reproductivas se asocian con una disminución de los estros, provocadas por una escasa ovulación, dado que el estrés de calor inhibe el desarrollo folicular del ovario (Wilson *et al.*, 1998).

Los animales responden de distinta forma frente al estrés térmico, de manera de mantener la temperatura del cuerpo. Las pérdidas de calor se producen principalmente por la eliminación de productos del metabolismo en fecas, orina y leche (Fuquay, 1981). La alteración de las características dinámicas de la digestión es reconocida como un posible mecanismo a través del cual el estrés de calor puede afectar la nutrición de los animales. Una de ellas es la reducción del consumo de MS, lo que genera menos calor durante la fermentación ruminal y del metabolismo corporal, ayudando a mantener el balance de calor (Beede y Collier, 1986, Bernabucci *et al.*, 1999).

Algunos autores señalan que la digestibilidad del alimento se incrementa con las altas temperaturas, pero es probable que esto sea debido a la disminución del consumo, lo cual se traduce en una lenta tasa de pasaje en el rumen (Fuquay, 1981; Bernabucci *et al.*, 1999), mientras que otros señalan que bajo condiciones de estrés calórico, la digestibilidad de la dieta y la tasa de pasaje en el rumen no son afectadas por una reducción en el consumo de MS (Miaron y Cristopherson, 1992). Estos investigadores explican esto por la menor digestibilidad de los forrajes que crecen en ambientes cálidos.

Cuando el forraje y el concentrado son suministrados en forma separada, las vacas sometidas a estrés de calor reducen el consumo de fibra, lo que produce cambios en las proporciones de forraje y concentrado en la dieta. Esto es considerado como una respuesta adaptativa para reducir la producción de calor en el rumen producida por la fermentación (Bernabucci *et al.*, 1999). Además se señala que vacas con una dieta baja en fibra producen más leche y presentan temperatura rectal, tasa de respiración y pulso menores durante el verano en comparación con vacas que consumen una dieta alta en fibra durante el mismo período.

Estudios en cámaras controladas señalan que el consumo de MS comienza a declinar cuando el promedio diario de temperatura ambiental es de 25 a 27 °C (Fuquay, 1981; Beede y Collier, 1986; Hahn, 1999). De todas formas, los anima-

les son capaces de adaptarse a un amplio rango de medio ambientes (Hahn, 1999). A pesar de esto, se necesita información sobre cómo los animales responden a los cambios medioambientales, de forma de reducir las pérdidas a causa del estrés producido por las altas temperaturas.

Los objetivos de este estudio fueron determinar el efecto de las altas temperaturas del verano y de la suplementación energética, sobre el comportamiento y la producción de leche en vacas en lactancia, pastoreando una pradera de trébol blanco-ballica perenne (*Trifolium repens* L.–*Lolium multiflorum* L.).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Campo Experimental Santa Rosa, perteneciente al Centro Regional de Investigación Quilamapu, VIII Región (36°52' lat. Sur, 71°55' long. Oeste), del Instituto de Investigaciones Agropecuarias. El ensayo se realizó en la época de verano, entre los meses de diciembre y marzo. Se utilizaron 32 vacas Holstein, las cuales presentaban una producción láctea promedio de 20,5 L d^{-1} al inicio del ensayo.

El diseño experimental correspondió a bloques al azar con 8 repeticiones y 4 tratamientos, que fueron: I. Pastoreo día y noche sin suplementación; II. Pastoreo día y noche, más suplementación; III. Pastoreo día y noche, más suplementación a la sombra entre 11:30 y 17:00 h; y IV. Pastoreo día y noche, más suplementación al sol entre 11:30 y 17:00 h.

Todos los animales pastorearon en forma rotativa una pradera de trébol blanco-ballica perenne (*Trifolium repens* L.–*Lolium multiflorum* L.). La suplementación para los tratamientos III y IV correspondió a ensilaje de maíz más 4 kg de concentrado, el que fue aportado a los animales en comederos de madera entre las 11:30 y 17:00 h. La composición de los suplementos se presenta en el Cuadro 1. La disponibilidad de pradera al inicio del pastoreo rotativo en promedio fue de 3.648 kg MS ha^{-1} y al final del pastoreo fue de 2.166 kg MS ha^{-1}. La composición botánica de la pradera entre diciembre y marzo estuvo en un rango de 50,1–80,6% de trébol más ballica perenne y 6,8–19,3% de malezas. En el tratamiento III los animales tuvieron acceso a sombra mientras pastoreaban, mientras que en el tratamiento IV los animales permanecían al sol. La sombra fue proporcionada por árboles, los cuales fueron rociados con agua para producir una disminución de la temperatura. La suplementación del tratamiento II correspondió solamente a 4 kg de concentrado, y fue proporcionado a las 17:00 h en comederos al sol, antes del ingreso de las vacas a la sala de ordeña.

Evaluaciones

En los animales se evaluó la producción individual de leche, tres veces por semana, determi-

Cuadro 1. Composición de los suplementos
Table 1. Supplement composition

Alimento	Fecha	MS (%)	PC[1] (%)	FDA[1] (%)	EM[1] (Mcal kg^{-1})
Ensilaje maíz	28.12 – 24.01	31,5	9,0	36,2	2,27
Ensilaje maíz	25.01 – 24.02	30,9	7,0	40,5	2,12
Concentrado	28.12 – 24.01	89,2	15,7	13,8	2,82
Concentrado	25.01 – 24.02	89,5	15,7	13,7	2,82

[1]Base materia seca.
MS: materia seca; PC: proteína cruda; FDA: fibra detergente ácido; EM: energía metabolizable.

nando además el contenido de materia grasa según el método de Gérber (Bateman, 1970). El peso vivo de los animales se registró cada 14 días desde el inicio del ensayo, realizando el pesaje en las primeras horas de la mañana, inmediatamente después de la ordeña. Los bebederos ubicados en los patios de la sala ordeña se taparon para impedir que los animales consumieran agua. Mensualmente se estimó la condición corporal en escala 1-5 (Wildman, E.E. *et al.*, 1982).

Los alimentos suministrados en comedero se pesaron diariamente y se muestrearon tres veces por semana para determinar el contenido de MS en la muestra compuesta. En muestras compuestas mensualmente se determinó el contenido de proteína cruda (PC) por el método de Kjeldahl (A.O.A.C., 1970), y de fibra detergente ácido (FDA) según Van Soest (1963). En la pradera se evaluó el forraje disponible y la composición botánica una vez al mes con muestreos efectuados con marcos de 30 x 30 cm y corte con tijera a ras de suelo.

El comportamiento animal fue observado diariamente en forma visual, a las 12:00, 14:00 y 16:00 h, identificando a los animales en tres categorías: animales acostados, comiendo o parados. Además, en dos ocasiones se realizó una evaluación visual continua durante 48 h, con intervalos de 2 h, para determinar el comportamiento animal en el día y la noche. Los períodos de evaluación fueron del 28 al 30 de enero, y desde el 16 al 18 de febrero.

La temperatura rectal fue determinada dos veces a la semana, los martes y jueves, a las 16:00 h, mediante el uso de un termómetro, cuando los animales regresaban del pastoreo y antes de la ordeña de la tarde. La temperatura ambiental fue medida mediante dos sistemas. El primero correspondió a un globo de plástico negro sin circulación de aire, el cual tenía un termómetro en su interior, y el segundo fue una caseta meteorológica de madera con circulación de aire. Para ambos sistemas se realizaron registros al sol y a la sombra durante todo el ensayo, realizando las mediciones a las 09:00, 12:00, 14:00, y 16:00 h.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de leche

No se observaron diferencias significativas ($P \geq 0,05$) en relación a la producción promedio de leche durante toda la temporada, así como en el contenido de materia grasa en los 4 tratamientos, observándose una leve tendencia a mayor producción de leche en el tratamiento III (Cuadro 2). Es necesario mencionar que la producción de las vacas fue de sólo 20,5 L d^{-1} al inicio del ensayo. Esta respuesta podría ser diferente con vacas de mayor productividad. La suplementación con concentrado no afectó la producción, lo cual confirma trabajos anteriores (Jahn *et al.*, 1986), en donde no se encontró respuesta al suministro de concentrado cuando las vacas pastoreaban praderas de buena calidad. La interacción tratamiento por períodos de producción de leche, resultó no significativa ($P \geq 0,05$) .

El consumo de ensilaje de las vacas mantenidas a la sombra fue levemente superior a las vacas mantenidas al sol (Cuadro 2), lo que concuerda con lo señalado por Wilson *et al.* (1998), quienes señalaron una reducción de 25% en el consumo de fibra en vacas sometidas a estrés calórico (29 °C), señalando además una reducción en la producción de leche en estos animales. Al respecto, Bernabucci *et al.* (1999) señalaron que la disminución en el consumo de MS usualmente ocurre en animales expuestos a condiciones cálidas. Indicaron además que cuando el forraje y el concentrado son consumidos en forma separada, vacas con estrés de calor reducen el consumo de fibra, lo cual produce cambios en las proporciones de forraje y concentrado en la dieta.

Se observó un aumento en la condición corporal de 0,2 a 0,3 en todos los tratamientos, excepto en el tratamiento IV (Cuadro 2). Este aumento en condición corporal es consecuente con el avance

Cuadro 2. Producción de leche y consumo de alimentos durante los 89 días del ensayo
Table 2. Milk production and feed intake during the 89 days of the trial

	Tratamientos			
	I	II	III	IV
Número de vacas	8	8	8	8
Producción de leche, kg d^{-1}	19,0 a	18,4 a	19,5 a	18,7 a
Materia grasa, %	2,8 a	2,8 a	3,0 a	2,9 a
Materia grasa, kg d^{-1}	0,53 a	0,52 a	0,57 a	0,54 a
Leche 4% materia grasa, kg d^{-1}	15,6 a	15,1 a	16,3 a	15,5 a
Consumo alimento, kg MS d^{-1}				
Ensilaje maíz, kg	–	–	5,57	5,00
Concentrado, kg	–	3,46	3,57	3,57
Peso vivo promedio, kg	512	496	509	493
Condición corporal				
Inicial	3,4	3,2	3,4	3,4
Final	3,6	3,5	3,6	3,4

Promedios en la misma línea con letras iguales no son estadísticamente diferentes ($P \geq 0,05$).

en el estado de lactancia de las vacas e indica un buen nivel de alimentación.

Temperaturas

Las Figuras 1a, 1b y 1c muestran el promedio de temperatura en caseta y globo negro durante tres períodos en los meses de enero, febrero y marzo. Se observa que en los tres meses las temperaturas en caseta al sol o a la sombra y el globo a la sombra, presentaron valores similares, en cambio, las temperaturas en globo al sol fueron considerablemente superiores a las otras tres, especialmente entre las 12:00 y las 16:00 h. Las temperaturas obtenidas en globo al sol reflejan mejor la temperatura a que realmente están expuestos los animales que permanecen al sol. Se observa además que los meses más calurosos fueron enero y febrero, en donde la temperatura máxima promedio a las 16:00 h en globo al sol, alcanzó valores de 33,5 y 34,5 °C, respectivamente, mientras que durante el mes de marzo alcanzó sólo 27 °C. En los meses de enero y febrero hay períodos prolongados en que las temperaturas en el globo al sol superan los 30 °C. Fuquay (1981), Beede y Collier (1986) y Hahn (1999) señalaron que el umbral de estrés de temperatura ambiente para la mayoría de los animales varía entre los 25 a 27 °C, lo cual es coincidente con la declinación del umbral de consumo (Hahn *et al.*, 1992).

Las temperaturas rectales determinadas en los animales a las 16:00 h presentaron fluctuaciones significativas entre los distintos tratamientos (Figura 2). Las mayores temperaturas se observaron en los tratamientos II y IV, donde las vacas se encontraban al sol, las que fluctuaron entre de 39 y 40,5 °C, mientras que en el tratamiento III, donde las vacas permanecían a la sombra, éstas fueron menores fluctuando entre los 38,8 y 39,4 °C. Aunque las diferencias en temperaturas rectales son pequeñas, éstas son consistentes y estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) obteniéndose promedios de 39,55; 39,00 y 39,43 °C para los tratamientos II, III y IV, respectivamente. Estos datos concuerdan con Igono *et al.* (1987) y Wilson *et al.* (1998), quienes señalaron que animales sometidos a estrés calórico presentan una temperatura rectal más alta que animales en condiciones normales, siendo 1,5 °C mayor en los animales sometidos a estrés. Bernabucci *et*

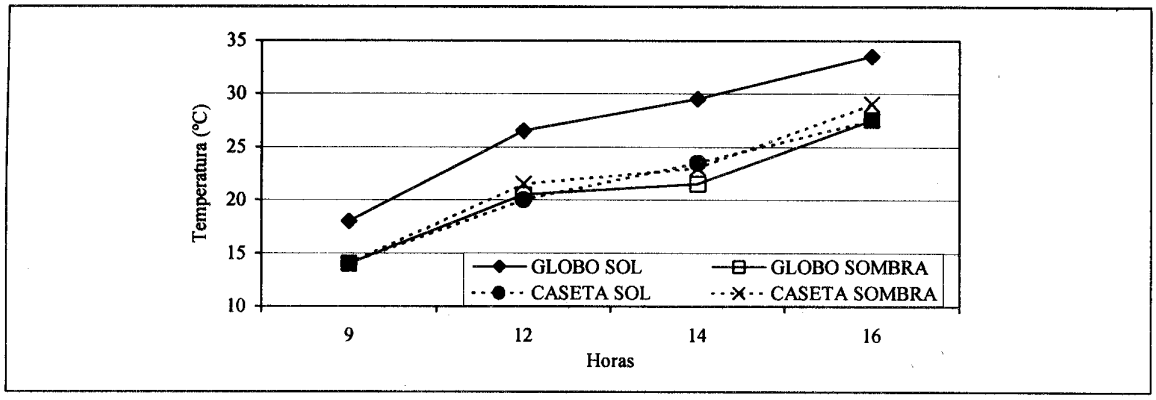

Figura 1a. Temperaturas ambientales en caseta y globo negro entre el 5 y 31 de enero.
Figure 1a. Ambient temperatures in the shade and black sphere between January 5 to 31.

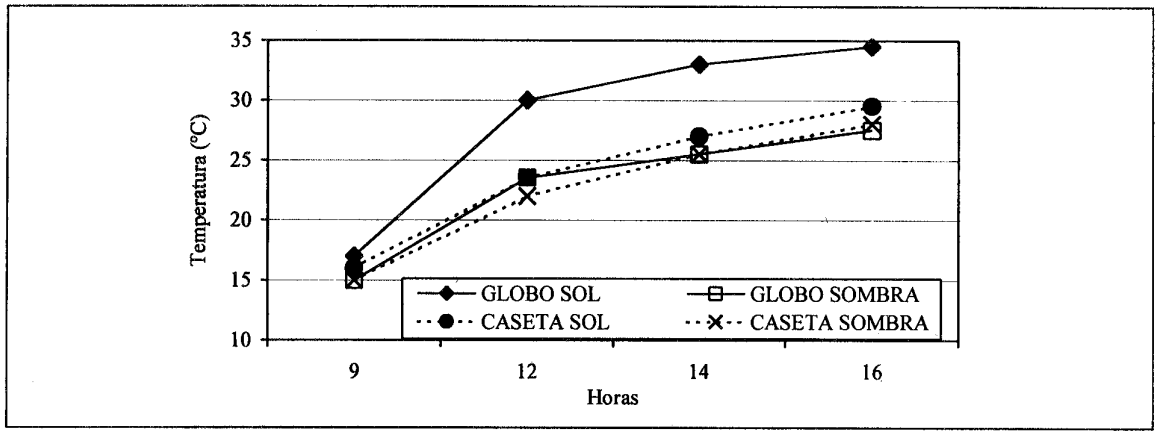

Figura 1b. Temperaturas ambientales en caseta y globo negro entre el 1 y 29 de febrero.
Figure 1b. Ambient temperatures in the shade and black sphere between February 1 and 29.

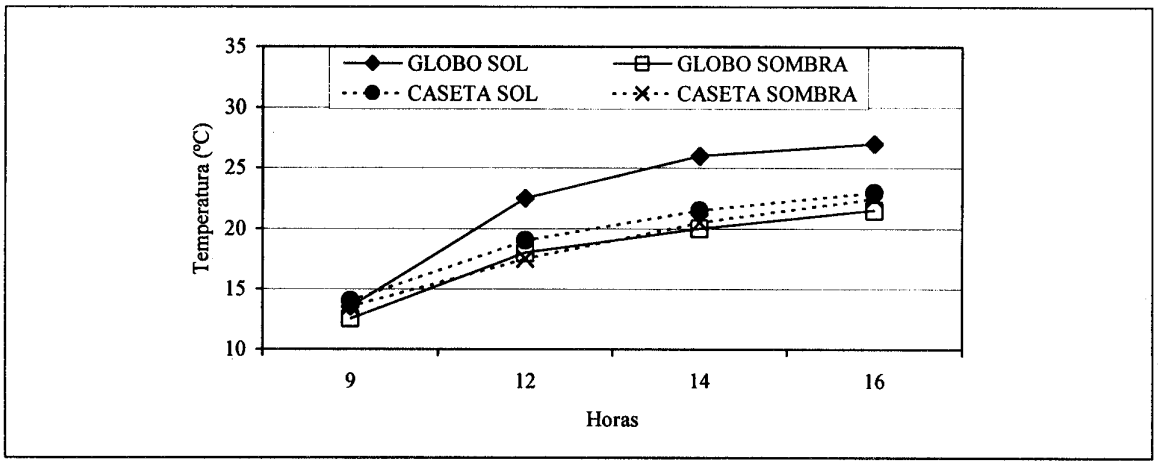

Figura 1c. Temperaturas ambientales en caseta y globo negro entre el 1 y 13 de marzo.
Figure 1c. Ambient temperatures in the shade and black sphere between March 1 to 13.

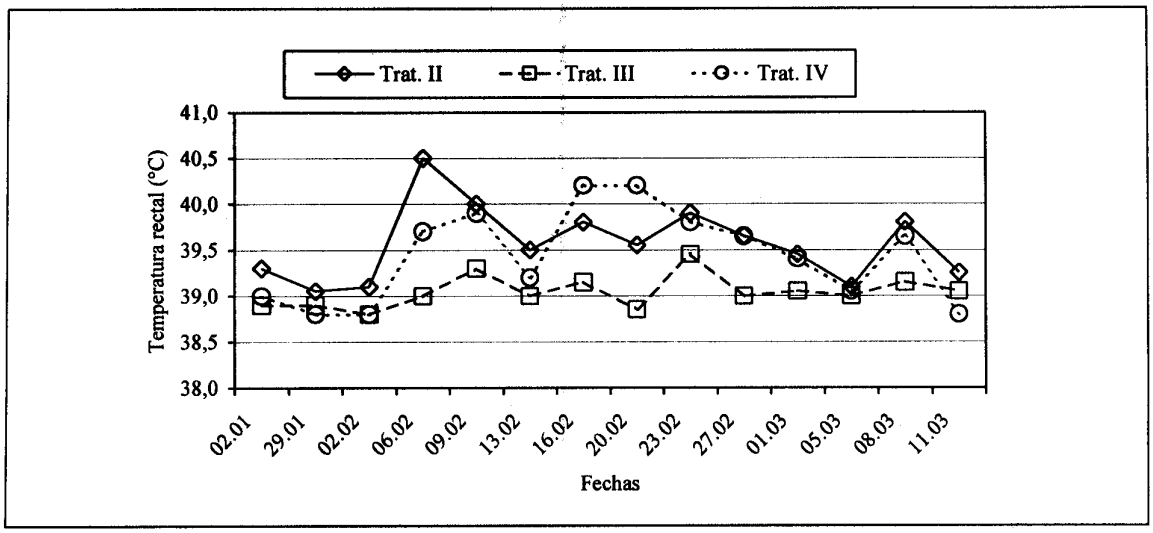

Figura 2. Temperatura rectal entre el 02 de enero y el 11 de marzo medido a las 16:00 h para vacas en tres tratamientos.
Figure 2. Rectal temperatures between January 2 and March 11 measured at 16:00 h for cows in three treatments.

al. (1999), en un estudio llevado a cabo con novillos, señalaron que la exposición a ambientes cálidos produce un aumento de la temperatura rectal, disminuyendo cuando los animales permanecen largo tiempo bajo estas condiciones. La disminución de la temperatura puede ocurrir a causa de la aclimatación de los animales a ambientes cálidos. Hay una reducción de producción de calor endógena (decrece el consumo, la termogenética hormonal, el metabolismo basal, y las actividades digestivas y motoras) y aumenta la disipación del calor por un aumento en la tasa de respiración y la vasodilatación periférica.

Comportamiento animal

El comportamiento animal durante las horas de mayor temperatura (entre las 12:00 y 16:00 h) se presenta en las Figuras 3a, 3b y 3c. En general se observa en todos los tratamientos que el porcentaje de vacas comiendo va decreciendo a medida que avanzan las horas del día, y que los animales prefieren estar parados o acostados a medida que la temperatura aumenta. En los tratamientos I y II existe un menor porcentaje de animales consumiendo forraje a las 12:00 h (79,5%) que en los tratamientos III y IV (96,5 y 88,5% respectivamente). A las 14:00 h en las vacas de los tratamientos I y II se observa un mayor porcentaje de animales comiendo que en los animales del tratamiento IV, que consumían ensilaje al sol (Figura 3c). A las 16:00 h más de 30% de los animales que se mantenían a pastoreo estaban consumiendo forraje, en cambio sólo alrededor del 10% de las vacas que tenían acceso a ensilaje en comedero estaban consumiendo forraje.

En dos ocasiones se realizó una observación continua durante 48 h de forma de estudiar mejor el comportamiento animal durante el día y la noche. No se observaron diferencias importantes en el comportamiento de los animales en ambos períodos de evaluación. El Cuadro 3 muestra el comportamiento animal durante el período comprendido entre el 28 y 30 de enero. Se observa en general que en todos los tratamientos, más de un 60% de los animales come en la mañana entre las 08:00 y las 10:00 h y en la tarde entre las 18:00 y 20:00 h. En la noche los animales descansan entre las 22:00 y las 06:00 ó 08:00 h. Los animales sin suplementación (Tratamiento I) tienden a pastorear más en la noche (22:00 y 02:00 h) que las vacas que reciben suplementación a la sombra

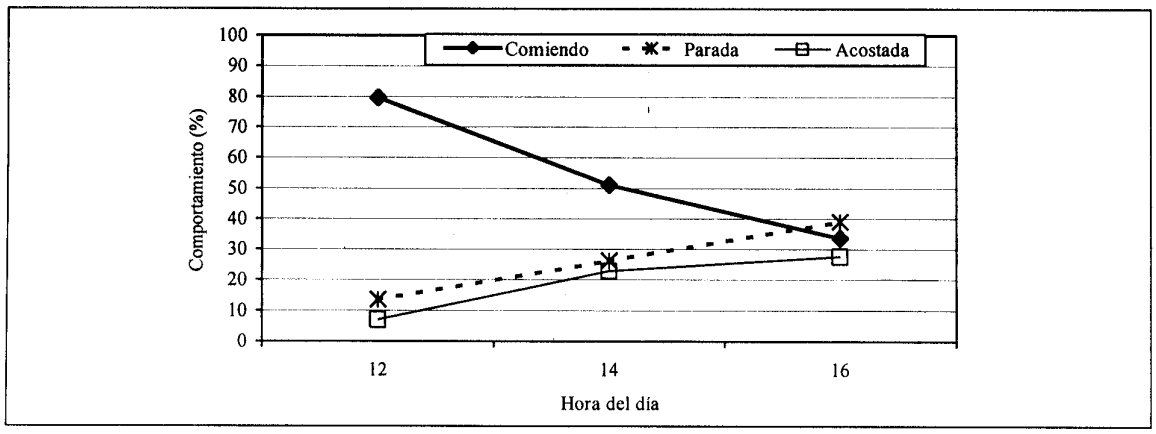

Figura 3a. Comportamiento animal durante el día para los tratamientos I y II (promedio 4 semanas).
Figure 3a. Animal behavior during the day for treatments I and II (4 week average).

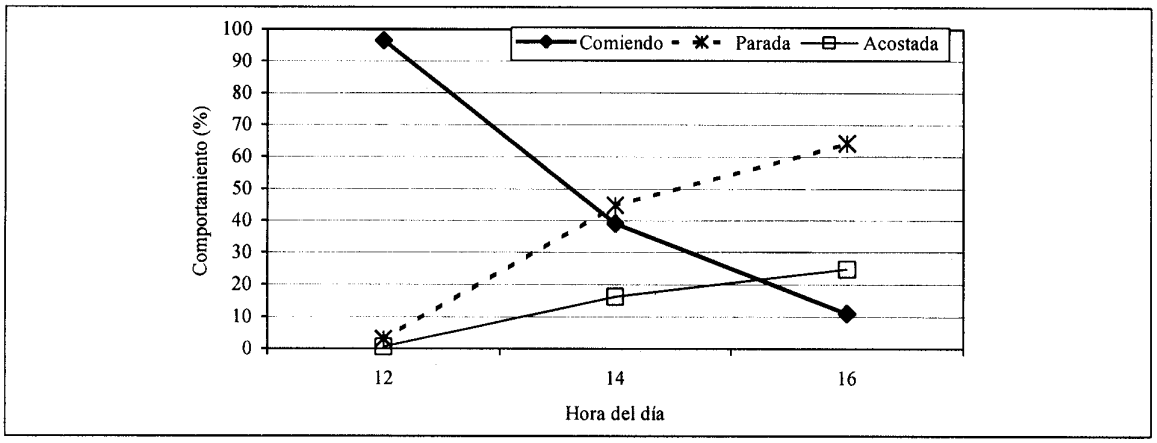

Figura 3b. Comportamiento animal durante el día para el tratamiento III (promedio 4 semanas).
Figure 3b. Animal behavior during the day for treatment III (4 week average).

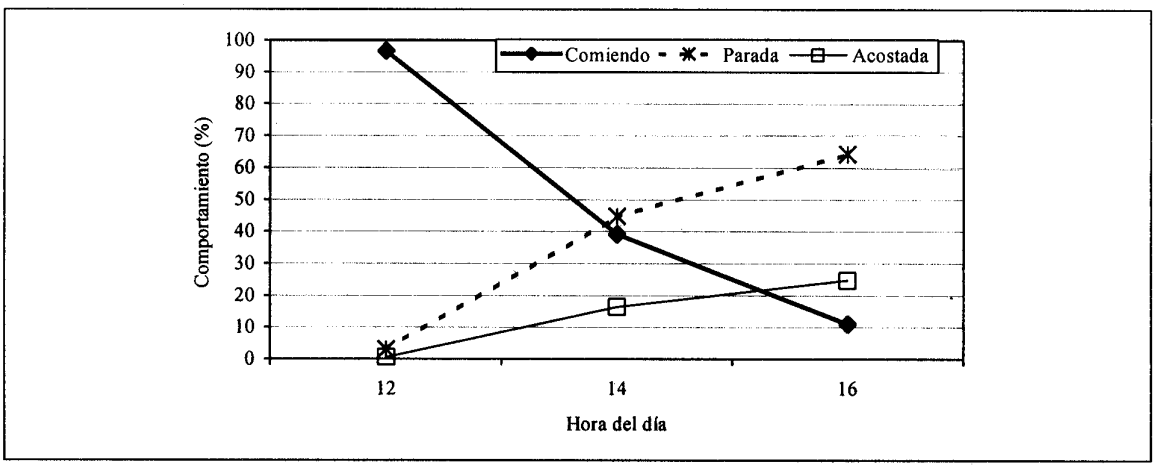

Figura 3c. Comportamiento animal durante el día para el tratamiento IV (promedio 4 semanas).
Figure 3c. Animal behavior during the day for treatment IV (4 week average).

Cuadro 3. Comportamiento animal promedio (%) por observación continua (48 h a intervalos de 2 h)
Table 3. Average animal behavior (%) during continuous observation (48 h at 2 h intervals)

	Horas											
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Tratamiento I												
Acostada	50	88	88	0	0	25	100	38	0	0	0	88
Comiendo	38	0	0	75	75	75	0	12	88	100	62	12
Parada	12	12	12	25	25	0	0	50	12	0	38	0
Tratamiento II												
Acostada	62	88	88	12	0	0	62	38	0	0	75	62
Comiendo	12	12	0	88	75	75	25	38	88	100	25	38
Parada	25	0	12	0	25	25	12	25	12	0	0	0
Tratamiento III												
Acostada	75	100	100	0	12	0	50	75	25	0	75	100
Comiendo	0	0	0	88	62	100	0	12	50	100	25	0
Parada	25	0	0	12	25	0	50	12	25	0	0	0
Tratamiento IV												
Acostada	75	100	62	0	12	0	0	0	0	0	88	88
Comiendo	25	0	0	75	62	75	12	0	62	100	0	12
Parada	0	0	38	25	25	25	88	100	38	0	12	0

(Tratamiento III), esto podría indicar que con el mayor tiempo de pastoreo nocturno logran compensar el consumo que los animales reciben en comedero. En general, se observó que los animales en los tratamientos que permanecen al sol durante todo el día, comen mucho más en la noche. Al respecto, Igono *et al.* (1987) señalaron que las noches frescas permiten a los animales recuperar su homeostasis e ingerir parte del alimento que no han consumido durante el día.

CONCLUSIONES

La suplementación con ensilaje de maíz y concentrado a vacas que pastorean una pradera de trébol blanco-ballica perenne no afectó la producción de leche durante el período de primavera verano.

La temperatura rectal a las 16:00 h de vacas que pastorean o reciben suplementación al sol es superior a aquellas que reciben suplementación a la sombra.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la valiosa cooperación de los Srs. Gabriel Ormeño y Héctor Muñoz, por su dedicación en el muestreo del forraje, cuidado de los animales, y control general durante toda la ejecución del experimento; al Sr. Daniel Reyes por el procesamiento y análisis de las muestras, y a la Sra. Marlene Orellana por la preparación de los manuscritos.

LITERATURA CITADA

A.O.A.C. 1970. Official methods of analysis. 1015 p. 11th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington D.C., USA.

Bateman, J. 1970. Nutrición animal: Manual de métodos analíticos. 468 p. Centro Regional de Ayuda Técnica, México, D.F.

Beede, D.K., and R.J. Collier. 1986. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. J. Anim. Sci. 62:543-554.

Bernabucci, U., P. Bani, B. Ronchi, N. Lacetera, and A. Nardone. 1999. Influence of short and long term exposure to a hot environment on rumen passage rate and diet digestibility by Friesian heifers. J. Dairy Sci. 82:967-973.

Fuquay, J.W. 1981. Heat stress as it affects animal production. J. Anim. Sci. 52:164-174.

Hahn, G.L. 1999. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. J. Dairy Sci. 82:10-20.

Hahn, G.L.; Y.R. Chen, J.A. Nienaber, R.A. Eigenberg, and A.M. Parkhurst. 1992. Characterizing animal stress through fractal analysis of thermoregulatory responses. J. Thermal Biol. 17:115-120.

Igono, M.O., H.D. Johnson, B.J. Steevens, G.F. Krause, and M.D. Shanklin. 1987. Physiological, productive, and economic benefits of shade, spray, and fan system versus shade for Holstein cows during summer heat. J. Dairy Sci. 70:1069-1079.

Jahn, E., G. Klee, y N. Aedo. 1986. Suplementación proteica y energética para vacas lecheras a pastoreo. Agricultura Técnica (Chile) 46:335-340.

Lu, C.D. 1989. Effects of heat stress on goat production. Small Ruminants Research 2:151-162.

Miaron, J.O., and R.J. Cristopherson. 1992. Effect of prolonged thermal exposure on heat production, reticular motility, rumen fluid and particulate passage rate constants, and apparent digestibility in steers. Can. J. Anim. Sci. 72:809-819.

Van Soest, P.J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for determination of fiber and lignin. J. Assoc. Official Agric. Chem. 46:829-834.

Wildman, E.E., G.M. Jones, P.E. Wagner, R.L. Boman, H.F. Troutt, Jr, and T. N. Lesch. 1982. A diary cow condition scoring system and its relationshipp to selected production characteristics. J. Dairy Sci. 65:495-501.

Wilson, S.J., R.S. Marion, J.N. Spain, D.E. Spiers, D.H. Keisler, and M.C. Lucy. 1998. Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. 1. Lactating cows. J. Dairy Sci. 81:2124-2131.