Universidad de la República
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFECTO DE DIFERENTES CONFORT TERMICO SOBRE LA PRODUCCION DE LECHE EN VERANO

por

Guillermo INVERNIZZI CAMPODONICO
Gustavo MARZIOTTE GARCIA

TESIS

1998

MONTEVIDEO URUGUAY

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

EFECTO DE DIFERENTES CONFORT TERMICO SOBRE LA PRODUCCION DE LECHE EN VERANO.

Por

Guillermo INVERNIZZI CAMPODONICO
Gustavo MARZIOTTE GARCIA

**TESIS presentada como uno de los requisitos para obtener el titulo de Ingeniero Agrónomo.
(Orientación Agrícola- Ganadera).**

MONTEVIDEO
URUGUAY
1998

A NUESTROS PADRES,
FAMILIARES Y
AMIGOS.

Tesis aprobada por:

Director: Ing. Agr. DANILO BARTABURU
Nombre completo y firma

Ing. Agr. Msc. YAMANDÚ ACOSTA
Nombre completo y firma

Ing. Agr. Msc. PABLO CHILIBROSTE
Nombre completo y firma

Fecha: 15 de octubre de 1998.

Autores: GUILLERMO INVERNIZZI CAMPODONICO
Nombre completo y firma

GUSTAVO MARZIOTTE GARCIA
Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

A todos los funcionarios docentes y no docentes de la Estación Experimental de San Antonio, Facultad de Agronomía por la colaboración prestada durante el ensayo.

Al Director de dicha estación Ing. Agr. Andrés Da Costa y al Jefe de Operaciones Ing. Agr. Federico Lalanne, por su colaboración y disposición durante el ensayo y estadía en la estación.

A los encargado del tambo Sres. Motta y Alba, por su invalorable colaboración y dedicación en la recolección de datos.

Nuestro especial agradecimiento al Director de Tesis Ing. Agr. Danilo Bartaburu y al Bach. José Pedetti por su excelente disposición, invalorable apoyo y orientación en el transcurso de dicho trabajo.

Principalmente quisiéramos agradecer los Ings. Agrs. Joaquín Azanza y Emilio Machado por su entera disposición, apoyo y orientación en todo momento.

A la encargada del Laboratorio de Calidad de Leche del INIA, La Estanzuela, Nut. Inés Delucci y al personal de dicho laboratorio por la realización de los análisis de composición de leche.

Al Ing. Agr. Luis Salvarrey, por su colaboración en el procesamiento e interpretación de los datos estadísticos.

Al personal de Biblioteca de la Facultad de Agronomía.

Se agradece a todos aquellos que dedicaron tiempo y esfuerzo para que sea posible la realización del presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDOS

Página

PAGINA DE APROBACION III

AGRADECIMIENTOS IV

LISTA DE CUADRO E ILUSTRACIONES IX

1. INTRODUCCION 1

2. REVISION BIBLIOGRAFICA 2

2.1. CARACTERIZACION DE LA ZONA NORTE 2
2.1.1. Características climáticas 2
2.1.2. Curvas de remisión de leche a plantas 2
2.1.3. Productividad de la lactancia según estación de parto 4

2.2. EFECTO DE LA ESTACION ESTIVAL 5
2.2.1. Estimación del efecto 5
2.2.1.1. Indice de temperatura-humedad 5
2.2.1.2. Globo negro 6
2.2.2. Sobre la alimentación 7
2.2.2.1 Pastura 7
2.2.2.1.1. Sorgo forrajero 8
2.2.2.1.1.1Variedades y características forrajeras 8
2.2.2.1.1.2. Producción forrajera 9
2.2.2.1.1.3. Calidad 10
2.2.2.1.1.4. Manejo del pastoreo 11
2.2.2.1.1.5. Producción de leche 12
2.2.2.2 Dieta 13
2.2.3. Sobre el animal 16
2.2.3.1 Consumo 16
2.2.3.2 Comportamiento de pastoreo 17
2.2.3.3 En los requerimientos 19
2.2.3.3.1. Climáticos 19
2.2.3.3.2. Mantenimiento 20
2.2.3.3.3. Agua 21
2.2.3.3.4. Proteico 23

2.2.3.3.5. Minerales 24
2.2.3.4. Producción y composición de leche 24
2.2.3.5 Respuesta fisiológica 27
2.2.3.6. Performance reproductiva 30
2.2.3.6.1. Período preovulatorio 30
2.2.3.6.2. Tasa de concepción 31
2.2.3.6.3. Pérdidas embrionarias 32
2.2.3.6.4. Parto 33
2.2.3.6.5. Período seco 33
2.2.3.6.6. Manejo reproductivo 34
2.2.3.7. Respuesta hormonal 35
2.2.3.8. Diferentes razas 35
2.2.3.9. Enfermedades 36
2.2.3.10. Estado corporal 37

2.3. MODIFICACIONES DEL AMBIENTE PARA MEJORAR EL CONFORT TERMICO 38
2.3.1. Sombras 38
2.3.1.1. Sombra natural 38
2.3.1.2. Sombra artificial 41
2.3.2. Ventilación forzada 44
2.3.3. Humedecimiento animal 45
2.3.4. Sistemas combinados 45
2.3.4.1. Mojado - Ventilado 45
2.3.4.2. Niebla-Ventilación forzada 48
2.3.5. Piletas de inmersión 50
2.3.6. Aire acondicionado 51
2.3.7. Sombra y riego en pastoreo 52
2.3.8. Utilización de capas 52

3. MATERIALES Y METODOS 53

3.1. LOCALIZACION 53

3.2. PERIODO EXPERIMENTAL 53

3.3. TRATAMIENTO 53

3.4. ANIMALES 54

3.5. MANEJO 54

3.6. ALIMENTACION 55

3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL 55

3.8. ANALISIS ESTADISTICO 55

3.9. DETERMINACIONES 56
3.9.1. En el animal 56
3.9.1.1. Producción de leche 56
3.9.1.2. Composición de la leche 57
3.9.1.3. Temperatura rectal y tasa respiratoria 57
3.9.1.4. Peso corporal 57
3.9.1.5. Condición corporal 57
3.9.2. En el ambiente 58
3.9.2.1. Temperatura y humedad relativa 58
3.9.2.2. Temperatura del globo negro 58

4. RESULTADOS Y DISCUSION 59

4.1. AMBIENTALES 59
4.1.1. Temperatura ambiente y humedad relativa. 59
4.1.2. Indice de temperatura y humedad (ITH). 60
4.1.3. Temperatura globo negro. 65
4.1.3.1. Temperatura del globo negro y temperatura ambiente. 67
4.1.3.2. Temperatura del globo negro e ITH. 69

4.2. ANIMAL 70
4.2.1. Respuesta fisiológica. 70
4.2.1.1. Respuesta fisiológica y temperatura del globo negro. 74
4.2.1.2. Respuesta fisiológica e ITH. 77
4.2.2. Producción y composición de la leche. 79
4.2.2.1. Leche sin corregir. 80
4.2.2.1.1. Leche sin corregir - ITH. 83
4.2.2.2. Grasa. 84
4.2.2.3. Leche corregida por grasa (4%). 86
4.2.2.4. Proteína 88
4.2.2.5. Lactosa y sólidos no grasos (SNG) 90
4.2.2.6. Células somáticas. 90
4.2.3. Peso corporal. 93
4.2.4. Estado corporal. 95
4.2.5. Producción de leche según estación de parto. 95

3.6. ALIMENTACION 55

3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL 55

3.8. ANALISIS ESTADISTICO 55

3.9. DETERMINACIONES 56
3.9.1. En el animal 56
3.9.1.1. Producción de leche 56
3.9.1.2. Composición de la leche 57
3.9.1.3. Temperatura rectal y tasa respiratoria 57
3.9.1.4. Peso corporal 57
3.9.1.5. Condición corporal 57
3.9.2. En el ambiente 58
3.9.2.1. Temperatura y humedad relativa 58
3.9.2.2. Temperatura del globo negro 58

4. RESULTADOS Y DISCUSION 59

4.1. AMBIENTALES 59
4.1.1. Temperatura ambiente y humedad relativa. 59
4.1.2. Indice de temperatura y humedad (ITH). 60
4.1.3. Temperatura globo negro. 65
4.1.3.1. Temperatura del globo negro y temperatura ambiente. 67
4.1.3.2. Temperatura del globo negro e ITH. 69

4.2. ANIMAL 70
4.2.1. Respuesta fisiológica. 70
4.2.1.1. Respuesta fisiológica y temperatura del globo negro. 74
4.2.1.2. Respuesta fisiológica e ITH. 77
4.2.2. Producción y composición de la leche. 79
4.2.2.1. Leche sin corregir. 80
4.2.2.1.1. Leche sin corregir - ITH. 83
4.2.2.2. Grasa. 84
4.2.2.3. Leche corregida por grasa (4%) 86
4.2.2.4. Proteína 88
4.2.2.5. Lactosa y sólidos no grasos (SNG) 90
4.2.2.6. Células somáticas. 90
4.2.3. Peso corporal. 93
4.2.4. Estado corporal. 95
4.2.5. Producción de leche según estación de parto. 95

5. CONCLUSIONES **98**

6. RESUMEN **100**

7. SUMMARY **101**

8. BIBLIOGRAFIA **102**

9. ANEXO **110**

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro Nº **Página**

1. Datos meteorológicos para dos zonas del país....2
2. Tasa diaria de producción de MS (Kg. MS/ha/día). 10
3. Composición química porcentual del Afrechillo de Trigo. 55
4. Temperatura ambiente y humedad relativa promedio de la estación estival para los diferentes períodos. 60
5. Cuadro comparativo del ITH promedio mensual de la estación estival para la zona de Salto. 61
6. Temperatura rectal y ritmo respiratorio para el día 20/2/97. 64
7. Temperatura rectal y ritmo respiratorio promedio para el ensayo para los momentos del día contrastantes. 70
8. Promedios de temperatura globo negro, temperatura rectal y tasa respiratoria para 3 días en particular (6-11-20/2/97). 74
9. Estratificación inicial y producción de leche promedio de los dos bloques de mayor producción para los diferentes tratamientos. 82
10. Producción y porcentaje de grasa promedio de cada tratamiento. 86
11. Producción y porcentaje de proteína promedio de cada tratamiento. 88
12. Lactosa y sólidos no graso promedio de cada tratamiento. 90
13. Estado corporal promedio de cada tratamiento al inicio y fin del ensayo. 95
14. Producción de leche según estación de parto. 96
15. Ganancia de peso de las vacas de cada tratamiento diferenciales según estación de parto. 96

Figura Nº

1. Remisión anual de leche a plantas en la zona Norte. 3
2. Remisión de leche a plantas de CONAPROLE de la zona Sur. 3
3. Evolución del promedio diario de la temperatura ambiente y humedad relativa. 59
4. Evolución del promedio semanal del ITH, temperatura ambiente y humedad relativa. 60
5. Evolución del ITH promedio y máximo diario para el período de ensayo. 62
6. Producción de leche promedio de los diferentes tratamientos para el control lechero del día 10/2/97. 63
7. Evolución del ITH horario para 3 días contrastantes (30/1 y 9-20/2/97). 63

8. Evolución de la temperatura promedio del globo negro para 6 horas de lecturas del día. 65
9. Evolución de la temperatura promedio del globo negro para 6 horas de lecturas del día 20/1. 66
10. Evolución de la temperatura del globo negro y temperatura ambiente promedio del período experimental para las 6 horas de lecturas diarias. 67
11. Evolución de la temperatura globo negro y temperatura ambiente para el día 3/2/97. 68
12. Evolución horaria promedio de la temperatura globo negro e ITH. 69
13. Temperatura rectal promedio para el período del ensayo. 71
14. Ritmo respiratorio promedio para el período del ensayo. 71
15. Temperatura rectal para el día 28/1/97. 73
16. Ritmo respiratorio para el día 28/1/97. 73
17. Temperatura rectal de la tarde para los tres tratamientos vs. temperatura del globo negro promedio de las 12 a 16:30 hs. 75
18. Ritmo respiratorio de la tarde para los tres tratamientos vs. temperatura del globo negro promedio de las 12 a 16:30 hs. 75
19. Temperatura globo negro al sol y temperatura rectal de la tarde (17 hs.) para 3 momentos del día (9, 12 y 9-12 hs.). 76
20. Temperatura rectal de la tarde para los tres tratamientos vs. ITH promedio de las 11 a 17:00 hs. 78
21. Ritmo respiratorio de la tarde para los tres tratamientos vs. ITH promedio de las 11 a 17:00 hs. 79
22. Promedio de producción de leche de cada tratamiento. 80
23. Evolución del promedio semanal de la producción de leche de cada tratamiento. 81
24. ITH promedio y producción de leche para cada tratamiento. 84
25. ITH máximo promedio y producción de leche para cada tratamiento. 84
26. Evolución del promedio semanal del porcentaje de grasa. 85
27. Leche corregida promedio de cada tratamiento para todo el ensayo. 86
28. Evolución del promedio semanal de la producción de leche corregida de cada tratamiento. 87
29. Evolución del promedio semanal del porcentaje de proteína de cada tratamiento. 89
30. Evolución del promedio semanal de los Kg. de proteína de cada tratamiento. 89
31. Células somáticas (miles/ml.) promedio de cada tratamiento. 91
32. Evolución del promedio semanal del recuento de células somáticas para los diferentes tratamientos. 92

33. Células somáticas (miles/ml.) de vacas multiparas y vaquillonas. 93
34. Ganancia diaria de peso vivo promedio del ensayo de cada tratamiento. 94

1. INTRODUCION.

La producción de leche en el Uruguay se ha desarrollado tradicionalmente en el sur del país, a pesar de esto en los últimos años la zona norte ha tenido un crecimiento importante tanto en área como en productividad.

Dicha zona presenta algunas limitaciones sobre todo en la estación de verano, siendo las de mayor importancia la pérdida de calidad de las pasturas y los efectos ambientales que provocan el ***"stress calórico"***, definido por la temperatura ambiente, intensidad de la radiación solar, humedad del aire y velocidad del viento.

Lo anterior se ve agravado debido a que en general, en muchos establecimientos de la zona norte del país, los animales pastorean durante el día sin sombras ni agua en la franja de pastoreo, lo que afecta negativamente la productividad de las vacas en verano.

El estrés calórico produce una reducción estacional de la productividad debido a que deprime la fertilidad y el consumo de alimentos con la consiguiente disminución en la producción de leche. La productividad del animal retorna a los valores normales cuando la temperatura corporal es mantenida en la proximidad de los 38,5 °C.

Existen diferentes alternativas para disminuir el efecto del estrés calórico, una de ellas es bajar las horas de pastoreo durante el calor e incrementar el pastoreo nocturno y en las horas más frescas del día. Otra alternativa es la utilización de sombra artificial con mallas plásticas, en el pastoreo o en el corral de espera a la sala de ordeñe. Por último podemos citar la refrigeración, mediante el sistema combinado de mojado y ventilado en las horas de mayor carga calórica.

Como objetivos de este trabajo se pretende determinar el efecto de diferentes ***"confort térmicos "***, sombra natural y un sistema combinado de sombra, mojado y ventilado, sobre la producción y composición de la leche en vacas Holando en la estación estival. Paralelamente se intenta ajustar la metodología de estudio en cuanto a variables animales (tasa respiratoria, temperatura corporal) y ambientales (temperatura bola negra e ITH).

La tecnología a aplicar en este sistema combinado, es simple, de manera de poder ser aplicada por la mayoría de los productores de la zona Norte del Uruguay.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA.

2.1. CARACTERIZACION DE LA ZONA NORTE.

2.1.1. Características climáticas.

De acuerdo a los datos meteorológicos brindados por la Dirección Nacional de Meteorología, se presentan en el cuadro 1 los registros promedios de una serie histórica de 30 años (1971-1990) para dos zonas contrastantes del país.

Cuadro 1. Datos meteorológicos para dos zonas del país.

Zonas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	T° Media (°C)											
Norte (1)	25.2	24.3	22.1	18.5	15.4	12.3	12.6	13.8	15.5	18.4	21.1	23.8
Sur (2)	23.2	22.6	20.9	17.6	14.4	11.4	11.1	11.9	13.7	16.3	18.9	21.7
	T° Maxima (°C)											
Norte (1)	41.4	40.8	38.7	34.7	31.8	28.9	30.7	32.1	34.2	37.0	39.9	40.1
Sur (2)	39.5	37.8	35.6	31.6	30.6	26.8	30.2	29.2	32.5	33.9	36.4	39.0
	T° Maxima Media (°C)											
Norte (1)	32.0	30.4	28.4	24.4	21.0	17.8	17.8	19.9	21.3	24.8	27.4	30.6
Sur (2)	27.6	27.1	25.2	21.7	18.4	15.0	14.8	16.0	17.8	20.6	23.3	26.4
	Humedad Relativa Media Mensual (%)											
Norte (1)	64.5	68.0	72.5	76.0	77.5	80.5	77.0	72.0	73.0	68.0	66.0	65.0
Sur (2)	69.5	72.5	73.5	76.5	79.0	81.5	80.5	77.5	75.0	73.5	71.0	68.5
	Velocidad del Viento (m/s)											
Norte (1)	3.8	3.6	3.5	3.4	3.4	3.4	4.0	4.1	4.2	4.2	3.9	3.9
Sur (2)	5.7	5.4	5.2	5.1	5.2	5.4	5.6	5.5	5.9	5.9	5.8	5.7
	Precipitación (mm)											
Norte (1)	125.5	150.5	152.0	122.5	105.0	81.0	87.5	78.5	110.0	127.5	128.0	120.0
Sur (2)	92.0	104.0	115.5	89.0	84.0	72.5	79.0	84.0	86.5	110.0	101.0	82.5

1- Artigas y Salto

2- Carrasco y Colonia

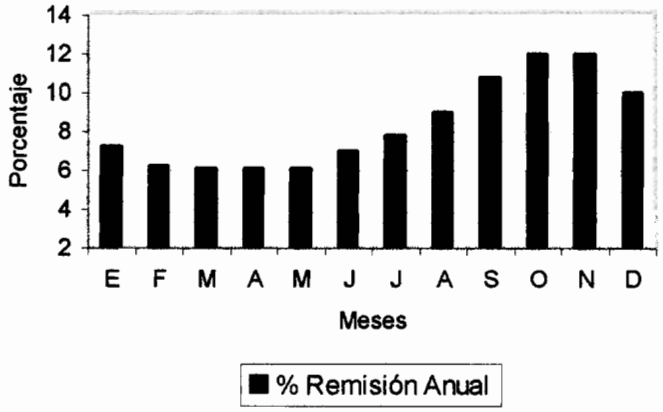
Fuente: Dirección Nacional de Meteorología (1997)

2.1.2. Curvas de remisión de leche a plantas.

Debido a la bonificación del precio de la leche (30% del precio básico) en el período invernal, la practica común en los tambos es concentrar los partos en otoño (70%), con la finalidad de obtener mayor producción de leche en este período (Flamenbaum, 1994a).

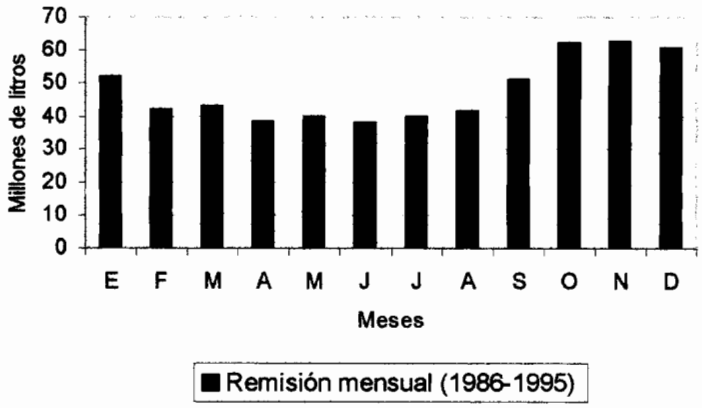
Como consecuencia de lo anterior, el promedio de días en lactancia y el porcentaje de vacas secas en la estación estival es mayor con respecto a las restantes estaciones del año. Explicando la disminución en la remisión de leche a plantas en verano, como se observa en la figura 1 (Flamenbaum, 1994a).

Figura 1: Remisión anual de leche a plantas en la zona norte.



Fuente: PILI, CONAPROLE (PDU), INLACSA (SALTO)
Fuente: Flamenbaum, 1994.

Figura 2: Remisión de leche a plantas de CONAPROLE de la zona Sur.



Fuente: CONAPROLE.

Las curvas de remisión de leche a plantas tanto para la zona Norte como Sur muestran similar tendencia, registrándose un pico en la remisión en los meses de octubre-noviembre. A partir de diciembre comienza una disminución en la remisión siendo mas marcado en la zona Norte (figura 1) hasta febrero, estabilizándose en los

meses posteriores hasta julio donde comienza a aumentar sobretodo en la zona Norte ya que en el Sur es a partir de setiembre.

2.1.3. Productividad de las lactancias según estación de parto.

Vasallo, (1972), en estudios realizados en nuestro país, sobre el efecto de la época de parto sobre la producción de leche. Determinó que para leche corregida a 305 días de lactancia, el rendimiento de leche de otoño e invierno difiere significativamente del verano. A pesar de estas diferencias no se encontraron diferencias significativa para toda la lactancia. En cuanto al rendimiento en grasa, sucede lo mismo que para la leche corregida.

Iguales resultados obtuvo, Velardo, (1975), trabajando con datos de producción de vacas paridas en otoño e invierno, en el departamento de Colonia. El autor determinó, que pariciones de otoño e invierno, permitían obtener mayores niveles de producción. Advirtió en la primavera un repunte en la producción de leche, de allí que los animales paridos en otoño tenían las lactancias más pareja, con respecto a los Kg. de leche diarios.

Faggi, (1976), por su parte, menciona como una adecuada epoca de parición para lograr el máximo rendimiento en la producción de leche, los meses de julio y agosto, a fin de asegurar una buena alimentación cuando el pico de lactación alcanza su máximo (setiembre-octubre). Este autor indica, que una eficiente producción de leche a base de pastura, tiene como requisito fundamental el buen balance entre los requerimientos del rodeo lechero y el aporte estacional de la pastura.

La información obtenida en el Proyecto de Lechería del Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", indica que la época de parición más adecuada para lograr el máximo rendimiento de leche por vaca, sería temprano en la primavera o fines de invierno. En términos generales podemos afirmar, que si se asegura una buena alimentación suplementaria al comienzo de la parición, cuando la curva de la lactación llega a su máximo, ya estaría disponible el forraje de primavera y entonces se logran los mayores rendimientos. Es aconsejable concentrar la parición en los meses de julio-agosto. Una parición más tardía (primavera),cuando la vaca requiera los mayores consumo de un alimento de buena calidad, la disponibilidad de forraje disminuye debido a la proximidad del verano (Faggi, 1976).

Fernández y Molinari, (1978) concluyen que esta mayor producción es debida a las bajas temperaturas de este período otoño-invierno, seguidas por la estación de mayor cantidad de forraje (primavera), cuando la vaca se encuentra en su pico de máxima

producción, permitiendo la cantidad de forraje disponible expresar mejor o en mayor grado su potencial genético. Por otro lado, las lactancias que empiezan en primavera y verano, tienen en su contra un exceso de calor en su fase inicial y poca disponibilidad de pastura en la fase final de la lactancia.

2.2. EFECTO DE LA ESTACION ESTIVAL

El estrés por calor o estrés térmico tiene un impacto negativo en la eficiencia productiva y reproductiva de las vacas durante la lactancia, con disminuciones de hasta un 20% (Gallardo, 1995).

2.2.1. Estimación del efecto.

2.2.1.1. Indice de temperatura – humedad.

El estrés durante el verano es el resultado de una combinación de varios factores ambientales, que causan una "temperatura efectiva ambiental", que es más alta que la "zona de confort" del animal. Esta "temperatura efectiva" esta influenciada por los siguientes factores ambientales: temperatura del aire, humedad relativa, movimiento del aire y radiación solar (Armstrong, 1994).

Para reflejar cuando los factores citados producen estrés en el ganado lechero, en que grado (suave, medio, fuerte) y cuando se encuentran en zona de confort o en la de muerte, o intermedias entre ambas, se utiliza Indice de Wiersma. Este índice esta basado en los grados de temperatura y en el porcentaje de humedad relativa del ambiente. Este "Indice de temperatura" (ITH) es el más comúnmente utilizado para indicar el grado de estrés en el ganado lechero (Ingraham et.al.,1974; Ryan et.al., 1992; Armstrong,1994; Valtorta y Gallardo, 1996).

La formula de cálculo de dicho índice es definida por diferentes autores:

- Berry y Col (USA) ITH= TA+ 0.36 TPD + 41.2
  TA: temperatura del aire (°C)
  TPD: temperatura punto de rocío(°C)

- Johonson (USA) ITH=DBT - (0.55-0.55 HR / 100) DBT-58
  DBT: temperatura termómetro seco (F)
  HR: humedad relativa (%)

Esta formula fue utilizada por Ingraham, (1974); Thatcher, (1974); Ryan et.al., (1992); Flamenbaum, (1994).

- Valtorta (Argentina) ITH=1.8 T +32 -(0.55-0.55 HR) (1.8 T -26).

T: temperatura del aire (°C)
HR: humedad relativa (%)

En cambio esta formula fue utilizada por: Valtorta y Gallardo,(1995); Azanza y Machado (1997); Saravia, (1997 comunicación personal).

La predicción certera de los valores de ITH, esta sujeta a error (11%) Du Preez et.al., (1990a). El valor considerado como límite entre situaciones de confort y de estrés varía según los autores. En estudios hechos en Missouri (USA) por H.D. Johnson citado por Flamenbaum, (1994a), el nivel crítico superior de I.T.H. para el ganado lechero es de 72, coincidiendo con Muller et.al., (1994a); Armstrong, (1994); Valtorta y Gallardo, (1996); Chan et.al., (1997); Azanza y Machado, (1997). Mientras que Du Preez et.al., (1990a) y Valtorta y Gallardo (1995) consideran que dicho limite se sitúa en 70. En el anexo se muestran los diferentes niveles de estrés calóricos causados por la combinación de altas temperatura y humedad.

Ryan et.al., (1992) con el fin de evaluar el efecto de diferentes sistemas de enfriamiento, dividen el índice de temperatura y humedad en tres rangos: inferior a 78,5, entre 78,5-80,7 y superior a 80,7. Estos mismos autores citan a Johnson et.al., (1962) e Ingraham, (1974), los cuales en cambio toman como índice critico el valor de 75.

Otro dato importante es el número de horas diarias de estrés. Si el período diario con valores de I.T.H. inferiores al limite aceptado para su confort (72), es corto, se ve limitada la capacidad del animal para eliminar calor durante el período nocturno (Flamenbaum, 1994; Valtorta y Gallardo, 1996).

Se ha demostrado durante el verano que el efecto combinado de altas temperaturas y humedad (I.T.H.) es proporcional al nivel de producción. Vacas de alta producción son más sensibles que las de baja producción y que el calor afecta la productividad en todas las etapas de la lactancia, incluyendo período seco (Gallardo et.al., 1994).

2.2.1.2. Globo negro.

La temperatura del globo negro es el mejor indicador disponible para estimar la carga calórica que sufre el animal debido a que representa la interacción de temperatura del aire, radiación solar multidireccional y velocidad del viento (Berman y Wolfenson, 1992). Es de fácil construcción pues se coloca un termómetro dentro de un globo de cobre pintado exteriormente de negro (de la Sota, 1995).

Esta metodología de estimación de la carga calórica fue utilizada por diversos investigadores, entre otros citamos: Roman-Ponce et.al., (1977); Berman y Meltzer, (1973) y Berman et.al., (1985) cit. por Berman y Wolfenson, (1992); Muller et.al., (1994 a); Madruga de Carvalho et.al., (1996); Valtorta y Gallardo, (1996); Azanza y Machado, (1997).

2.2.2. Sobre la alimentación

2.2.2.1. Pastura

En condiciones de pastoreo de verano los forrajes disminuyen rápidamente su calidad, por un aumento en el contenido de fibras y decrecen los contenidos celulares de mayor valor nutritivo (Gallardo et.al., 1994).

En la mayoría de las especies forrajeras el avance de la madurez provoca una disminución de la producción animal, debido a reducciones en la calidad y por consiguiente en el consumo de energía y de proteína (Gallardo et.al., 1994; Flamenbaum, 1994).

Según Flamenbaum, (1994a), la pastura de verano tiene un contenido más bajo de proteína y un más alto porcentaje de proteína indigerible relacionado a la fibra, recomendando suplementar la dieta con raciones más altas en proteínas.

Alta cantidad de horas de luz con alta temperatura y radiación solar causan madurez rápida de la parte estructural de la planta y mayor proporción de pared celular. Esto afecta la calidad del forraje y baja su digestibilidad (Flamenbaum, 1986). La baja digestibilidad de las pasturas incrementa el calor de digestión, lo cual en condiciones de verano, es negativo (Flamenbaum, 1994a).

Al aumentar la proporción de fibras en los forrajes durante el verano y al tener esta fibra una baja digestibilidad, el forraje permanecerá por más tiempo en el rumen, lo que lleva a un menor consumo y por lo tanto, una caída en la producción lechera (Gorosito, 1994).

La pérdida de la calidad con el avance del verano es diferente entre especies y aún entre las partes que conforman individuos de la misma especie. De acuerdo a resultados de múltiples estudios se puede concluir que las hojas mantienen por más tiempo su calidad con respecto a los tallos (Ledesma et.al., 1995).

Entre especies, se pueden distinguir las de origen templado y las de origen tropical (en gramíneas principalmente) y entre estas y las leguminosas debido a que existen marcada diferencias de calidad. En condiciones ambientales normales el consumo voluntario de gramíneas tropicales es usualmente más bajo que gramíneas templadas. Ese menor consumo esta asociado con un mayor contenido de fibra, más baja proteína y digestibilidad de la materia seca, mayor cantidad de fibra indigestible y mayor tiempo de permanencia de esta fibra en el rumen (Gallardo et.al., 1994). En cuanto a las diferencias entre leguminosas y gramíneas, en leguminosas como alfalfa (Medicago sativa), los tallos son órganos metabólicos, mientras que en las gramíneas, las hojas cumplen una importante función estructural a través de su nervadura central lignificada. Debido a esto, la alfalfa mantiene la calidad de sus hojas al avanzar su madurez, en cambio en gramíneas la calidad de sus hojas disminuye, aunque no tanto como el tallo (Valtorta, 1994)

Las gramíneas C_3 y C_4 pertenecen taxonómicamente a diferentes subfamilias, por lo tanto las diferencias en la digestibilidad se deben a diferencias genéticas entre ambos tipos. Existe una diferencia importante en la estructura anatómica de la hoja. Las gramíneas tropicales (Ej.: Setaria, Sorgo, Maíz) presentan haces vasculares rodeados por células del mesófilo dispuestas en forma radial, donde se depositan una gran proporción de componentes indigestibles, determinando un menor espacio intercelular. En cambio en las gramíneas templadas (Ej.: Raigrás, Festuca, Falaris) las células del mesófilo se presentan en forma desordenada, dejando grandes espacios intercelulares. Esta característica determina en las gramíneas templadas que los microorganismos del rumen pueden acceder a los tejidos más rápidamente (mayor espacio intercelular), permitiendo una gran superficie de contacto y por lo tanto una degradación más rápida. Además en este tipo de gramíneas (C_3) las células del mesófilo no se lignifican, determinando la mejor calidad de las mismas con respecto a las gramíneas tropicales (Minson y Mc Leod, 1970 citado por Arocena et.al., 1987)

2.2.2.1.1. Sorgo forrajero.

2.2.2.1.1.1. Variedades y características forrajera.

Los cultivos de sorgo forrajero con destino a la producción de leche ocupan en el Uruguay, un papel preponderante entre los cultivos estivales. Este cultivo ayuda a mantener niveles de alta producción de las pasturas y forrajes (Carámbula y Pizarro citado por Fernández y Beracochea, 1988).

Entre los sorgos forrajeros sembrados en el país podemos citar principalmente a las variedades e híbridos de sudangrás, los híbridos de sorghum por sudangrás e híbridos de variedades de sorgo azucarado (Fernández y Beracochea, 1988).

Las variedades e híbridos de sudangrás, se caracterizan por presentar plantas muy macolladoras con tallos delgados y poseer gran cantidad de hojas. Una característica muy importante es su gran resistencia al pisoteo y su amplia capacidad de rebrote, adaptándose básicamente para manejos bajo pastoreo (Carámbula, 1977).

Los híbridos de sorghum por sudangrás en general, presentan tallos más gruesos y hojas más anchas que los sudangrás y se caracterizan por poseer una mayor precocidad que estos, lo cual le permite ser pastoreados con antelación. Esta precocidad de su primer crecimiento determina rendimientos totales superiores que el grupo anterior. Por sus características, pueden ser usados tanto para pastoreo como para henificación o ensilaje (Carámbula, 1977).

Por último, las variedades e híbridos azucarados, poseen tallos suculentos, dulces y de gran altura (1,7-3,5m) determinando altos rendimientos de materia seca al estado de grano lechoso-pastoso, lo que los hace altamente recomendables para ser utilizados en ensilajes. Su baja capacidad de rebrote los descarta para ser utilizados en pastoreo directo (Carámbula, 1977).

2.2.2.1.1.2. Producción forrajera.

Los registros obtenidos por diferentes autores, bajo distintas condiciones (clima, suelo, manejo), establecen rendimientos para el sorgo que oscilan entre 1.800 y 27.110 Kg./ha de materia seca (Hernándes y Abiusso, 1969; Kachele, 1970; Villareal, 1970; Longo, 1972; Worker, 1973; De Saibro, 1976; Pereira et.al., 1976; Moliterno, 1981 citado por Mesa et.al., 1988).

En un ensayo realizado en la Estación Experimental de San Antonio perteneciente a la Facultad de Agronomía, con el fin de evaluar el efecto de la suplementación proteica en vacas lecheras pastoreando sorgo forrajero. Se encontró que la disponibilidad de sorgo forrajero osciló entre 60000 y 75000 Kg. de materia verde por hectárea, mientras que el número de plantas promedio fue cercano a las 700000 por hectárea. Con respecto al porcentaje de materia seca del forraje osciló en valores cercanos 30% (Pedetti, 1988)[1].

---

[1] PEDETTI, J.I. 1988. Efecto de la suplementación proteica de vacas lecheras, en verano en la cuenca de Salto. Salto, Uruguay, Estación Experimental de San Antonio, Facultad de Agronomía. Datos sin publicar.

Los sorgos forrajeros se caracterizan por una gran precocidad, superior a los del sudangrás, alcanzando tasas máximas a los 111 días, de 106 Kg.MS/ha/día. Posteriormente y a medida que avanza la estación de crecimiento la tasa desciende, como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 2: Tasa diaria de producción de MS (Kg.MS./ha/día).

Días	30	80	111	130	180
Sorgo híbrido	40,7	86,5	106,0	102,0	50,0

Fuente: Artola y Carámbula, 1978.

Wedin, (1973); Rodríguez et.al., (1971) citado por Mesa et.al., (1988), afirman que hay un aumento en la producción de materia seca por hectárea a mayor frecuencia de pastoreo.

Pizarro et.al., (1973) citado por Fábregas et.al., (1978), realizaron un ensayo en la EEMAC, Paysandú, Uruguay con tres variedades: sudangrás, SX11 y NK145 en tres momentos de corte (80, 60 y 40cm. de altura). Como tendencia general obtuvieron mayores rendimientos de M.S. al aumentar el intervalo de cortes y un aumento en el porcentaje de M.S. al aumentar la altura de corte. A iguales resultados llegaron Hernandez y Abiusso (1969); Kachele, (1970) citado por Mesa et.al. (1988), quienes encontraron aumentos en la producción (Kg. MS/Ha) y porcentaje de materia seca a mayores alturas de corte (mayor estado de madurez).

En un trabajo realizado por Pereia et.al.(1976), con el cultivar sordan NX, efectuando 3 cortes en diferentes estados de crecimiento: estado vegetativo, antes de la emergencia de la flor y en floración (50%) concuerda con lo mencionado anteriormente que el porcentaje de materia seca aumenta a medida que el estado de crecimiento avanza.

Si observamos los datos de Azanza y Machado (1997), para el primer pastoreo, coinciden con lo investigado por los autores anteriormente mencionado, en que el porcentaje de materia seca (planta entera, hoja, tallo) se incrementan con el grado de madurez.

2.2.2.1.1.3. Calidad.

Owen y Moline, (1975) citado por Fernández y Beracochea, (1988), señalan que la fibra cruda oscila entre 19,6 y 32,5% de la materia seca y la fracción no proteica entre 54,4 y 64,3%. Sostienen que al avanzar las etapas de maduración declina el valor

alimenticio, disminuyendo la proteína cruda y las cenizas, mientras que la fracción no nitrogenada aumenta.

Se encontró que en el sorgo SX 11 el contenido de celulosa aumenta progresivamente con la madurez, y se reduce el contenido de proteína cruda, mientras que los materiales nitrogenados tienen una incidencia menor al avanzar este estado. Esta tendencia es similar para todos los sorgos, aunque tal vez sea más difícil de mantener un buen valor nutritivo en los híbridos, debido a su rápido crecimiento. Los sorgos que presentan y mantienen un buen valor nutritivo al avanzar la maduración son las variedades estériles, ya que no presentan traslocación de nutrientes para la formación del grano (Fábregas et.al., 1978).

Coincidiendo con lo anterior Hogan, (1981) citado por Bidegain et.al., (1992), afirma que al avanzar la madurez ascienden los niveles de pared celular, a la vez que descienden en mayor medida los niveles de proteína.

Wedin, (1970); Kachele, (1970) citado por Mesa, et.al., (1988), son coincidentes en afirmar que el descenso en los índices de digestibilidad de la materia seca y materia orgánica, al pasar del estado de emergencia de la panoja a grano lechoso es explicado por un incremento de la fibrosidad de las plantas, al aumentar la relación tallo-hoja.

Trabajando con sorgo híbrido SX 11, Edwards et.al., (1971) citado por Mesa, et.al., (1988), encontraron que la digestibilidad de la materia seca esta correlacionada negativamente con la altura de la planta y el porcentaje de tallos, pero positivamente con el porcentaje de hojas.

2.2.2.1.1.4. Manejo del pastoreo.

Carámbula, (1977) establece que un manejo correcto comprende altas dotaciones en superficies limitadas de tal forma de que el ganado utilice el forraje disponible en el menor tiempo posible. La iniciación del pastoreo debe realizarse cuando las plantas alcancen 60-70 cm. de altura antes que se produzca la encañan. Estos mismos valores de altura para comenzar el pastoreo fueron utilizados por Artola y Durán, (1977) e indican el retiro del pastoreo una vez que el cultivo ha reducido su altura a 15cm.

En condiciones de pastoreo continuo, la dotación por unidad de superficie juega un papel preponderante; una baja dotación permite una maduración rápida del cultivo con la consecuente disminución de la calidad del forraje, al tiempo que aumenta la selección del forraje consumido. En cambio, mediante el uso de altas dotaciones, la utilización del forraje puede aumentar, ya que se obliga a consumir una mayor parte del

forraje disponible, lo cual trae aparejado una disminución en la selección (Faggi y Durán, 1978 citado por Mesa et.al., 1988).

Al finalizar cada pastoreo se debe dejar un rastrojo de aproximadamente 10-15 cm., tanto para híbridos sorghum por sudángras, como para variedades de sudán. Esto permite un rebrote equilibrado porque se eliminan los ápices terminales de las macollas más desarrolladas, favoreciendo el desarrollo de yemas basales y axilares. Así mismo dicho rastrojo con arrea foliar adecuada permitirá un rebrote rápido e independiente de las reservas radiculares (Carámbula, 1977).

Una característica importante a tener en cuenta es el peligro de envenenamiento, al presentar los sorgos un alcaloide denominado "durrina" que se descompone en el estómago de los rumiantes produciendo Acido Cianhidrico (HCN). Se sabe que 1 gr. de HCN puede matar a un vacuno de 550 Kg. de peso. Las plantas jóvenes tienen un contenido mayor de durrina que aquellas más viejas. Los cultivos que han soportado una sequía, luego de una lluvia presentan una concentración mayor que la tolerable por el animal (Fábregas et.al., 1978).

2.2.2.1.1.5. Producción de Leche.

En la Unidad Experimental de Lechería de la Estanzuela, Artola y Durán, (1977) utilizando vacas en la primera etapa de lactancia, compararon sudangrás y sorgo híbrido, sin suministro de concentrado. Los resultados del ensayo indican producciones de 14,1 y 15,3 L/v/d, corregida al 3,5% de grasa, para el sorgo híbrido y sudangrás respectivamente.

En esta misma Unidad Experimental, Faggi y Durán, (1978) citado por Mesa et.al., (1988), realizaron un experimento utilizando sorgo forrajero para vacas lecheras, comparando dos sistemas de pastoreo: cambio diario y semanal de la franja de pastoreo, con igual disponibilidad por vaca. Los resultados indican producciones de leche de 12,53 y 12,69 L/v/d. para cambio diario y semanal respectivamente. Los autores asignan estas diferencias, a la menor producción de forraje en el período de pastoreo para la franja diaria.

Cortabarria, (1980) en un estudio comparativo de sorgo NK Sordan Sx-121 y sudangrás Estanzuela Comiray, bajo un sistema de pastoreo rotativo durante 9 semanas, para producción de leche, obtuvo resultados de mayor producción de leche (13,3 vs.14,8 Kg.) por animal y leche corregida al 4% (12,7 vs.14,7 Kg.) pastoreando sudangrás.

Arocena et.al., (1987) concluyen de su revisión, que la producción de leche sin suplemento, pastoreando sorgo forrajero osciló entre 11,0 y 14,0 L/v/d., mientras que pastoreando sudangrás se obtuvieron valores de 15,0 L/v/d.

Mesa et.al., (1988), realizaron un ensayo en la EEMAC, Paysandú (Uruguay), donde evaluaron la producción de leche sobre dos sistemas de pastoreo de sorgo: pastoreo en franjas y acceso total. La producción individual de leche para ambos sistemas fue de 8,82 y 7,97 L/v/d. respectivamente.

Panissa y Pedetti, (1991)[1], en un ensayo realizado en la Estación Experimental San Antonio de la Facultad de Agronomía, durante los meses de enero y febrero de 1991. Estudiaron la respuesta a la suplementación con heno de pradera en vacas lactantes parición de primavera pastoreando sorgo forrajero en relación a la producción y composición de leche. Las vacas se dividieron en dos tratamientos: 1- Testigo, pastoreo durante todo el día de sorgo forrajero, con acceso a sombra y agua; 2- Pastoreo del verdeo en las mismas condiciones que el testigo (disponibilidad por animal, sombra y agua), durante la noche. Entre los ordeñes de la mañana y la tarde las vacas se encontraban junto a la sala de ordeñe, con disponibilidad de sombra, agua y fardos de pradera. La producción de leche sin corregir fue de 10,03 y 10,59 L/v/d. para los tratamientos 1 y 2 respectivamente, mientras que la leche corregida por grasa al 4% fue superior (10,44 y 10,91 L/v/d.) debido a que el porcentaje obtenido fue mayor que el 4% (4,27 y 4,91). En cuanto a la proteína los valores fueron muy similares entre tratamientos (2,48 y 2,46), siendo explicados estos valores por el método de determinación utilizado (análisis de Walker).

2.2.2.2. Dieta.

En condiciones ambientales normales se ha verificado una correlación negativa entre el contenido de fibra en la dieta (digestibilidad) y el consumo de materia seca (Minson, 1981 citado por Gallardo et.al., 1994).

Los alimentos que generan mayor incremento calórico (generalmente de baja digestibilidad) resultan en menores cantidades de energía neta para la síntesis de leche (Blaxter, 1967 citado por Gallardo et.al., 1994).

El elevado incremento calórico de las dietas de baja calidad (alta proporción fibra) se atribuye principalmente, a la elevada proporción de ácido acético, con respecto al

[1] PANISSA, M.P.; PEDETTI, J.I. 1991. Efecto de la suplementación forrajera sobre la producción de leche en el período estival. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. Datos sin publicar.

nivel de propiónico producido por la fermentación de esos alimentos en el rumen (Blaxter, 1967 citado por Webster, 1976).

Las raciones de alta digestibilidad (> 70%) que producen bajos incrementos calóricos durante la fermentación, permiten por lo tanto disponer de una mayor concentración de energía por unidad de volumen y constituyen lo que se denominan **"dietas frías"** (Gallardo et.al., 1994; Gallardo y Valtorta, 1995). Las características de una dieta fría son: mayor contenido energético por unidad de volumen, fibra de alta fermentación, menor degradabilidad de las proteínas en el rumen y alto contenido de nutrientes by-pass (proteínas y lípidos). Ejemplos: pasturas tiernas, silajes con alto grano, concentrados ricos en aceite y grasa (Valtorta y Gallardo, 1996).

Los alimentos que componen las denominadas **"dietas calientes"** tienen una alta proporción de fibra indigestible, en algunos casos baja concentración de proteína, y en otros demasiado altos para la cantidad de carbohidratos disponibles que poseen. Ejemplos: pasturas pasadas, henos y silajes fibrosos, concentrados con alto afrechillo (Valtorta y Gallardo, 1996).

Con respecto a los granos, podemos citar que, en el caso de maíz, al poseer una alta concentración de energía y tener poca fermentación ruminal, con alta absorción a nivel intestinal, se presenta como el más deseable para la estación cálida. Como contrapartida la avena y el afrechillo, por ser más fibroso y producir mayor fermentación a nivel ruminal, son generadores de mayor calor endógeno para el animal (Ledesma et.al., 1995).

Las dietas con proteínas de alta degradabilidad ruminal y con un marcado desbalance en relación a la energía aportada (mucha proteína y baja energía), implican un gasto extra de energía para el animal, ya que el proceso de detoxificación de los excesos de amoníaco es costoso y compite por el mismo sustrato con otros nutrientes esenciales, caso de la glucosa para la síntesis de leche (Gallardo, 1995; Valtorta y Gallardo, 1996). La principal consecuencia de estos desbalances es la disminución en la síntesis de proteína microbiana que es la principal fuente de aminoácido para la síntesis de proteína láctea (Valtorta y Gallardo, 1996).

Trabajos recientes sugieren que dietas con elevados niveles de proteína de alta degradabilidad ruminal serian perjudiciales para vacas en extremo calor (Higginbotham et.al., 1989 citado por Gallardo et.al., 1994).

La respuesta en producción y composición de leche a la suplementación con grasa, dependerá de la cantidad suplementada y del grado de saturación que poseen los ácidos grasos que la componen. Los aceites de origen vegetal, que poseen una alta proporción

de ácidos grasos insaturados, al no estar protegidos, son hidrolizados a nivel ruminal. Los ácidos grasos así liberados afectan negativamente la flora bacteriana celulolítica, disminuyendo de esta forma la digestibilidad de la fibra. Estos ácidos insaturados se complejan además, con el calcio disminuyendo la disponibilidad del calcio para el animal (Rearte, 1991)

Se genera menos calor con la digestión y el metabolismo de la grasa, que el generado por carbohidratos o proteínas. La administración de grasa en el alimento durante los períodos de estrés disminuye la carga calórica en el animal y podrá incrementar la densidad energética de la dieta durante los períodos en los cuales el consumo esta deprimido (Thatcher y Staples, 1995). El consumo de grasas del tipo "no protegidas" no debe exceder el 7% de la materia seca total, para no alterar la digestibilidad de la fibra y disminuir la calidad de la ración total (Rearte, 1991; Gallardo et.al., 1994; Huber et.al., 1994).

Moody et.al., (1967) citado por Huber et.al.,(1994), suplementando con 10% de grasa (aceite de poroto de soja o grasa vegetal hidrogenada) en dietas de vacas en estrés térmico, no incrementaron la producción de leche. Además este alto porcentaje de grasa no protegida a nivel ruminal, en particular aceite de soja, determina depresión en la digestibilidad de la fibra, en caso de ser incluidas en dietas de vacas de alta producción. Huber et.al., (1994) concluyen que la adición de grasa 2-3% en la ración, en ambientes con altas temperaturas, produce menos leche que cuando la grasa es añadida en ambientes de temperatura moderada. Las vacas estresadas responden menos a la adición de grasa. Sin embargo, los autores señalan, que otros informes indican lo contrario, requiriendose más estudios sobre el tema.

En estrés térmico, las dietas con altos contenidos en fibras (FDA, FDN), comunes de encontrar en animales en pastoreo, contribuyen a elevar la temperatura corporal debido a una mayor producción de calor originado por la fermentación y metabolismo de la fibra en el tracto digestivo (incremento calórico) (Gallardo et.al., 1994; Valtorta y Gallardo, 1996). Este incremento calórico puede ser beneficioso durante estrés por frío, pero en estrés por calor, resulta en menores cantidades de energía neta para la síntesis de leche (Gallardo y Valtorta, 1995).

La dieta ideal para condiciones de calor debería ser: rica en energía; con fibras de alta digestibilidad y proteína de menor degradabilidad ruminal. Dentro de los suplementos, el afrechillo por ejemplo, tiene más fibra y menos energía que el maíz, lo cual trae más fermentación ruminal y produce mayor cantidad de calor (Gayo, 1998).

2.2.3. Sobre el animal.

2.2.3.1. Consumo.

El consumo voluntario de materia seca es el principal factor determinante de la producción. Al disminuir el consumo voluntario se afecta la disponibilidad de nutrientes (energía, proteína, minerales, etc) indispensable para el normal proceso de síntesis de leche (Valtorta y Gallardo, 1996).

La magnitud de la disminución del consumo esta positivamente correlacionada con la temperatura y la humedad ambiental. Alta temperatura y alta humedad pueden llegar a deprimir el consumo más allá del 30% (Ledesma et.al., 1995). El consumo de materia seca disminuye un 10% respecto a valores normales a 30°C, un 25% a 32°C y un 33% a 40°C (Jacobsen, 1995). En vacas lecheras Holando el consumo se reduce aproximadamente un 25% cuando están a temperaturas de 31°C que cuando están a 18°C (Johnson et.al., 1962 citado por Webster, 1976). Sanchez et. al., (1994) mencionan reducciones en el consumo de alimentos de 20-40%, con temperatura ambiente de 40°C, comparado con vacas en ambientes termoneutrales.

La tasa de respiración y la ingestión de agua aumenta con el estrés térmico, estas manifestaciones contribuyen a disminuir el consumo de materia seca (Gallardo et.al., 1994).

Asimismo, los efectos asociados de reducida motilidad ruminal, baja tasa de rumia y mayor consumo de agua, serian los responsables de un mayor llenado ruminal y de una baja tasa de pasaje de los alimentos, deprimiendo aún más el apetito con altas temperaturas (Warren et.al., citado por Gallardo et.al., 1994; Gallardo y Valtorta, 1995; Gayo, 1998). También aumenta la digestibilidad del alimento (porcentaje de éste que no es excretado en las heces) por mayor tiempo en el rumen, pero esto no compensa los perjuicios anteriormente mencionados (Gayo, 1998). Puede existir también un efecto negativo "directo" de la temperatura sobre el centro del apetito en el hipotálamo (Balle et.al., citado por Gallardo et.al., 1994;Gallardo y Valtorta, 1995).

El calor estresante altera el funcionamiento del sistema digestivo. El proceso normal de digestión, la absorción de nutrientes y el metabolismo a nivel celular se ven seriamente afectados. La resultante de la suma de estas alteraciones a la del consumo voluntario es la disminución en la "eficiencia" de utilización de la energía con propósitos productivos, o sea la eficiencia de alimento en leche (Gallardo y Valtorta,1995).

Como consecuencia de las alteraciones del sistema digestivo y en particular de la baja tasa de ingesta, la producción de ácidos ruminales por unidad de alimento fermentable se incrementa, bajando el pH ruminal, en vacas sin acceso a sombra, comparadas con vacas que consumen igual dieta pero manejada bajo sombra (Sanchez et.al., 1994).

Los efectos negativos del estrés térmico sobre el consumo y la utilización de nutrientes, son más pronunciados en vacas que consumen raciones con una alta proporción de forrajes voluminosos (ricos en fibra), que en aquellos con mayores concentrados energéticos (Gallardo et.al., 1994).

Los bovinos expuestos a estrés por calor, reducen en menor proporción el consumo de alimentos si se les ofrecen dietas de alta calidad, que en caso de darles dietas ricas en fibras (Webster, 1976). Una mayor densidad energética en las raciones, por ejemplo cuando se incluyen concentrados, mejora el consumo voluntario y diminuye el calor metabólico (Valtorta y Gallardo, 1996).

2.2.3.2. Comportamiento de pastoreo.

Con elevadas temperaturas el ganado no solo limita si no que hasta puede anular el pastoreo durante los momentos más calurosos del día. Los momentos de máxima actividad de pastoreo durante el verano se producirán en las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde. Con temperaturas inferiores de 26 grados las vacas dividen el tiempo de pastoreo entre los dos ordeñes en partes iguales. Cuando alcanza los 30 grados desciende el tiempo dedicado al pastoreo durante el día, aumentando en cierta medida durante la noche (Hafez, 1973 citado por Gallardo et.al., 1994).

Arnold, (1981) citado por Gallardo et.al., (1994), encontró que en climas cálidos y húmedos, el tiempo dedicado al pastoreo con temperaturas superiores a los 26 grados, descendería a una tasa de 20 minuto por cada grado de aumento. La disminución del tiempo de pastoreo, seria una de las principales causa que explicaría la caída del consumo durante el verano.

El ganado lechero modifica su comportamiento durante las horas de mayor calor, buscando más sombra y reduciendo el consumo de alimento. Consecuentemente reduce la producción de leche y la performance reproductiva. Gran número de vacas ordeñadas simultáneamente, no tienen la oportunidad de cambiar el horario de consumo y de modificar el medio ambiente para reducir el estrés climático (Shultz, 1992).

Durante el verano, los animales presentan alteraciones en su comportamiento, buscando microambientes menos estresantes. Siendo muy común observar a las vacas echadas bajo cualquier tipo de sombra (Valtorta y Gallardo, 1995). Cuando no hay sombra disponible cerca de los potreros, situación común en muchos establecimientos, las vacas tienden a agruparse junto a las aguadas y bebederos, observándose a los animales "jadeando" y con abundante salivación (Gallardo y Valtorta, 1995).

Muller et.al., (1994b) estudiaron el comportamiento de los animales de la raza Friesian en clima Mediterráneo (South Africa). En dos veranos consecutivos (1985/86 y 1986/87) observó que las vacas con sombra están más tiempo pastoreando durante el día que las vacas sin sombra, no encontrando diferencias durante la noche. Mas del 80% de las vacas de ambos grupos (sombra y no sombra) retornan luego del ordeñe directamente al pastoreo a comer. Durante la mañana las vacas finalizan el consumo después de 2,5 hs. de pastoreo. Las vacas que no tienen sombra pasan más tiempo paradas y reunidas alrededor del bebedero que las vacas con sombra. Estas últimas permanecían por más tiempo echadas durante el día. Ambos grupos de vacas estaban más tiempo echadas durante la noche que durante el día.

En el ensayo descripto en la sección 2.2.2.1.1.5., realizado por Panissa y Pedetti, (1991)[1] los cuales midieron en forma objetiva el comportamiento animal durante 24hs. con mediciones cada 15 minutos. Dicha mediciones consistieron en: parada, echada, comiendo, rumiando o quieta y las combinaciones de estas; así como también el consumo de agua y lugar de descanso. Observándose, con respecto a las vacas no suplementadas (T_1), que durante el día tuvieron un comportamiento grupal. Los animales al salir del ordeñe de la mañana van al potrero donde toman agua y luego se dirigen a pastorear por un lapso de 3 hs., variable según la temperatura ambiente y la nubosidad. Luego se dirigen a la sombra donde toman agua y permanecen quietas o rumiando hasta el ordeñe de la tarde, con un pequeño pastoreo pero sin salir de la sombra. Al regreso del ordeñe de la tarde consumen agua (en forma grupal), luego pastorean por un periodo de dos horas, descansan una hora para volver a pastorear o rumiar hasta la 1:30 hs., el resto de la noche se notó una escasa actividad de pastoreo, aumentando el tiempo de rumia o descanso, con un pequeño consumo de forraje antes del ordeñe (explicado por la hora de ordeñe, 7:30hs.). A diferencia del anterior, el comportamiento de las vacas suplementadas es más individual. Enseguida del ordeñe de la mañana tienen un importante consumo de alimentos, para luego realizar períodos cortos de descanso-actividad (quieta-rumia-consumo); antes de volver al ordeñe todo el grupo consume agua. Al llegar al sorgo (luego del ordeñe de la tarde), hacen un pequeño descanso, para luego comenzar el pastoreo por un período de dos horas (pero

[1] PANISSA, M.P.; PEDETTI, J.I. 1991. Efecto de la suplementación forrajera sobre la producción de leche en el período estival. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. Datos sin publicar.

con menor avidez que el T1), continuando con pequeñas actividades (quieta-rumia-consumo) hasta la 1:00 hs., donde todas comienzan a pastorear por un período aproximado de 2 hs. Desde este momento hasta el ordeñe de la mañana, se alternan períodos de rumia y descanso, comenzando luego de las 5 de la mañana con pequeños pastoreos.

Azanza y Machado, (1997) estudiaron el comportamiento de dos grupos de vacas (con acceso a sombra y sin acceso a sombra), durante 24 horas donde la temperatura máxima registrada fue de 32,6°C y el ITH supera el valor crítico (72) durante 16 Hs. El patrón diario de actividad de pastoreo fue similar para ambos grupos, solamente se observó un mayor consumo entre las 15 y 16 hs. del grupo a la sombra y a las 9 hs. del grupo al sol. La diferencia que se da a las 9 hs. de la mañana es debido a que el grupo sombra a partir de las 8:30 hs. comienza a dejar el pastoreo para ir en busca de sombra. En cambio el grupo sol a esa misma hora se retira del pastoreo para ir a tomar agua, para luego regresar al pastoreo durante una hora más, a partir de las 10 este grupo nuevamente se retira hacia el bebedero. Las vacas que no tenían sombra pasaban más tiempo paradas (9-12:30 hs.) reunidas alrededor del bebedero, esto no se observo en el grupo sombra ya que luego de consumir agua los animales se dirigían hacia el bosque donde permanecían la mayor parte del tiempo echadas. Los autores, no encontraron diferencias en el tiempo de pastoreo de ambos grupos. Todos los animales experimentaron un pico de consumo después de cada ordeñe, independientemente del valor de ITH registrado. A este pico le sigue, un pico de rumia que presenta diferencias en tiempo y número de animales entre los grupos sol y sombra (durante la mañana) y coincidiendo con Muller et.al., (1994) las vacas durante la rumia permanecían la mayor parte del tiempo echadas.

2.2.3.3. En los Requerimientos.

En los meses de calor (verano) en general se dan condiciones de: altas temperaturas, noches calurosas, baja digestibilidad de las pasturas, menor tasa de pasaje del alimento por menor fermentación y menor consumo y por lo tanto menos energía y proteína de esta dieta va a mantenimiento y producción (Gayo, 1998).

2.2.3.3.1. Climáticos.

El clima óptimo para la raza Holando se puede definir como aquel que presenta temperatura media entre los 13-18 grados, con baja humedad relativa entre, 50-60% y una velocidad de vientos de 5-8 Km/hs. (Gallardo, 1995; Flamenbaum, 1986; Gorosito, 1994; Valtorta y Gallardo, 1995).

La zona de neutralidad térmica es aquella en que la producción de calor metabólico no depende de la temperatura del aire (Mount, 1974 citado por Webster, 1976; Gayo, 1997). Las temperaturas del ambiente entre los 10 y 20 grados centígrados, no tendrían efectos importantes sobre la producción en muchas razas lecheras. En este rango de temperatura conocido como zona de neutralidad (ZNT) ningún proceso corporal esta directamente involucrado en mantener la homeotermia (Beede and Collier, 1986; Comerón et.al., 1985; Davison et.al., 1988 citado por Gallardo et.al., 1994). Ledesma et.al., (1995) consideran como zona de neutralidad a las temperaturas comprendidas entre 15- 25 grados, dentro de dicha zona, el autor afirma que el animal puede disipar el calor a partir de mecanismo fisiológicos. Flamenbaum, (1986) toma como valores termoneutrales los comprendidos entre 18-28°C.

La zona de confort térmico para el ganado quizás sea aquella en que la producción y pérdida de calor están equilibradas con un mínimo esfuerzo de termoregulación (Mount, 1974 citado por Webster, 1976; Gayo, 1998). Correspondería al ambiente térmico que el animal eligiría si tuviera opción (Baldwin, 1974 citado por Webster, 1976).

Entre la zona de neutralidad térmica y de confort térmico, existe una zona térmica intermedia, donde el anabolismo no resulta afectado por el ambiente, pero la misma es de difícil delimitación (Webster, 1976).

Lesser, (1995) define como rango óptimo de temperatura ambiental para el ganado lechero de 13-18 °C. Entre los 18 y 25 °C el animal con mecanismos fisiológicos puede disipar el calor. Por encima de 25 °C a la vaca le cuesta más irradiar el calor por sus propios medios y como consecuencia eleva la temperatura interna hasta llegar al estrés calórico (Gorosito, 1994).

El rinde lechero, siempre que no existan limitantes diferentes a las variables meteorológicas, permanecen mas o menos invariable entre los -5 y 21°C, para el ganado Holando (Conrad,1985 citado por Du Preez et.al.,1990a; Valtorta y Gallardo, 1996). La temperatura óptima para que el ganado produzca leche se encuentra entre los 5 y 25 grados (Jacobsen, 1995).

2.2.3.3.2. Mantenimiento.

De la energía que consume un rumiante un 40% se pierde como calor y solo un 60% se utiliza para producir leche, carne o lana. Cuando la temperatura es alta se

precisa más energía para liberarse del calor interno, por lo que un porcentaje mayor de la energía consumida se destina a mantenimiento (Gayo,1998).

Frente a altas temperaturas ambientales aumentan notablemente los requerimientos de mantenimientos de las vacas y disminuye el consumo de materia seca, lo que se traduce en una caída en la producción de leche de un 30% (Gorosito, 1994).

La distancia a las parcelas de pastoreo cobra mayor importancia en verano con las altas temperaturas, ya que los animales tienen una perdida extra desde el punto de vista energético. Las vacas están sujetas a radiación solar directa durante mucho tiempo y muchas veces con falta de agua, limitando el consumo durante el día (Flamenbaum, 1994a).

El jadeo, que constituye uno de los mecanismo más efectivos para disipar el calor acumulado, contribuye a aumentar los requerimientos de mantenimiento. Un ejemplo se visualiza para una vaca de 600 Kg. de peso vivo, produciendo 27 Kg. de leche por día, requiere a 35°C un 20% más de energía que a 20°C (Gallardo,1995). Por su parte Ledesma et.al., (1995) mencionan que para una respiración ligeramente agitada se incrementa la energía de mantenimiento en un 7%, mientras en un pronunciado jadeo dicho incremento es de un 11-25%.

2.2.3.3.3. Agua.

El agua de bebida es un elemento "clave" para el verano, y si existen limitaciones en la cantidad y/o calidad, la producción de leche se reducirá dramáticamente un 20% o más (Gallardo y Valtorta, 1995).

Numerosos factores afectan las necesidades de agua del ganado, entre ellos se pueden mencionar: nivel de consumo de materia seca, forma física de la dieta, estado fisiológico, cantidad y calidad del agua de bebida. La disponibilidad de agua de bebida en ambientes cálidos puede transformarse en una de las principales limitantes para vacas de alta producción, ya que estas son capaces de beber mas de 100 litros/día (Valtorta y Gallardo, 1996).

Se considera que las vacas lecheras beben 2 a 4 litros de agua por cada kilogramo de materia seca consumida y un adicional de 3 a 5 litros por cada Kg. de leche producida. Durante días muy cálidos con temperaturas superiores a los 26 grados, el consumo de agua se puede llegar a triplicar (Gallardo, 1995).

Sin lugar a dudas, en un animal estresado por el calor el nutriente más importante es el agua. La ingestión de altos volúmenes de agua en verano contribuiría a producir un efecto de confort al disminuir la temperatura del retículo rumen.

La calidad del agua de bebida es, con frecuencia, una de las causas que limita su ingestión. El contenido de sólidos totales disueltos es quizás el factor limitante en muchas regiones (Valtorta y Gallardo, 1996).

Es importante que el agua que tomen las vacas esté fresca y recién bombeada. Si el agua está tibia disminuye el consumo y contribuye al estrés calórico de la vaca (Lesser, 1995). Es de vital importancia el permitir que las vacas tengan libre acceso durante todo el día a agua fresca y limpia para ayudar a reponer el agua corporal perdida por transpiración y jadeo. El agua enfriada es beneficiosa por absorber el calor directamente del animal, lo que permitiría en forma inmediata reducir la temperatura corporal, el ritmo respiratorio y aumentar la motilidad ruminal (Gorosito, 1994).

Con respecto a la temperatura del agua, Valtorta y Gallardo, (1996), citan resultados coincidentes en destacar que este no es un factor importante, mientras su suministro sea continuo.

En cuanto a la temperatura del agua Bray et.al., (1992) cita a Stermer et.al., (1986) el cual en un ensayo realizado en Texas, ofrecieron a las vacas en producción, agua a dos temperaturas 10,6 °C y 27,2 °C. Las vacas que tomaban agua a 10,6°C, tuvieron mayor consumo de agua y de alimento y menores valores de temperatura rectal y ritmo respiratorio que las vacas que consumían agua a mayor temperatura (27,2 °C). El incremento registrado en producción de leche (5%) no es suficiente para pagar los costos de enfriar el agua. Por su parte Wilks et.al., (1990) citado por Bray et.al., (1992) suministrando agua a similares temperaturas que el trabajo anterior, obtuvieron menores valores de temperatura rectal y ritmo respiratorio por los animales que consumían agua a menor temperatura. En este estudio las vacas preferían el agua a mayor temperatura e incluso algunos animales tomaban sólo de esta.

La tasa respiratoria y la temperatura rectal decrecen a medida que decrece la temperatura del agua de bebida. La temperatura rectal llega al mínimo 20 minutos después de haber tomado el agua. La tasa respiratoria, la temperatura de la piel y la temperatura rectal retornan a los niveles previos de tomar el agua, 120 a 180 minutos después de haber ingerido dicho elemento. La eficiencia del enfriamiento del agua de bebida es alrededor del 40% y decrece a medida que aumenta la temperatura ambiente. Por lo tanto se sugiere suministrar el agua fría durante las horas de la noche, cuando la temperatura del medio ambiente es menor (Purwanto et.al.,1996).

2.2.3.3.4. Proteico.

Debido al consumo reducido de materia seca y de los aumentos en los requerimientos, se produciría balances negativos de nitrógeno en vacas en estrés térmico (Higginbotham et.al., 1989; Kamal and Jonhnson, 1970 citado por Gallardo et.al., 1994).

Durante el estrés por calor se reduce la ingestión de energía y se incrementa las necesidades de energía para mantenimiento, lo que obliga a usar proteína como fuente de energía para la vaca en mayor cantidad que la utilizada para tal fin en climas moderados (Huber et.al., 1994).

Los requerimientos recomendados por el NRC 13 - 16 % de proteína bruta para producciones de 8-35 Kg./d de leche, deben ser incrementados en condiciones de estrés térmico principalmente para vacas de alta producción (Gallardo et.al., 1994).

En muchas regiones de EE.UU. donde en el verano tienen altas temperaturas, la proteína en la ración se sube a un nivel tan alto como 19-20%, lo que a menudo resulta un exceso en las recomendaciones del NRC de un 25-30% (Huber et.al., 1994).

En aquellas vacas sometidas a ambientes calurosos, la producción baja (3,1 Kg/v/d de leche) cuando baja la proteína cruda en la dieta al 16% o cuando siendo alta la proteína bruta (18%) sube la degradabilidad ruminal al 65% (35% proteína no degradable en el rumen). Usando estas últimas concentraciones de proteína bruta y proteína degradable, además de bajar el rendimiento ocurre que el consumo de agua es mayor, aumenta el amoníaco en el rumen y la urea en sangre. Estos efectos negativos no se producen con las mismas concentraciones (18% P.B. y 65 P.degradable) cuando se encuentran en ambientes con temperaturas moderadas (Huber et.al., 1994).

Ledesma et.al., (1995) citan que en situaciones de estrés por calor se produce un aumento del catabolismo (degradación) de proteínas perjudicando la producción de leche.

En cuanto a la calidad de la proteína, el contenido en lisina de las raciones durante el estrés calórico afecta el rendimiento en leche. Vacas que consumían raciones con 1% de lisina, ó 241grs./día, produjeron 3 kg. más de leche que las raciones con 0,6%, ó 137 grs./día (Huber et.al.,1994).

Huber et.al., (1994) señalan que para mantener las máximas producciones de leche durante periodos de alto estrés, la dieta de las vacas debe contener más de 18% de

proteína cruda y la degradabilidad ruminal de dicha proteína no debe exceder el 61% del total de la proteína dietaria.

2.2.3.3.5. Minerales.

En la actualidad en el Uruguay hay poco conocimiento del contenido de minerales en la dieta. Hay alta probabilidad de carencia de estos minerales en las vacas en el verano, lo que reduce la productividad (Flamenbaum, 1994a).

Los requerimientos en sodio y potasio en vacas lactantes aumenta considerablemente durante veranos cálidos, siendo respectivamente la orina y el sudor las principales vías de eliminación (Huber, 1987; Coppock and West, 1987 citado por Gallardo et.al., 1994; Valtorta y Gallardo, 1996). Esto, sumado a una disminución del consumo, se recomienda suplementar las vacas con un 50 a 75% más que lo recomendado por el N.R.C. (Flamenbaum, 1994a).

El suministro en tiempo caluroso de bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$) y cloruro de sodio (NaCl) "sal común", incrementan el rendimiento en leche corregida al 4% de grasa en un 4,6 y 6,4% respectivamente, comparadas con producciones de dietas básales. El $NaHCO_3$ eleva el porcentaje de grasa, mientras que el NaCl no aumenta dicho porcentaje. En ambos casos, el contenido de sodio (Na) subía desde 0,18% en las raciones sin sales, a 0,55% en las raciones con adición de sales. Un cálculo empírico, sugiere que alrededor del 60% del incremento en leche corregida (4% grasa), debe ser atribuida únicamente al Na adicional (Sanchez et.al., 1994). Los estudios de Emery, (1976) realizados en la Universidad de Kansas citados por Sanchez et.al., (1994) indican que el efecto en la producción se debe a la elevación del sodio cualesquiera sea la fuente de Na. El efecto principal no es una tamponización directa del $NaHCO_3$ o la sal común, sino el incremento del flujo salivar que produce a su vez la acción tampón, mejorando las funciones digestivas y por lo tanto el consumo de alimentos.

2.2.3.4. Producción y composición de leche.

En vacas en lactancia temprana, el estrés calórico reduce la producción de leche y el pico de lactancia, influenciando la producción de la lactancia entera. Estas mismas condiciones climáticas en lactancia media reducen principalmente la persistencia de la lactancia, al mismo tiempo el estrés calórico en lactancia tardía y durante el período seco limita la formación de reservas corporales esenciales para mantener la siguiente lactancia (producción de leche) (Flamenbaum, 1996).

Los animales sometidos a estrés, se ven forzados a promover una alteración en el sistema circulatorio, variando la dirección del flujo sanguíneo hacia la superficie del cuerpo, como forma de promover una mayor perdida de calor corporal. En estas condiciones, órganos como la glándula mamaria, reciben un menor flujo sanguíneo y consecuentemente, una menor cantidad de nutrientes y metabolitos necesarios para la producción de leche (Madruga de Carvalho et.al., 1996).

Cuanto mayor es el nivel de producción, más sensible es el animal al estrés térmico y por lo tanto, más marcada será la disminución del rendimiento al sobrepasar él limite superior de la zona termoneutralidad (Flamenbaum, 1986).

Debido al menor nivel de producción de las vaquillonas, estas se ven menos afectadas frente al estrés por calor (Valtorta y Gallardo, 1995).

El mayor efecto del alivio del estrés calórico se demuestra en los primeros 4-5 meses de lactancia, donde se encontraron aumentos de 2 a 4 kg. de leche/día. La aplicación de algún sistema de alivio del estrés calórico (relación costo/beneficio) se justifica no solo por el aumento en producción de leche, sino también por los efectos en la reproducción (Berman y Wolfenson, 1992).

Las vacas de alta producción generan más calor que cualquier otro rumiante y rara vez pueden mantener su nivel de producción de leche por encima de 25°C (Gorosito, 1994).

Cuando la temperatura sube por encima de los 20 grados, comienza a disminuir la producción y algunos componentes de la leche como grasa, sólidos no grasos y sólidos totales (Beede, and Collier, 1986; Comerón et.al., 1985; Davison et.al., 1988 citado por Gallardo et.al., 1994). Según Valtorta y Gallardo (1995), el efecto más importante se da sobre el contenido de proteína, presentando una marcada disminución durante la estación estival.

Regan y Richardson, (1938) citado por Ryan et.al., (1991) notaron que cuando la temperatura ambiente supera los 26,6°C decrece la producción de leche, contenido de caseína y el nivel de sólidos no grasos en la producción diaria de las vacas.

Johonson , (1980) citado por Du Preez et.al., (1990a), observó que el promedio de la producción de leche declina aproximadamente un 15% durante períodos con ITH superiores a 72.

En un estudio con más de 20.000 observaciones en un clima caluroso y húmedo, el estrés calórico se asoció con una reducción, tanto en producción de leche como en su

contenido de grasa y proteína. A 8 grados, el porcentaje de grasa era 3,85% y el nivel de proteína 3,31% mientras que a 36 grados fueron de 3,42% y 2,98% respectivamente. En todos los casos los efectos fueron más pronunciado por encima de 28°C (Jacobsen, 1995).

Una adecuada relación entre forraje y concentrado en la dieta puede también influir positivamente en la composición química de la leche, (Gallardo y Valtorta, 1995).

La reducción de los rendimientos de leche durante un estrés por calor, involucra los componentes más importantes de la leche, pero parece ser la grasa el integrante que diminuye más (Mody et. al., 1967 citado por Webster, 1976).

Du Preez et.al., (1990b) citan a Giesecke et.al., (1988); Hahn, (1985) y Johnson, (1985) los cuáles señalan descensos en la producción de leche 10-20% y cambios en la composición: grasa se reduce entre un 20-40%, sólidos no grasos 10-20%, proteína total de la leche 10-20% considerables incrementos en células somáticas. Por lo cual se incrementa la muerte de tejido mamario. Estos mismos autores citan a Hahn y Osburn, (1969) quienes señalan que aumentos en valores de ITH, aumentan las pérdidas en producción y viceversa.

Madruga de Carvalho et.al., (1996) observan que no existe uniformidad en los resultados obtenidos, para la variación en la composición de la leche por efecto de las condiciones ambientales. Concordando con Lerche, (1969); McDowell, (1975); Reaves y Peagram, (1985); Müller, (1989), citados por Madruga de Carvalho et.al., (1996), en que hay una gran variación individual dentro de una misma raza en la formación de los diversos constituyentes de la leche. Para algunas fracciones como la grasa, por ejemplo, las variaciones entre individuos de una misma raza llegan a ser mayores que las variaciones presentadas por razas diferentes.

En un estudio realizado por Muller et.al. (1994a) citado en el items. 2.3.1.2., determinaron con respecto a la producción de leche un 5,5% de aumento en el tratamiento con acceso a sombra. Mientras que en composición de leche no se encontraron diferencias significativas ($P>0,05$) entre tratamientos, observándose sin embargo una tendencia a aumentar el porcentaje de proteína ($P<0,14$) y un mayor recuento de células somáticas (242 vs. 120 cel./ml.) para el tratamiento sin acceso a sombra. El recuento de células somáticas de vacas individuales dentro de cada tratamiento presenta gran diferencia, siendo el coeficiente de variación de 145 y 198% para los tratamientos con y sin acceso a sombra respectivamente.

La lactosa es el azúcar predominante de la leche y tiene como principal precursor a la glucosa en sangre. Su síntesis es esencial para la producción de leche, porque a

pesar de que la leche contiene iones minerales, la lactosa es su principal soluto; por esta razón es considerado el componente osmótico por excelencia (Morrison, 1951; Swan, 1983; Rearte, 1990 citados por Alvarez et.al., 1995).

En cuanto al contenido de sólidos no grasos (proteínas, lactosa y minerales), en general aumentos en la producción de leche determinan una reducción de los SNG, mientras que su porcentaje disminuye cuando se restringe el consumo de alimentos (Broster et.al., 1981 citado por Newton, 1994).

2.2.3.5. Respuesta fisiológica.

Las vacas que más sufren el calor y a las que más le cuesta mantener su temperatura corporal serán las altas productoras debido a la mayor producción de calor metabólico (Gorosito, 1994).

Los bovinos de leche, al igual que el resto de los mamíferos, son animales homeotermos con una temperatura corporal en un rango que oscila entre 38,4 y 39,0°C. En condiciones de pastoreo, los animales se encuentran directamente influenciados por las condiciones climáticas (radiación solar directa, temperatura, humedad, precipitaciones, velocidad del viento), lo que determina un continuo intercambio de calor con el medio ambiente para mantener la homeotermia. El flujo de calor desde el animal hacia el medio ambiente se realiza por cinco mecanismo fisiológicos: conducción, convección y radiación, (los cuales dependen de la temperatura ambiente), transpiración y jadeo (dependen de la humedad ambiente) (de la Sota, et.al., 1994).

El animal trata por diversos medios de mantener su temperatura corporal normal, para ello pone en juego diversos mecanismos de termoregulación. Entre ellos, destaca el autor: el cambio en la distribución de la sangre entre interna y periférica, la transpiración, el aumento del ritmo respiratorio, cambios endocrinos, el aumento en el consumo de agua y la baja tanto en el consumo de alimentos como en la actividad general (Lesser, 1995; Gayo, 1998). Los animales pierden su capacidad termoreguladora hacía el final de un día muy caluroso, pero se recuperan a la caída del sol (Webster, 1976).

Uno de los mecanismos fisiológicos con el cual el animal combate el calor en verano es la vasodilatación periférica, a través de la cual el animal distribuye más sangre a la parte periférica del cuerpo para perder calor mediante mecanismos físicos como radiación, conducción, convección (Flamenbaum, 1994; de la Sota, 1995) y vaporización (Flamenbaum, 1986). Los tres primeros son efectivos hasta que la temperatura del cuerpo se equilibra con la del medio ambiente 30-35°C. Por encima de

dicha temperatura la evaporización es el único medio efectivo para disipar el calor (Flamenbaum, 1986; de la Sota, 1995).

Las pérdidas de calor de la superficie corporal por convección, radiación y conducción se denominan pérdida sensible de calor, estando determinadas principalmente por factores climáticos, temperatura y velocidad del aire, lluvias e intercambio de radiación (solar e infrarroja) (Webster, 1976; Gayo,1998). El animal puede hasta cierto punto limitar dicha pérdida, por piloerección, cambios de postura y mediante la restricción del flujo sanguíneo a través de tejido superficiales (Webster, 1976).

El viento causará un efecto refrescante en verano o de enfriamiento en invierno, ya que sustituye la capa de aire que rodea al cuerpo del animal por otra de menor temperatura (1°C por cada 5 Km./hs. de velocidad del viento) (Gayo, 1998).

En animales con sombra o media sombra, la pérdida de calor por convección es nula cuando la temperatura del globo negro alcanza los 38 grados (Berman y Meltzer, 1973 citado por de la Sota, 1995).

El calor también se pierde por evaporación de la humedad de la superficie de la piel y del tracto respiratorio. Existe una pérdida inevitable de vapor que corresponde a cerca del 15% de la producción de calor termoneutral (Blaxter y Wainman, 1961 citado por Webster, 1976) pero dicho valor en los bovinos puede verse aumentado debido a la transpiración y al jadeo (Hales, 1974 citado por Webster, 1976).

Gran parte de la respuesta fisiológica al "estrés" térmico son estrategias para mantener la temperatura normal del cuerpo. En animales en condiciones de estrés por altas temperaturas, las manifestaciones más evidentes son: el incremento de la temperatura corporal y el aumento en las tasas de respiración (Harris et.al., 1960; Wolfenson et.al., 1988a-b; Gallardo et.al., 1994).

La manera más fácil de medir la temperatura corporal del ganado es tomar la temperatura rectal. La temperatura rectal normal es de 38,6±0,2, la temperatura de la piel 33,5±0,2 y el ritmo respiratorio 40±5 por minuto (Flamenbaum, 1986). Gaalaas, (1945) cita para ganado Jersey, que la temperatura normal del cuerpo es de 38,3°C y la tasa respiratoria es de 22±6 resp./min. cuando la temperatura del aire oscila en un rango de 10° a 15°C.

Flamenbaum, (1986) considera 26-28°C como temperatura critica superior. Por encima de dichas temperatura el ganado lechero de alta producción no puede mantener su temperatura normal y entra en estado de " estrés". En esta situación la temperatura

rectal aumenta 1-1,5°C sobre la normal, el ritmo respiratorio llega a 100 respiraciones por minuto y disminuyen los índices de producción y fertilidad (Gorosito, 1994).

El estrés calórico se manifiesta en los siguientes parámetros: mayor ritmo respiratorio, de 80 movimientos por minuto pasa a 110-130; mayor temperatura rectal; menor producción por menor consumo y por mayor actividad para disipar el calor (Lesser, 1995).

La respiración es el método principal y natural de enfriamiento para el ganado lechero durante los períodos cálidos del verano (Bros, 1997). Para una respiración ligeramente agitada se debe incrementar la energía de mantenimiento en un 7%, mientras que para un pronunciado jadeo el incremento debería ser de un 11-25% (Ledesma et.al., 1995; Gayo, 1998).

Según Gallardo, (1995) la manera más efectiva que tienen los animales para disipar el calor acumulado es el "jadeo", con tal motivo una vaca de 600 Kg. que produce 27Kg. de leche/día, requiere a 35 grados un 20 % mas de energía que a 20 grados.

Por su parte Gaalaas, (1945) trabajando con vacas Jersey, encontró que la temperatura corporal aumento de 38,3°C a 39,4°C cuando la temperatura del aire pasaba de 10°C a 35°C, mientras que la tasa respiratoria por minuto se incremento de 20 a 90 resp./min.

La disminución en el consumo de materia seca, el aumento en la ingestión de agua y el incremento en los requerimientos de mantenimiento, constituyen algunos de los mecanismos que el organismo pone en juego para mantener el balance térmico y la homeostasis. Estos mecanismos permiten no solo disminuir el calor producido durante la digestión sino también disipar los excesos de calor y propender a un balance hídrico normal (Beede and Collier, 1986 citado por Gallardo et.al., 1994; Comerón et.al., 1985).

Estudios llevados a cabo en la Universidad de Gainesville, Florida (USA), han mostrado que en vacas lecheras con nivel de producción similar a los obtenidos en el Uruguay, la falta de sombra en verano incrementa la temperatura corporal a más de 40°C (hipertermia), baja el consumo de forraje en mas de 2 Kg. de materia seca por día y la producción de leche en mas de 1,5 litros por día (Flamenbaum, 1994a).

Azanza y Machado, (1997) encontraron que la sombra provoca cambios en la respuesta fisiológica. Para el promedio de las mediciones de las 14:30 hs., existieron diferencias significativas ($P<0,01$) para ritmo respiratorio (115 vs. 83 resp./min.) siendo

menor a la sombra, así como también menores temperaturas rectales (39,7° vs. 39,3°C) (P<0,05) para los animales con acceso asombra.

Pero si bien ellos resultan efectivos para sostener la condición de equilibrio, constituyen las principales causas de la baja producción de leche en ambientes cálidos (Beede and Collier, 1986 citado por Gallardo et.al., 1994).

La mayoría de las respuestas hormonales (aumento de hormona antidiuretica) al estrés por calor tiene una relación muy estrecha con la alteración del balance hídrico y de electolítricos que sufren los animales en condiciones de altas temperaturas (El-Nouty et.al., 1980 citados por Gallardo et.al., 1994). Esta hormona es la responsable de conservar agua e incrementar su consumo en la medida que aumenta las perdidas por piel y tracto respiratorio siendo estas las principales rutas de intercambio de calor (Blaxter, 1967 citado por Gallardo et.al., 1994).

2.2.3.6. Performance reproductiva.

2.2.3.6.1. Período preovulatorio.

El ciclo estral es uno de los períodos más afectados durante la vida reproductiva de una vaca. Investigaciones sugieren que los cambios hormonales podrían ser los responsables de alteraciones en el comportamiento estral de la hembra sometida a estrés por calor (Valtorta y Gallardo, 1996).

Las vacas lecheras en lactancia muestran un comportamiento de estro menos intenso que las vacas secas y vaquillonas. Los cambios hormonales y metabólicos de las vacas lecheras en lactación reducen las concentraciones de estradiol en el proestro (de la Sota et.al.,1993 citado por Thatcher y Staples, 1995) y estas son reducidas por el estrés calórico (Gwazdauskas et.al., 1981 citado por Thatcher y Staples, 1995). Estos cambios hormonales reducen la probabilidad de detectar vacas en celo (Thachter y Staples, 1995).

Esta demostrado que con altas temperaturas hay mayor cantidad de "celos silenciosos" y disminuye la longitud normal del celo de 18 a 10 horas o menos (Lesser, 1995; Jacobsen, 1995; Gayo, 1998). Comprobándose disminuciones en el porcentaje de preñez y un aumento de la tasa de mortalidad embrionaria (Ledesma et.al., 1995), se afecta la calidad del semen (aumento de espermatozoide anormales) y la longitud de los ciclos (aumentan los ciclos cortos) (Flamenbaum, 1986; Gayo, 1998).

Ledesma et.al., (1995) citan ensayos donde con temperaturas ambientales por encima de los 33 grados, la temperatura corporal aumenta 2 grados y por otro lado con aumentos de 1,5 grados sobre la temperatura corporal normal, las vacas no quedan preñadas. Con este aumento de temperatura corporal la distribución de la circulación sanguínea a los órganos internos como por ejemplo el útero, baja debido a que la sangre fluye a la periferia.

Estos bajos volúmenes de sangre llegado al útero afectarían su refrigeración permitiendo el aumento de temperatura, lo que causaría daños al embrión en los momentos más críticos (Ledesma et.al., 1995).

Dos son las causas principales de la baja eficiencia reproductiva durante la estación cálida: reducción de la intensidad del celo y fallas en la detección del celo (Valtorta y Gallardo, 1996). La reducida intensidad, que lleva al aumento de celos no observados, sumado al hecho de una concentración de celos durante la noche, son los problemas más serios (Valtorta y Gallardo, 1996; Flamenbaum, 1986).

En trabajos realizados en el Estado de Florida (U.S.A.) donde las vacas estaban sometidas a un alto estado de estrés, se estimo el porcentaje de celos no detectados a lo largo del año. Los valores fluctúan entre un mínimo de 44% en diciembre (invierno) y un máximo de 82% en julio (verano) (Valtorta y Gallardo, 1996). No es inusual que la cantidad de celos perdidos llegue a un 80% en los meses de verano (Thatcher y Staples, 1995).

Observaciones recientes indican que tal vez el estrés calórico comprometa el desarrollo folicular ya que la dinámica folicular se altera durante estos períodos (Badinga et.al., 1993; Wolfenson et.al., 1995 citado por Thatcher y Staples, 1995)

2.2.3.6.2. Tasa de concepción.

Existen problemas post-servicio en animales cuyos celos fueron detectados, reducción de la tasa concepción. Se observó que la tasa de concepción promedio para la estación estival es aproximadamente 10% menor que la de otoño e invierno y 15% menor que la de primavera, en tambos de alta producción de la cuenca central de Santa Fé (Argentina). La disminución invernal posiblemente se deba a problemas nutricionales, mientras que la de otoño podría deberse a efectos residuales del estrés calórico estival. En animales que se alimentan en establos (Israel), con una ración rica en concentrados, invariable a lo largo del año se encontró que la taza de concepción estival se reduce en un 25% con respecto a las invernales, destacando que se elimina el factor nutricional (Valtorta y Gallardo, 1996).

En cuanto a las variables meteorológicas que presentan mayor efecto sobre la tasa de concepción se ha determinado por diversos grupos de investigadores, que son: la temperatura máxima siguiente al servicio y la radiación solar del día del servicio (Valtorta y Gallardo, 1996).

Numerosas investigaciones indican que el aumento de 1°C en temperatura rectal o 1,5-1,8°C en temperatura uterina, provocan disminuciones significativas en la tasa de concepción (Flamenbaum, 1986; Valtorta y Gallardo, 1996). En este sentido, Ulberg y Burfening, (1967) citado por Du Preez, (1990a) muestran que aumentos de 1°C en temperatura rectal en vacas dentro de las 12 hs. posteriores a la inseminación reducen la tasa de preñez de 61 a 45%. Este mismo autor cita a Gwazdauska et.al., (1973) los cuales señalan que incrementos de 0,5°C en temperatura uterina en el día de la inseminación o el día después, la tasa concepción se reduce 13 y 7% respectivamente.

Ingraham et.al., (1974), estudiando el efecto del índice de temperatura y humedad (ITH) sobre la tasa de concepción en vacas lecheras. Encontraron que cuando el ITH se ubicaba por debajo de 66 durante los días previos al servicio la tasa de concepción alcanzó valores de 67%, mientras que con ITH por encima de 76 la tasa fue de solamente de 21%. Mencionan que el ITH promedio de los dos días previos al servicio son los de mayor relevancia sobre la tasa de concepción. En otro trabajo Ingraham et.al., (1974) citado por Du Preez, (1990a) observaron que la tasa de concepción declina desde 66 a 35%, cuando el ITH se incrementa de 68 a 78.

El grado en que el ambiente afecta la concepción depende de la edad del animal, vaquillonas vírgenes presentan más alta tasa de concepción que vacas lactantes (Valtorta y Gallardo, 1996; Flamenbaum, 1986).

2.2.3.6.3. Pérdidas Embrionarias.

Períodos severos de estrés calóricos, en los cuales la temperatura corporal llega a 40-41°C en vacas lecheras en lactación el día del celo (D.0) y los días 1-2, ocasionan una alta tasa de desarrollo embrionario anormal y muerte hacia el día 7 (Putney et.al., 1989; Ealy et.al., 1993 citado por Thatcher y Staples, 1995; Valtorta y Gallardo, 1996). Por su parte Du Preez et.al., 1990b citan a Gwazdauskas et.al., 1973 y Johnson, 1985, los cuales sugieren que el período crítico de supervivencia del embrión frente a condiciones de estrés calórico es de 4 a 6 días después de la concepción.

Estas pérdidas parecen estar asociada no sólo con la muerte del embrión, sino con la reducción del crecimiento embrionario que conduce a una insuficiente producción de

una proteína antiluteolítica denominada " interferón tau". Esta proteína esta relacionada con la secreción de prostaglandina y con el mantenimiento del cuerpo lúteo durante la preñez. En un animal sometido a estrés este sistema falla, produciendo la muerte del embrión debido a una insuficiente producción de progesterona para sustentar el desarrollo del embrión (Thachter y Staples, 1995; Valtorta y Gallardo, 1996).

2.2.3.6.4. Parto.

Debido al esfuerzo del parto se aumenta sustancialmente la actividad metabólica, las vacas que paren en climas calurosos y húmedos, sin sombra, tienen predisposición a la hipertermia y golpe de calor. Se ha especulado que estas vacas tiene mayor índice de distocia y que nacen más terneros muertos o con menor peso (Jacobsen, 1995).

2.2.3.6.5. Período seco.

La practica de mantener las vacas gestantes en el pastoreo durante el verano sin darles sombra, puede afectar la producción en la lactancia siguiente, sobretodo si esta última se desarrolla durante el otoño-invierno (Flamenbaum, 1994a).

Los efectos adversos del estrés por calor sobre la performance reproductiva no se limitan a los estadios iniciales de la gestación. El crecimiento fetal de los últimos 90 días de la preñez está ligado al desarrollo de la glándula mamaria y a una correlación positiva entre el peso al nacer de los terneros y el subsecuente rendimiento lechero (Valtorta y Gallardo, 1996). Flamenbaum, (1994a) explica que el menor peso de los terneros y el menor desarrollo mamario son debidos a una disminución del flujo sanguíneo a los órganos internos, útero y glándula mamaria.

El desarrollo del tejido secretor de leche, es influenciado por hormonas estrogénicas secretadas por la placenta y el feto durante las últimas semanas de gestación. Placentas y fetos menos desarrollados, debido al menor flujo sanguíneo (nutrientes), ocasionan un retraso en el desarrollo de la ubre y en consecuencia menor producción de leche en la lactancia siguiente (Flamenbaum, 1994a).

El enfriado de vacas secas durante las últimas etapas de la preñez, es un medio eficaz para mejorar la productividad animal; es un período fisiológicamente sensible que es frecuentemente olvidado por los productores (Thatcher, 1995).

Collier et.al.,1982 citados por Berman y Wolfenson, (1992) en un estudio llevado a cabo en Florida (USA) proporcionaron sombra a vacas durante los últimos 120 días de

preñez. Del mismo, se obtuvo un aumento significativo de peso al parto y un pequeño aumento en la producción de leche de la lactancia siguiente (en vacas con acceso a sombra).

Investigaciones de los últimos años mostraron que protegiendo a los animales del estrés calórico al final de la gestación a través de sombra, (Florida, USA) o sombra mas baños combinados con ventilación (Israel), permitieron un incremento de 2 a 3 litros diarios por vaca en la lactancia siguiente, esto en comparación a vacas gestantes que quedaron al sol (Flamenbaum, 1994a).

Esta demostrado que dando solamente sombra en el período seco de la vaca se obtiene entre un 12-15% más de leche en la lactancia siguiente. Las vacas con sombra y rociadas con agua paren terneros más pesados y más fuertes que vacas que sufren calor. Estas últimas, tienen partos más lentos y mayor incidencia de retención de placentas y metritis (Bidart, 1997).

Wolfenson et.al., (1988a) utilizando enfriamiento mediante mojado y ventilado durante el período seco de 84 vacas Holando multiparas en Israel. Encontraron incrementos de 3,6 Kg./v/d. en la producción de leche en la siguiente lactancia (150 días) en vacas enfriadas, afectándose principalmente el primer mes de lactancia. El enfriamiento pre-parto podría prevenir la adaptación al estrés y la subsecuente performance productiva (pos-parto).

2.2.3.6.6. Manejo reproductivo.

Existen dos alternativas de manejo reproductivo que han demostrado aumentar el porcentaje de preñez cuando son aplicada durante los meses de estrés calórico. La primera alternativa es la utilización de un esquema de estimulación hormonal e inseminación a tiempo fijo (ITF) sin determinación de celo (Burke et.al., 1995 citado por de la Sota, 1995; Bidart, 1997). La segunda alternativa consiste en la utilización de la transferencia de embriones congelados, obtenidos en los meses menos calurosos, para evitar el efecto deletéreo del estrés calórico sobre el embrión durante los primeros 7 días de preñez (Putney et.al., 1989; Drost et.al., 1994 citados por Thatcher y Staples, 1995; Valtorta y Gallardo, 1996; Bidart, 1997).

Algunos tambos de EE.UU y Argentina, usan un instrumento denominado podómetro que miden el aumento de la actividad de las vacas en celo, ayudando de esa manera la detección del celo (Bidart, 1997).

2.2.3.7. Respuesta hormonal.

Los cambios hormonales producidos por un estrés térmico difieren si este es agudo o prolongado. La respuesta hormonal a cualquier estrés agudo se denomina reacción de alarma e involucra un rápido aumento de la secreción de hormonas de la corteza adrenal (esteroides, glucocorticoides: hidrocortisona y corticosterona) y de la médula adrenal (catecolaminas: adrenalina y noradrenalina). Como consecuencia, no solo se tiene una pérdida de la energía almacenada en forma de calor (Yousef y Johnson, 1967 citado por Webster, 1976) sino también de proteína almacenada en forma de urea y creatinina (Ashmore y Morgan, 1967 citado por Webster, 1976).

Si la exposición al calor es prolongada se deprime la secreción de hormonas: tiroxina, esteroides, adrenales y de crecimiento, frenándose el proceso metabólico (Webster, 1976).

El nivel de aquellas hormonas que durante estrés calórico están asociadas a las pérdidas de calor, vigilan la regulación del agua y producen incremento considerado de calorías, disminuyen, declinando la tasa de crecimiento, la performance reproductiva y productiva (producción de leche). Estas respuestas dependen del genotipo del ganado, intensidad estrés y presencia o ausencia de adecuadas pasturas, nutrición, enfermedades y del conocimiento de los factores limitantes del animal fisiológicos y performance (Johonson, 1985 citado por Du Preez et.al.,1990a).

2.2.3.8. Diferentes razas.

Las razas lecheras pequeñas (Jersey) son más tolerantes a altas temperaturas que las grandes (Holstein). Esto se explicaría porque las razas pequeñas tienen, en relación una mayor área de superficie por unidad de peso corporal que contribuiría a disipar calor en forma más rápida (Blaxter, 1967 citado por Gallardo et.al. , 1994).

Valtorta y Gallardo, (1996) indican diferencias entre razas en él limite de la zona de confort para la producción lechera. Para Jersey, él limite se corre de 21 a 27°C, lo que indica que se trata de una raza más resistente a las altas temperaturas.

Dentro de la raza Holando, el pelaje es un factor de cierta importancia. Experiencia llevadas a cabo en La Florida, Estados Unidos, se demostró que las vacas blancas tienen menor temperatura rectal y una menor caída en la producción de leche que las vacas negras. Asimismo, en Arizona se encontró una mayor performance reproductiva en vacas de pelaje blanco (Jacobsen, 1995).

En los animales productores de leche, los mecanismos para disipar el calor son más eficientes que en animales de carne. Poseen mayor cantidad de glándulas sudoríparas y de mayor tamaño, su pelaje es más fino y lustroso, por lo cual la evaporación es más fácil y refleja mayor cantidad de radiación incidente (Bianca, 1965; Thompson, 1972 citado por Webster, 1976; Gorosito, 1994).

Las vacas de origen europeo (Holando) son más resistentes al frío que al calor, siendo la disminución de producción más pronunciada en condiciones de estrés por calor que por frío (Valtorta y Gallardo, 1995).

2.2.3.9. Enfermedades.

En épocas de alta temperatura y humedad se observan recuentos elevados de células somáticas y un mayor número de casos de mastitis clínicas. Debido a que los organismos patógenos proliferan en condiciones ambientales de alta humedad y temperatura, las glándulas mamarias se encuentran más expuestas a estos organismos, especialmente cuando las pasturas se tornan barrosas (Jacobsen, 1995).

Calor, condiciones ambientales húmedas y con alta radiación solar, animales amontonados, manejo estresante, presencia de insectos, sumado a una pobre ventilación se asocian con incrementos de la incidencia de mastitis y reducción de la producción de leche (Nickerson, 1987 citado por Du Preez et.al., 1990a).

En un estudio comparando la tasa de mastitis clínica en animales expuestos al enfriamiento mediante piletas de inmersión y con acceso a sombra permanente, frente a otro grupo de animales sin acceso a piletas pero con sombra permanente. La incidencia de mastitis clínica del grupo de vacas expuestas a las piletas de enfriamiento, fue la mitad a lo observado en las vacas sin enfriamiento (9,8% vs. 19,6%) (Shearer et.al., 1991).

Estudios más avanzados sobre el tema, realizados por Bray et.al., (1989) citados por Shearer et.al., (1991), revelan que no existe incidencia de mastitis clínica asociada al uso de piletas de enfriamiento por inmersión. Shearer et.al., (1991) explican estos resultados por una mejor limpieza de la ubre previo al ordeño y mayor resistencia a la mastitis como resultado de una reducción del estrés calórico.

Resultados obtenidos por la División de Industrias Lecheras (Florida, USA, 1987), analizando el efecto del uso de 3 tratamientos (sin acceso a piletas, piletas naturales y piletas artificiales) en la composición de la leche. Se utilizó dos métodos diferentes de conteo de células somáticas el Standart Plate Counts (SPC) y Direct Microscope

Somatic Cell Count (DMSCC). Las vacas del tratamiento con acceso a piletas artificiales tuvieron menores conteos de células somáticas para ambos métodos. En cambio el tratamiento que registró mayores valores fue el de piletas naturales (Bray et.al., 1992)

2.2.3.10. Estado corporal.

El método de evaluación corporal usado en muchas partes del mundo, incluso Israel, se basa en la palpación de la vaca en las zonas del lomo y la raíz de la cola, y una clasificación del contenido de grasa subcutánea en una escala de 5 grados (1 vaca muy flaca y 5 vaca muy gorda) (Flamenbaum, 1994b).

Estudios relacionados con la productividad de vacas lecheras con diferentes estados corporales al parto, indican que lo ideal es con vacas grado 3,5 ya que estas llegan a producir en el primer tercio de la lactancia 5 a 10 litros mas por día que vacas de estado corporal 1-1.5 al parto (Flamenbaum, 1994b).

Un bajo estado corporal al parir no solo afecta la producción de leche sino también la fertilidad; estas vacas entran en ciclicidad mas tarde, obtienen índices mas altos de servicios por concepción y un intervalo entre partos mas largo (Flamenbaum, 1994b). Es conveniente ajustar la dieta con los requerimientos nutricionales de modo de evitar no solo la subalimentación de los animales de mayor requerimientos si no también las pérdidas de condición corporal, muy frecuentes bajo condiciones de estrés por calor (Gallardo y Valtorta, 1995).

Flamenbaum et.al., (1995), en un ensayo interaccionando la condición corporal al parto y el enfriamiento (mojado-ventilado) durante los primeros 150 días de lactancia. Determinaron que las vacas enfriadas y con alta condición corporal (3,75 escala 0-5) tuvieron un mayor pico de producción de leche. Independientemente de la condición corporal, las vacas enfriadas produjeron 1,9 Kg./v./d.. Mientras que las vacas enfriadas y con baja condición corporal (2,5), adelantaron el pico de producción de leche. El porcentaje de grasa es un 10% superior en vacas de alta condición corporal, comparado con las de baja condición corporal. Mientras que el porcentaje de proteína fue un 5% mayor en los animales enfriados, independientemente de la condición corporal. Los autores concluyen que la combinación de efectos: baja reservas corporales y decrecimiento en el consumo, a causa del estrés calórico, disminuyen la producción de leche , grasa y proteína; esta reducción es evidente en el grupo de vacas no enfriadas y de baja condición corporal. El incremento en las reservas corporales al momento del parto permite compensar el bajo consumo de materia seca y a su vez incrementa la producción de grasa.

Estudiando el efecto de enfriado mediante un sistema combinado de mojado-ventilado, Wolfenson et.al., (1988a) en el período seco con vacas con igual condición corporal al inicio del ensayo (60 días pre-parto). Determinaron que el enfriamiento no afecto la condición corporal pre y pos-parto.

2.3. MODIFICACCIONES DEL AMBIENTE PARA MEJORAR EL CONFORT TERMICO.

Los animales toman calor del medio cuando están rodeados de superficie más calientes que ellos mismos (cemento, chapa de zinc) y pierden calor cuando están rodeados de superficies más frías que ellos mismos (pasto, cielo abierto, agua) (de la Sota, 1995).

2.3.1. Sombras.

La sombra como método para mejorar el confort de las vacas en producción ha sido evaluada en diferentes países. El resultado común ha sido siempre un incremento en la producción de leche 10-15% (Gallardo, 1995); 10-19% (Jacobsen, 1996).

La sombra baja la temperatura rectal, aumenta la producción de leche, el índice de concepción y baja la probabilidad de mastitis (Flamenbaum, 1994a).

El principio en que se basan es disminuir la carga radiactiva por intercepción de la radiación solar. Existen diferentes tipos de sombras: naturales, artificiales sólidas y de redes plásticas de diferentes porcentajes (Valtorta y Gallardo, 1995).

2.3.1.1. Sombra natural.

Uno de los métodos más sencillos, económicos y eficientes para atemperar el ambiente, es la sombra natural (árboles) ya que no sólo interceptan la radiación solar sino que disminuye la temperatura del aire por la evaporación desde las hojas (Bond et.al., 1961 citado por Du Preez et.al., 1990a; Shearer et.al., 1991; Bucklin et.al., 1992; Amstrong, 1994; Gallardo, 1995; Jacobsen, 1995; Lesser, 1995; Valtorta y Gallardo, 1996).

Este tipo de sombra no afecta la temperatura del aire, pero es de fundamental importancia reduciendo la radiación calórica del sol hasta un 40% y permitirá que las vacas cuenten con un suelo fresco (Gorosito, 1994).

Valtorta y Gallardo, (1996) citan como desventajas de los árboles que se utilizan solo como sombra, que su desarrollo es un proceso lento, costoso y que son afectados negativamente por los excesos de heces y orina acumulados en el suelo, llegando incluso a producir su muerte.

Dos potenciales problemas de la sombra natural de árboles son la pérdida de animales por la caída de rayos y por la ingestión de hojas marchitas en ciertos tipos de árboles (Shearer et.al., 1991).

La sombra de los árboles es adecuada pero se debe cuidar que el monte no sea muy cerrado dificultando el movimiento de aire y evitar daños a los árboles por excesos de bostas y orina (Lesser, 1995).

En el verano de 1984, por un período comprendido entre el 17 de enero y el 10 de febrero, en la Estación Experimental Agropecuaria (E.E.A) del INTA Rafaela (Santa Fé, Argentina), evaluaron la incidencia del libre acceso a sombra natural de Paraíso (Melia Azedarach) en la producción de leche de vacas Holando Argentino con una producción promedio de 17 litros. Se formaron dos grupos, uno con acceso a sombra natural y el otro sin acceso a sombra, de 10 vacas cada uno. El promedio de temperatura registrada al sol y a la sombra fueron de 32,8 +/- 4 °C y 29,7 +/-2,9 °C, respectivamente. Obtuvieron para el grupo con acceso a sombra natural, un incremento en la producción de leche del orden del 7% con respecto al grupo sol (Comerón et.al., 1985).

En enero de 1987, Aguerre, P. y Franco, F. en la Estación Experimental " Dr. Mario A. Cassinoni" de la Facultad de Agronomía (Paysandú, Uruguay) llevaron a cabo un ensayo a los efectos de cuantificar el efecto del acceso a sombra de árboles en la performance productiva, comportamiento de pastoreo y evolución del peso vivo. Se utilizaron 24 vacas Holando de 4 a 8 meses de lactación disponiéndose 12 a cada tratamiento con y sin acceso a sombra, al pastorear un verdeo de maíz durante 25 días de ensayo. La producción de leche promedio para los animales con acceso a sombra fue de 9,75 L/v/d, mientras que los animales sin sombra produjeron 9,32 L/v/d, la diferencia de 0,43 litros no fueron suficiente para ser detectado por el análisis estadístico. No se registraron diferencias en la evolución del peso entre tratamientos ni tampoco disminución del peso vivo. La mayor frecuencia de pastoreo de las vacas con acceso a sombra no se tradujo en mayor producción de leche. Estos resultados sugieren que probablemente se requieran animales en mejor estado nutricional, con mayor

performance productiva y en etapas de lactancia más sensibles para detectar respuesta al acceso a sombra (Aguerre y Franco, 1991).

En el establecimiento comercial "Los Charabones" en Estación Itapebí (Salto, Uruguay) Azanza y Machado, en el período 12/12/95 – 12/2/96, realizaron un ensayo con 48 vacas de la raza Holando (4 tratamientos y 12 repeticiones). Con el objetivo de evaluar el efecto de la disponibilidad de sombra natural (Eucaliptos sp.) sobre la producción y composición de la leche, respuesta fisiológica y comportamiento ingestivo en vacas con distintos niveles de producción provocados por una suplementación diferencial. Se determinaron 4 tratamientos los cuales surgen de la combinación de 2 factores, disponibilidad de sombra natural (con y sin acceso a sombra) y nivel de suplementación (3 y 8 kg./v/d). La base forrajera común a todos los tratamientos consistió en pastoreo directo de sorgo forrajero. La temperatura del globo negro promedio para todo el ensayo, medida a las 15 horas fue de 40,1°C al sol y de 32,4°C a la sombra. Se obtuvo diferencia significativa ($P<0,10$) de 8,8% en producción de leche para vacas a la sombra 16,31 L/v/d, frente 14,88 L/v/d de vacas expuestas a la radiación solar directa, con nivel bajo de suplementación. En la composición de la leche las diferencias significativas ($P<0,10$) fueron para ambos niveles de suplementación en rendimiento de grasa y para proteína solamente con nivel bajo de suplementación, mayores para animales a la sombra. En este experimento se confirmó que los animales que permanecieron con acceso a sombra tuvieron siempre menor ritmo respiratorio y temperatura rectal (14:30 Hs.) con respecto a los que no tuvieron acceso a sombra, siendo ésta diferencia significativa tanto para ritmo respiratorio ($P<0,01$) como temperatura rectal ($P<0,05$). En cuanto a la eficiencia reproductiva el brindar mejor confort a través de la sombra repercute en mejores porcentaje de preñez 57% sombra versus 33% sol, pero estas diferencias no son significativas (Azanza y Machado, 1997).

Davidson, (1985) citado por Bidegain et.al., (1992), en enero de ese año, llevó a cabo un experimento en Australia, el cual consistió en suministrar potreros con y sin sombra a vacas Holando en pastoreo, alimentadas ad-líbitum, encontrando diferencias significativas en producción y composición de la leche. La temperatura media máxima durante el experimento, que duro 8 semanas fue de 28,8°C. La producción de leche fue dos litros mayor (19,2 vs. 17,2) para el tratamiento con sombra, así como también los porcentajes de lactosa (5,2 vs. 4,99) y de sólidos no grasos, (8,29 vs. 8,13), mientras que las temperaturas rectales promedios del experimento fueron de 39,4 y 40,0°C para los tratamiento con y sin sombra.

2.3.1.2. Sombra artificial.

Cuando no se dispone de cantidad y calidad de sombra natural, una alternativa valida es la incorporación de sombras artificiales y adecuar convenientemente el manejo del rodeo durante las horas del día de mayor carga calórica (Gallardo, 1995).

Como sombras artificiales se pueden utilizar, materiales compactos (laminas de zinc) para sistemas estabulados y estructuras de redes plásticas adecuadas para zonas con estaciones cálidas bien definidas (Valtorta y Gallardo, 1996).

Pueden ubicarse en el corral de encierre de las vacas en rodeo, en el corral de encierre previo al ordeño o en los comederos donde se suministran grano o silo fuera de la sala de ordeñe (Lesser, 1995).

En relación al **tipo de red**, en el mercado existe una amplia gama de porcentajes de sombra. La red de 80% de sombra es la recomendada, porque si bien existen redes de 90%, estas presentan una malla muy cerrada dificultando la ventilación. Las de 60% dejan pasar mucha radiación y las de menor a 60% no son de utilidad para la producción ganadera (Valtorta y Gallardo, 1996).

La **orientación** de estas redes plásticas va a depender del tipo de sombra que se prefiera. Para obtener una sombra más estable, el eje longitudinal debe ser este-oeste, en cambio, una sombra más variable a lo largo del día se obtiene con el eje longitudinal norte-sur. Este último presenta la ventaja del secado del piso y como desventaja una sobra menos fresca (Amstrong, 1994; Jacobsen, 1995; Valtorta y Gallardo, 1996; Bidart, 1997). La orientación este-oeste logra el máximo de sombra bajo la estructura y es la perfecta orientación para animales en confinamiento. Para animales sin confinamiento en cambio, la mejor orientación es norte-sur (Shearer et.al., 1991; Bucklin et.al., 1992). Amstrong, (1994) señala que con esta ultima orientación se consigue, mayor porcentaje de sombra en el verano, por ello en los climas extremadamente caliente y de poca lluvia puede ser preferible esta orientación, dado que en estas condiciones el secado del suelo por el sol es menos necesario y se mantiene más frío.

El **tipo de piso** donde se sufre más el calor es el asfalto. Luego le sigue el cemento lavado donde la temperatura puede llegar a 70°C, mientras que la tierra alcanza los 50°C. En cuanto al piso de pasto, es el lugar más fresco del campo (Lesser, 1995).

La **disponibilidad** de sombra recomendada por animal, varía para diferentes autores: 3-5, 3-4, 1,5-2 y 4,6 m^2 por vaca (Valtorta y Gallardo, 1996; Lesser, 1995; Flamenbaum, 1994; Bidart, 1997) respectivamente. Mientras que Jacobsen, (1995)

determina que las estructuras para sombra deben tener 1,80 m² por vaca en climas cálidos y secos; y por lo menos de 5,60 m² en climas cálidos y húmedos.

Cuando la temperatura ambiente iguala a la temperatura corporal, la sombra deja de ser eficiente como método de enfriamiento de las vacas, siendo necesario recurrir a otro sistema de enfriamiento (Bidart, 1997).

Roman-Ponce et.al., (1977), estudiaron sobre 116 vacas lactando (63 Holando, 31 Jersey, 16 Guernseys y 6 Brown Swiss) durante 2 veranos consecutivos 1974-75 en Gainesville (Florida, EE.UU.) el efecto de la sombra artificial sobre aspectos productivos y reproductivos. La sombra artificial consistía de chapa metálica pintadas de blanco con una capa aislante de 3,8 cm. Las vacas del grupo sombra permanecían durante las horas de sol bajo esta estructura, con agua y alimento disponible, las vacas del grupo sol no tenían acceso a sombra en ningún momento del día. Los registros de temperatura del globo negro correspondieron a 28,4°C a la sombra y 36,7°C al sol. Las respiraciones/minuto (54<82) y la temperatura rectal (38,9°C<39,4°C) siendo menores los valores para los animales que tenían acceso a estructura de sombra. La producción de leche de vacas con sombra fue de 16,6 Kg./v/d, versus 15 kg./v/d para vacas expuestas a la radiación solar, siendo la diferencia en porcentaje de 10,7%. El único componente de la leche que mostró diferencias significativas (P<0,10) fue el nivel de sólido no grasos, 8,86% y 8,69% para sombra y sol respectivamente. La utilización de sombra determinó mayores porcentaje de concepción (44,4% vs. 25,32%) diferencias significativas (P<0,05) y se redujeron los servicios/concepción de 3,95 animales al sol a 2,25 animales con sombra. Se observó una mayor frecuencia de mastitis clínicas en los animales al sol de 33,2% vs. 15,78% con (P<0,10) (Roman-Ponce et.al., 1977)

En un ensayo realizado en la E.E.A. del INTA Rafaela (Santa Fé, Argentina), utilizando una malla de sombra de 80% en el corral de espera del tambo y encierres estratégicos de 11-17 hs. con agua a voluntad. Observaron un mayor confort en los animales evidenciado por la temperatura del globo negro que a la hora de máxima alcanzó 44 °C a la intemperie y 34 °C a la sombra. A su vez la temperatura del piso de cemento a las 15 horas fue de 27°C bajo la red y 52°C sin esta protección (Valtorta y Gallardo, 1995).

En otra experiencia llevada a cabo en la misma Estación Experimental (INTA Rafaela), con fines de evaluar, en vacas de alta producción, un sistema de manejo que combina él encierre diurno y la protección con sombras artificiales. Los animales del grupo "sombra" fueron alojados entre las 10 y 16 horas en un corral adyacente al tambo, montado con una malla de 80% de sombra, una superficie disponible por vaca de 3 metros cuadrados y agua a voluntad. El grupo "sol" permaneció todo el día en pastoreo, sin opción a sombra. Para evaluar el efecto de la suplementación se le

suministro únicamente a la mitad de las vacas de cada grupo un concentrado a base de maíz y afrechillo de trigo, a razón de 3,5 Kg./vaca/día. La producción de leche en las vacas alojadas bajo sombra fue superior en un 12%, mientras que la suplementación mejoró los rendimientos de grasa y proteína de la leche en ambos grupos. Las vacas del grupo sol que recibieron suplemento tuvieron rendimientos semejantes a las no suplementadas pero con sombra. Una medida del grado de estrés es señalado por la temperatura rectal y el ritmo respiratorio los cuales aumentan en el grupo del sol 1°C y 22 respiraciones por minuto (Gallardo, 1995).

En Santa María, Estado Río Grande de Sur (Brasil) Madruga de Carvalho y colaboradores, en el verano 1989-90 llevaron a cabo un experimento durante 55 días, donde el objetivo era determinar la composición de la leche de vacas Holando expuestas a diferentes intensidades de radiación solar durante las horas mas calientes del día. Se utilizaron 18 vacas en lactación seleccionándose por largo de lactancia y nivel de producción, se distribuyeron en potreros contiguos donde unas disponían de sombra artificial y otras no. Permanecían en dicho lugar todos los días de 10:45 Hs. a 15:30 Hs. A esa misma hora se tomaron registro de temperatura del globo negro, los cuales fueron estadísticamente superiores ($P<0,01$) al sol en relación a la sombra. La media diaria para las 10:45 Hs. fue de 27,6°C y 36,7°C en tanto a las 15:30 Hs. de 31,2°C y 39,6°C respectivamente sombra y sol. La leche producida por las vacas expuestas al sol, presentaron menores tenores de estrato seco total, estrato seco desengrasado, proteína y lactosa que la leche producida por las vacas mantenidas a la sombra. Esta última presentaba menor tenor de grasa butirométrica y tenores más elevados de sólidos no grasos. Concluyen que los animales de más alta producción y de lactancia más temprana son los más afectados por las condiciones desfavorables de falta de sombra (Madruga de Carvalho et.al., 1996).

Un ensayo realizado por Muller y colaboradores, durante dos veranos consecutivos 1984/85 y 1985/86 con animales de la raza Freisian en South Africa. Con el objetivo de medir la efectividad de la utilización de estructuras de sombras sobre el consumo de alimento y de agua, así como también la producción y composición de leche. La estructura de sombra reduce significativamente ($P<0,01$) la incidencia de la radiación medida a través de la temperatura del globo negro. El consumo de alimentos es más elevado en los animales con sombra que en no sombra. En cambio el consumo de agua es más alto en los animales sin sombra (114 vs. 97 L/d.). La producción de leche de las vacas con sombra fue mayor en 5,5% con respecto a las vacas sin acceso a sombra. No encontrando diferencias significativas ($P>0,05$) en composición de leche entre los tratamientos (Muller et.al., 1994a).

2.3.2. Ventilación forzada.

Consiste en el uso de ventiladores y su principio se basa en el aumento de las perdidas de calor por convección. Es importante destacar que, en animales con sombra, la perdida de calor por convección es nula cuando la temperatura del globo negro alcanza 38°C (Berman y Meltzer, 1973 citados por de la Sota, 1995; Valtorta y Gallardo, 1996).

La temperatura del globo negro por debajo de los 25°C (medido a la sombra), no se encontraron efecto de la ventilación forzada sobre la temperatura de la piel, flujo sanguíneo hacía la periferia y la temperatura rectal. A temperatura ambiente altas (36°C), la ventilación forzada reduce la temperatura rectal, la cual se eleva con el incremento de la temperatura globo negro. La perdida de calor por convección ocurre solamente cuando la temperatura de la superficie del animal es más alta que la temperatura del aire (Berman y Wolfenson, 1992).

El incremento en las perdidas de calor por el uso de ventilación forzada, reduce la dependencia con el "jadeo" (principal mecanismo de perdida de calor), permitiendo aumentar el tiempo de consumo y rumia, por lo tanto, aumenta el consumo de alimento (Berman y Wolfenson, 1992).

El uso de este sistema, puede ser negativo en áreas o durante momentos del día muy calurosos porque se estaría haciendo circular aire excesivamente caliente sobre los animales, pudiéndose llegar al caso de inversión de los gradientes de temperatura, lo que provocaría ganancias en vez de pérdidas de calor (Valtorta y Gallardo, 1995). Bray et.al.,(1992) indican que en zonas de alta humedad relativa, el uso de este sistema no es suficiente para aliviar el estrés calórico.

La función de los ventiladores es de doble propósito: secar los corrales y disipar el calor, mejorando con este sistema el confort del animal (Flamenbaum, 1994a).

Berman et.al., (1985) señalan el uso de ventilación forzada para aliviar el estrés calórico, reduciendo la temperatura rectal, en ambientes donde la temperatura ambiente osciló de 23,3° y 34,4°C.

En la mayoría de las instalaciones de las actuales salas de espera, se usan ventiladores de 0,6 y 0,9 metros de diámetro. Estos están instalados para soplar aire fuera de la sala de ordeño, aunque existen unas pocas instalaciones donde soplan hacia el área de ordeño. Si el movimiento del aire es hacia fuera de la sala de ordeño, el uso de estos ventiladores (aún sin aspersores de agua) es beneficioso cuando la temperatura ambiental es moderadamente caliente (Amstrong, 1994).

2.3.3. Humedecimiento animal.

Cuando la temperatura es elevada la evaporación se convierte en la principal vía de perdida de calor. En este principio se basan los sistemas que utilizan aspersores o rociadores que aplican una lluvia con gotas pequeñas sobre el animal. Estas gotas cuando se evaporan toman la energía para dicho proceso del cuerpo del animal, aumentando su confort (Valtorta y Gallardo, 1996).

Este sistema es ventajoso en climas secos. Cuando la humedad es elevada puede ser negativo si no existe una adecuada remoción del aire, ya que este puede saturarse de humedad y frenar así esta importante vía de disipación de energía (Amstrong, 1994; Valtorta y Gallardo, 1996).

Flamenbaum, (1994a) recomienda que en condiciones calurosas extremas (ITH mayor a 80) y con lotes de vacas de alta producción (mas de 15 litros por vaca), el uso de aspersores con volúmenes entre 300 a 700 litros por hora y con gotas gruesas, instalados en el corral de espera a la sala de ordeñe con piso de hormigón.

Means et.al., (1992) mojando los animales con 313, 493 y 704 litros por hora no detectaron diferencias significativas en producción de leche sin corregir, corregida al 3,5% grasa, consumo de materia seca, producción de grasa y proteína, porcentaje de proteína ni en las variables fisiológicas (temperatura rectal y ritmo respiratorio). En cambio el porcentaje de grasa fue afectado significativamente por la tasa de aplicación.

2.3.4. Sistemas Combinados.

2.3.4.1. Aspersor-Ventilador.

La combinación de aspersores y ventiladores es un sistema apropiado para los corrales de encierre en los sistemas estabulados y para el corral de espera de la sala de ordeñe en cualquier sistema de manejo (Valtorta y Gallardo, 1996; Flamenbaum, 1994)

Los aspersores se instalan en áreas con piso de cemento o pavimentadas, para que escurra fácilmente el agua y no forme barro, mientras que el rociado no debe mojar el alimento de los animales. Si el rociado se realiza en la sala de espera, hay que dar tiempo a que se sequen las ubres antes de ordeñar las vacas (Bros, 1997).

El refrescado de los animales en el corral de espera y en la sala de ordeñe es efectivo por un período de hasta 2 horas, debido a que luego la temperatura corporal

vuelve a los niveles previos al refrescado (Flamenbaum et.al., 1986 citado por de la Sota, 1995).

En este sistema, donde las vacas son rociadas con agua, su calor corporal evapora el agua depositada sobre la piel y la corriente de aire producida por los ventiladores se lleva el aire saturado, contribuyendo al proceso de evaporación (Bros, 1997).

Los aspersores deben producir una fina lluvia con un volumen de agua equivalente aproximadamente a 2 milímetros por hora. El tamaño de la gota debe ser suficientemente grande como para penetrar la cubierta del animal. Para evitar que el agua se deslice es conveniente trabajar con ciclos de humedecimiento de 1 a 3 minutos y ventilación forzada de 12 a 14 minutos (Valtorta y Gallardo, 1996). Con el mencionado ciclo de aspersión y ventilación alternada, el animal reduce su temperatura corporal cuando las gotas se evaporan por acción del calor corporal (de la Sota, 1995). La utilización de esta tecnología ayuda a las vacas a mantener la temperatura corporal normal equivalente a niveles de invierno (Flamenbaum, 1994a).

Los rociadores deben mojar las vacas de 1 a 2 minutos cada cuarto de hora. Los ventiladores, que funcionan continuamente, evaporan el agua sobre las vacas durante el resto del ciclo (Jacobsen, 1995), a menos que exista una brisa natural de 8 Km./hs o más (Bros, 1997).

La gota gruesa moja al animal cuando se suministra grandes cantidades de agua equivalente a una lluvia de 18 mm./hs. Si las gotas esparcidas son muy pequeñas, las vacas no se llegan a mojar totalmente produciéndose un cuero seco con una capa húmeda sobre los pelos que actúa como aislante y en consecuencia, eleva la temperatura corporal (Jacobsen,1995; Lesser,1995).

El uso de ventiladores ayuda la distribución de las gotas de agua, empleándose aparatos con paletas de 90 cm. de diámetro y con una velocidad de trabajo de 5 m/s (Bidart, 1997).

Flamenbaum et.al., (1986) realizaron un estudio durante el verano en la región central de Israel, con el objetivo de definir los tiempos de aplicación del mojado-ventilado. El máximo decrecimiento en la temperatura corporal ocurre 30 minutos luego de finalizado el enfriado. El mojado de los animales durante 10 segundos fue menos efectivos que para 20 y 30 segundos. El enfriamiento durante 15, 30 y 45 minutos produce decrecimientos en la temperatura rectal de 0,6, 0,7 y 1,0°C respectivamente. Las vacas enfriadas 5 veces por día durante 30 minutos, mantiene la temperatura corporal entre 38,2-38,9°C, lo que es significativamente menor que para los animales no enfriados.

En Israel, Her et.al., (1987), utilizando 66 vacas Holando (con estros sincronizados) distribuidas por igual en dos tratamientos: enfriadas y no enfriadas. El objetivo de estos autores fue medir el efecto del enfriamiento en la temperatura del cuerpo, producción de leche, comportamiento estral y performance reproductiva. El enfriamiento consistía en un sistema automático de 30 minutos, donde los aspersores actuaban 30 segundos alternando con ventilación forzada (4,5 min.). Este sistema reduce el típico aumento (0,5-0,9°C) de temperatura corporal en vacas con estrés calórico, manteniéndola en los valores normotérmico de temperatura (38,6°C). La producción de leche es superior en vacas enfriadas de 2,6 Kg./v/d.(+8%). El comportamiento estral es mejor en vacas enfriadas, ya que las no enfriadas presentaron más ovulaciones silentes y anestros más largo. En cuanto a la tasa de concepción las vacas enfriadas no mostraron diferencias (31% vs.36%) con respecto a las vacas no enfriadas.

Un estudio realizado en Israel por Wolfenson et.al., (1988b), con el fin de evaluar el efecto combinado del mojado-ventilado (7 veces/día durante 30min.) y la condición corporal al parto (alta 3,8 y baja 2,6), sobre la performance reproductiva posparto. El rodeo estaba constituido por 74 animales Holando, los cuales fueron inseminados a partir de los 60 días posparto. La temperatura corporal de los animales enfriados y no enfriados fue de 38,6 y 39,2°C respectivamente, lográndose diferencias de hasta 1 grado en las horas más calientes del día. El estado corporal afecto el intervalo parto-reinicio de la actividad ovarica, siendo de 26 días para los de alta condición y 32 días para los de baja condición corporal. Para estos animales, la duración del estro fue de 16 horas para el grupo enfriado y 11,5 horas para los no enfriados. Tanto la tasa de concepción como el porcentaje de preñez a los 90 días posparto fue mayor para los animales enfriados (59 vs.17% y 44 vs.14% respectivamente). Los autores concluyen que este método de enfriamiento (mojado-ventilado) posee un alto potencial para mejorar la fertilidad en verano.

Flamenbaum, (1996) cita un estudio realizado a gran escala con el fin de evaluar la eficiencia de los métodos de enfriamiento en tambos de Israel. En el verano de 1993 se compararon 5 tambos de diferentes regiones, los cuales enfriaban las vacas en 6 momentos del día durante 30 minutos, que incluía 0,5 minutos de mojado y 4,5 minutos de ventilación forzada. El enfriamiento produce 1 Kg./v/d. más de leche y aumenta 5 puntos porcentuales la tasa de concepción comparado con vacas no enfriadas.

En Taiwan, Wang et.al., (1993), estudiaron en 14 vacas primíparas alojadas al azar en dos grupos: 1. enfriamiento mediante aspersores-ventiladores, 2. control. El objetivo de esta investigación era determinar el efecto del enfriamiento en la producción de leche y en la fertilidad de las vacas. El enfriamiento consistía en un sistema automático con ciclos de 30 minutos alternando mojado (durante 30 segundos) y ventilación (4,5 min.).

Las vacas eran enfriadas 5 veces por día, entre las 10 y 16:30 hs., comenzando el experimento a los 63 días posparto, con una duración de 30 días. La temperatura rectal se reduce significativamente (P<0,01) 0,2°C en las vacas del grupo enfriado. Al finalizar este estudio el incremento en ganancia de peso (18 vs. 6 Kg.) fue mayor en el tratamiento enfriado pero de forma no significativa (P>0,05). El enfriado aumenta la persistencia luego del pico de producción. Las vacas enfriadas requieren menos servicios por concepción (2,4 vs. 5,8), y luego del tercer servicio tienen mayor porcentaje de preñez con respecto al grupo control (87,5 vs. 33,3% P<0,05). Estos autores indican que el tratamiento de enfriado tiene un potencial mejorador, tanto para la producción de leche como la performance reproductiva en vacas lecheras.

Flamenbaum et.al., (1995), en Israel trabajando con 79 vacas multiparas con alta y baja condición corporal (3,75 y 2,5 respectivamente, escala 0-5) al momento del parto, midieron la interacción de la condición corporal al parto y el enfriamiento durante el verano. Luego del parto la mitad de ambos grupos es refrigerada (aspersor- ventilador) y la otra mitad no refrigerada (control). El consumo de alimento de las vacas refrigeradas aumenta 1,6 Kg., mientras que el consumo de agua bajo 9 litros con respecto a las vacas no refrigeradas. La temperatura corporal de las vacas refrigeradas permanece por debajo de 38,9°C durante las horas del día, sin embargo el pico de temperatura de las vacas no refrigeradas alcanza 39,7°C. La concentración de glucosa e insulina en el plasma no es afectada por la refrigeración ni por la condición corporal en las primeras 4 semanas posparto. La producción de leche es 1,9 Kg./día mayor en las vacas refrigeradas. El contenido de grasa en la leche es mayor en el grupo de vacas de alta condición corporal y enfriadas, en cambio la producción de proteína se ve incrementada por el enfriado pero no es afectada por la condición corporal

Turner et.al., (1989) mojando las vacas en forma intermitente y con ventilación forzada en forma continua, de manera que la temperatura ambiente se sitúe por debajo 26,6°C. Encontraron en los animales refrigerados que la temperatura rectal disminuye en promedio 0,6°C (39,2 vs. 38,6°C), la tasa respiratoria disminuyó 16 resp./min. (21,3%), la producción de leche se incrementa 3,59 Kg./v/d (15,8%) y observándose también un aumento en el consumo de alimentos (9,2%).

2.3.4.2. Niebla-Ventilación forzada.

En este caso se utilizan sistemas que generan una fina niebla que debe evaporarse antes de llegar a la superficie del animal. Este método produce el enfriamiento del aire que luego, al circular sobre los animales, incrementa la pérdida de calor por convección (Amstrong, 1994; Valtorta y Gallardo, 1996; Bidart, 1997).

El tamaño de la gota que se utiliza es muy fina, evaporándose antes de llegar al piso, refrescando el ambiente y a las vacas (Lesser, 1995), no creando problemas de acumulación de agua en el suelo (Armstrong, 1994).

Este sistema de enfriamiento evaporativo utiliza la energía del aire para evaporar el agua bajando la temperatura ambiente e incrementando la humedad relativa. Por este motivo es el mejor método de enfriamiento en áreas de baja humedad (Bray et.al., 1992).

La niebla producida por este tipo de sistema, "construye una capa" sobre el animal no dejando disipar el calor producido, sobrecalentando la superficie del animal. Esto ocasiona problemas respiratorios que se ven disminuidos por el uso de ventiladores (Bray et.al., 1992).

Los sistemas neblina, sin ventiladores, aplicados en la zona de pesebre tienen poco éxito en la mejora del consumo de alimento y en la producción de leche (Armstrong, 1994).

En Arabia Saudita durante los meses de verano (120 días) Ryan et.al., (1991) compararon dos sistemas de enfriamiento, uno evaporativo (niebla-ventilador) y el otro de aspersor y ventilador (alternando cada 10 minutos desde las 5 a las 20 horas) en 150 vacas Holando (100 de primera lactancia y 50 de segunda lactancia). El sistema de enfriamiento evaporativo tuvo un mayor porcentaje de preñez (35,2 vs. 23,2%) y un menor intervalo parto-concepción (117 vs.146 días). Las vacas de primera y segunda lactancia del tratamiento evaporativo producen mas leche ($P<0,05$) que las vacas tratamiento aspersor-ventilador. Las vacas de segunda lactancia no presentaron diferencias en temperatura rectal para ambos tratamientos, mientras que las primíparas presentaron menor temperatura rectal ($P<0,05$) bajo el tratamiento aspersor-ventilador (38,8 vs.39,0°C). Estos autores no encontraron correlación ($P>0,10$) entre la temperatura rectal y el avance del ITH para ambos tratamientos.

En Arizona (USA) Chen y colaboradores (1991), estudiaron en 24 vacas Holando de lactancia media, el efecto de la calidad del suplemento proteico y enfriado en la performance productiva. Las vacas fueron asignadas a cuatro tratamientos en factorial de 2 por 2. Los dos factores eran: 1. calidad de la proteína, alta calidad (harina de pescado, sangre y soja) vs. baja calidad (harina de gluten de maíz). 2. método de enfriamiento, niebla vs. sombra. Las dietas eran de similar degradabilidad proteica en el rumen y diferían en el porcentaje de lisina (0,91 vs. 0,59) y en la relación lisina:metionina (3:1 vs. 1,6:1 respectivamente). Los animales que recibían enfriamiento con alta y baja calidad de dieta, aumentaron la producción de leche en 11 y 9% respectivamente. La grasa de la leche y la proteína tuvieron un incremento

significativo (P<0,05) en alta calidad de proteína y en el enfriado por niebla. Comparando entre sombra y niebla, este último reduce (P<0,05) la temperatura rectal (39,2 vs. 38,6°C) y las respiraciones por minuto (82 vs. 56). No existe interacción entre la calidad de la proteína y el método de enfriado. En conclusión la suplementación proteica aumento la relación lisina:metionina (1,6:1 a 3:1) y el enfriamiento de las niebla mejora la producción de leche.

En Tucson, Arizona (USA) Chan y colaboradores (1997) estudiaron en 24 vacas Holando (promedio 80 d. lactancia) el efecto del nivel de grasa en la dieta y el enfriado, en la performance productiva durante 56 días de verano. Las vacas fueron asignadas al azar a 4 tratamientos en factorial 2 por 2. Los factores eran: 1- nivel de grasa en la dieta, medio (4,6% materia seca M.S.) vs. alto (7,4% M.S.) y 2- método de enfriado, sombra solamente vs. sombra equipado con enfriamiento evaporativo. El nivel alto de grasa en la dieta contenía 3% de ácido graso prilled. La eficiencia de conversión del alimento en leche tiende a ser mejor en vacas que consumían el nivel alto de grasa, que aquellas vacas que consumían el nivel medio. Las vacas con acceso al enfriamiento evaporativo lograron mayores producciones de leche que las vacas con acceso a sombra solamente (31,7 vs. 30 Kg./d. y 31 vs. 29,5 Kg./d.) para los niveles alto y medio de grasa respectivamente. El nivel alto de grasa (ácido graso prilled) no deprime los porcentajes de proteína de la leche, pero reduce los ácidos grasos de cadena corta y media (C_6-C_{14}) en la grasa de la leche e incrementa ácido palmitico. La digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra detergente ácida, fibra detergente neutra y almidón, no se afectan por el nivel de grasa o método de enfriado, pero el ácido graso prilled tiende a decrecer la digestibilidad aparente de ácidos grasos. No se observaron diferencias entre tratamientos en aumentos de temperatura rectal ni ritmo respiratorio. La escala de condición corporal no fue afectada por los tratamientos, sin embargo vacas que recibieron enfriamiento evaporativo tuvieron mayores ganancias de peso. Concluyen que el enfriamiento evaporativo incrementa la producción de leche en tiempos calurosos, pero la adición de 3% de ácido graso prilled no afectó la producción.

2.3.5. Piletas de inmersión.

Sé esta utilizando para el refrescado de la hacienda piletas de inmersión voluntarias de las vacas para que se refresquen durante el verano. En un tambo en el Estado de Florida (USA) se construyó piletones en la tierra, donde el agua se renueva para refrescar la hacienda con muy buenos resultados. Un inconveniente de este sistema es el estancamiento de agua ya que aumenta el riesgo de contagio de mastitis entre vacas por la contaminación del agua (Lesser, 1995).

El uso de estas piletas de enfriamiento, frecuentes en los tambos de Florida (USA), con agua corriente de renovación continua y donde los animales permanecen durante 15-20 minutos diarios. El modelo primario de perdida de calor por el animal con el uso de piletas de enfriamiento es por conducción hacia el agua y por evaporación (en menor cantidad) durante 5 a 10 min. al salir de la pileta (Shearer et.al., 1991; Bray et.al., 1992; Bidart, 1997).

En un estudio realizado en el verano de 1986 con vacas Holando lactando, las cuales fueron divididas en dos grupos: con acceso a la pileta antes de las 12:00 hs.(A) y con acceso a la pileta después de las 12:00 hs.(B); el tiempo de permanencia dentro de la pileta fue de 12,5 min. para ambos grupos. Se registró la temperatura corporal durante los 90 min. pre y pos-inmersión. A la entrada de la pileta el grupo A registró 40,1°C, y el grupo B 40,9°C. Mientras que a la salida de la pileta el grupo A 39,5°C (-0,6°) y el grupo B 39,9°C (-1,0°). En ambos grupos, después de salir de la pileta (durante 5 a 10 min.) sigue bajando la temperatura, pero en menor magnitud (0,05°-0,1°C). Es de destacar que en este estudio no se evaluó la producción de leche debido al bajo número de animales en tratamiento (Beede et.al., 1987 citados por Shearer et.al., 1991).

2.3.6. Aire acondicionado.

Flamenbaum, (1986); Bray et.al., (1992); Flamenbaum, (1996) con respecto a la utilización del aire acondicionado mencionan que este sistema logra aumentos en la producción de leche y en la eficiencia reproductiva. Siendo un método caro de implementar y mantener en la practica.

Tatcher, (1974) realizó un ensayo durante dos años (1970-71) en donde evaluó el efecto del enfriamiento con aire acondicionado (AC) en ganado lechero. Para los cuatro tratamientos en estudio (1: sin AC, 2: AC durante la noche, 3: AC durante el día, 4: AC las 24 horas del día) se encontraron diferencias significativas ($P<0,01$) en producción. Las vacas del tratamiento 4, producen 9,6% más de leche corregida al 4% de grasa que las vacas del tratamiento 1 (testigo). En cuanto a la tasa de concepción fue mayor para los tratamientos 3 y 4 (40,0 y 38,8%) comparado con los tratamientos 1 y 2 (28,1 y 28,4%).

Amstrong, (1994) señala que con el empleo de aire acondicionado como método de refrigeración para el ganado lechero, se obtienen incrementos en la producción de leche y en la fertilidad, pero dichos resultados son menos favorables que el enfriamiento evaporativo y es considerado muy costoso.

2.3.7. Sombra y riego en pastoreo.

En tambos pastoriles de Piedmont Dairy (USA), se emplean equipos de pivote central para regar y mojar los animales mientras están en el campo. Los pivotes tienen además adosadas estructuras de lona de media sombra, de manera que pastorean a la sombra del equipo de riego mientras son rociadas (Bidart, 1997).

2.3.8. Utilización de capas.

Hansen, (1990) citado por Bray et.al., (1992), realizó un ensayo en Florida (USA) colocando capas de color blanco a un grupo de animales y negro a otro grupo. El grupo de vacas con capas blancas, presentó menor temperatura rectal y mayor producción de leche. Mientras que King et.al., (1988) citados por este mismo autor, en un ensayo de similares característica en Arizona (USA), no encontraron diferencias en producción de leche, pero sí incrementos en la performance reproductiva en las vacas con capas blancas.

En climas cálidos y húmedos donde la sombra combinada con métodos de enfriamiento son necesarios, la utilización de capas probablemente no sea lo de mayor importancia (Bray et.al., 1992).

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. LOCALIZACION.

El ensayo se realizó en la Estación Experimental San Antonio de la Facultad de Agronomía (EEFAS), ubicada sobre la ruta 31 en él kilometro 21 del departamento de Salto.

3.2. PERIODO EXPERIMENTAL.

Se inició el 12 de enero de 1997, finalizando el 2 de marzo de 1997, correspondiendo un periodo de 50 días. Este período comprende 7 días de acostumbramiento a los diferentes tratamientos y 43 días de recolección de datos. Días previos al inicio del período experimental se realizaron determinaciones de producción de leche y de peso vivo con el fin de realizar la estratificación inicial.

3.3. TRATAMIENTOS.

Los animales fueron bloqueados al inicio del ensayo el 10 de enero de 1997, tomando en cuenta en orden de importancia producción de leche, días de lactancia y peso corporal.

Una vez conformados los bloques según variables anteriores los animales fueron asignados al azar a cada uno de los tratamientos. La diferencia entre los tratamientos consistió en el confort térmico brindado a los animales en las horas de mayor carga calórica (11hs a 16hs), determinándose 3 tratamientos:

T 1= sin confort (testigo al sol).
T 2= triple confort (sombra, mojado y ventilado).
T 3= simple confort (sombra natural).

El tratamiento testigo (T1) consistía en colocar los animales en un corral sin acceso a sombra, mientras que los animales del tratamiento simple confort (T3) permanecían en un bosque de eucaliptos, adyacente al corral de espera. Al restante grupo (T2) se le aplicaba el triple confort en el corral previo a la sala de ordeñe, el cual contaba: con piso de cemento, una superficie disponible de 4,75 m^2/vaca y una malla plástica 80% de sombra a una altura aproximada de 3,5 metros. El tratamiento (triple confort) consistía en el mojado de los animales mediante 2 aspersores simulando una

lluvia de 24 mm./hora y ventilación forzada de 14 Km./Hs, en forma simultanea durante 30 minutos. Se aplicaba en dos momentos del día (11:30 hs y 16 hs) permaneciendo el tiempo restante bajo sombra natural.

3.4. ANIMALES.

Se utilizaron 24 animales Holando del rodeo lechero de la EEFAS, conformando 3 tratamientos con 8 vacas cada uno. Del total de animales de cada tratamiento, 6 corresponden a parición de primavera y los 2 restantes a parición de otoño.

Las características previas de los animales seleccionados al inicio del ensayo se muestran en (anexo 1), siendo los registros promedios en producción de leche 13,69 L/v/d, días de lactancia 124 y peso vivo 446 Kg.

Cabe mencionar que se debió eliminar los registros de producción de leche de una vaca con parición de otoño del tratamiento sombra natural (caravana n° 1256), por sus bajos niveles de producción teniéndola en cuenta, no obstante, en los resultados de respuesta fisiológica (temperatura rectal y ritmo respiratorio).

3.5. MANEJO.

Los animales experimentales fueron manejados en conjunto con el resto del rodeo. Las vacas eran ordeñadas dos veces al día el primer ordeñe 6:30 hs. y el segundo 16:30 hs., insumiendo un tiempo aproximado 1:30 horas cada uno.

Luego del primer ordeñe eran trasladadas en su conjunto hacía el pastoreo, distante unos 700 metros en un tiempo aproximado de 20 minutos, permaneciendo en dicho lugar hasta la hora 11. A esta hora eran retiradas del pastoreo, implementando él encierre estratégico y la aplicación de los respectivos tratamientos.

Al finalizar él ordeñe de la tarde eran llevadas todas juntas al pastoreo de la noche, recorriendo una distancia similar a la mañana, permaneciendo en dicho lugar hasta el próximo ordeñe.

Cabe resaltar que el acceso al agua no era limitante para ninguno de los tratamientos.

3.6. ALIMENTACION.

No difiere con los diferentes tratamientos y se basó principalmente en el pastoreo directo de pradera de trebol rojo en la mañana (3hs.) y sorgo forrajero durante el pastoreo de la noche; destacandose la no utilización de pastor electrico. Se utilizaron 2 tipo de pradera, la primera (12/1 al 13/2) compuesta de trebol rojo, estaba en su segundo año de producción en estado de floración avanzado y con un grado de enmalezamiento de un 35%. Mientras que del 14/2 al final del ensayo, se pastoreo una pradera de lotus, estaba en su segundo año de producción, en estado de floración. Por su parte el sorgo forrajero utilizado al inicio del ensayo estaba en su primer rebrote, con una altura de planta aproximada de 0,8 m. Cabe señalar que el rebrote no era uniforme en todo el potrero, existiendo zonas donde se encontraba en estado de encañazón y por lo tanto presentaban mayor altura. El grado de enmalezamiento era alto principalmente de Solanum sysimbrifolia (Tu-tía). No se determinó producción de materia seca ni calidad de los forrajes utilizados. Los días en que ocurrieron precipitaciones y con el fin de preservar el forraje, se pastoreó campo natural (ver anexo 4).

Fueron suplementado con 6 Kg./v/d. de Afrechillo de trigo, los cuales eran suministrados, 2 Kg. en cada ordeñe y 2 Kg. durante él encierre estratégico (asignados al lote).

Cuadro 3: Composición química porcentual del Afrechillo de Trigo.

	Porecentaje (%)
Proteína mínima	13,6
Extracto al Eter mínimo	2,0
Húmedad máxima	14,0
Fibra máxima	9,0
Minerales totales máxima	6,0
Calcio (Ca)	0,5-0,0
Fósforo (P)	1,5-0,3

3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL.

El diseño de bloques es completos al azar, 8 bloques de 3 vacas cada uno.

3.8. ANALISIS ESTADÍSTICO.

El análisis estadístico de las variables medidas se realizó a través del procedimiento GLM (General Linear Model Procedure) del sistema SAS (SAS Institute,

1986). Aplicándose dos modelos lineales, para los resultados de las determinaciones en la parte animal.

MODELO 1

$$\mathbf{Yij = \mu + \beta i + Tj + Eij}$$

Donde:

Yij = Observaciones asociada al bloque i y al tratamiento j.
μ= Media poblacional.
βi = Efecto del bloque i.
Tj = Efecto del tratamiento j.
Eij = Error experimental asociado a las observaciones i j.

MODELO 2

$$\mathbf{Y = \mu + \beta i + Tj + \beta i * Tj + Fk + Tj * Fk + Eijk}$$

Donde:

Yijk = Observaciones asociada al bloque i, tratamiento j y fecha k.
μ = Media poblacional.
βi = Efecto del bloque i.
Tj = Efecto del tratamiento j.
Fk = Efecto de la fecha del control lechero k.
βi * Tj = Interacción entre los bloques i con los tratamientos j.
Tj * Fk = Interacción entre los tratamientos j con las fechas k.
Eijk = Error experimental asociado a las observaciones ijk.

3.9. DETERMINACIONES.

3.9.1. En el animal.

3.9.1.1. Producción de leche.

Se midió durante el período experimental 3 días a la semana (lunes, miércoles y viernes) la producción de leche, totalizadonse 20 controles. Se utilizaron medidores de alicuota instalados en cada órgano de la máquina.

El rendimiento de leche se expresa en Litros/vaca/día (L/v/d) tanto para leche sin corregir como para leche corregida por grasa al 4%, a través de la Ecuación de Gaines:

$$L.C.G.= (Kg.\ leche * 0.4)+ (15 * Kg.\ grasa)$$

3.9.1.2. Composición de la leche.

Durante los días de control, se tomaron muestras de 30 ml. en forma individual y diferencial para la mañana y la tarde a todas las vacas del ensayo. Dichas muestras eran conservadas en freezer, enviándose en forma semanal al laboratorio de calidad de leche del INIA La Estanzuela (Colonia), donde se determinó porcentajes de grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos (S.N.G.) y conteo de células somáticas (miles/ml.).

Con el análisis brindado por el INIA, se estimó Kg. de grasa y proteína y las células somáticas ponderada por los litros.

3.9.1.3. Temperatura rectal y tasa respiratoria.

Los días martes y jueves de cada semana, se midió la temperatura rectal y el ritmo respiratorio (por minuto) al conjunto de los animales experimentales. Las mediciones se realizaron en dos momentos del día, la primera en la mañana (8:00 hs.), en el tubo a la salida del ordeñe tomándose ambas medidas en forma simultanea, la segunda en la tarde, tomándose en forma diferencial, el ritmo respiratorio previo al ordeñe en el momento en que se realizaba los tratamientos (16:00 hs.) y la temperatura rectal en el tubo a la salida del ordeñe (18:00 hs.). Se contabilizaron un total de 13 mediciones durante el experimento.

3.9.1.4. Peso corporal.

Inmediatamente después del ordeñe de la mañana (8:00 hs.) los días sábados y domingos, se realizaron las pesadas a todos los animales del ensayo, tomándose el promedio de ambas pesadas. En el periodo en que comprendió el experimento se tomaron 8 valores (medias).

3.9.1.5. Condición corporal.

El método utilizado se basa en la apreciación visual y palpación de la región donde nace la cola y la cadera de la vaca, determinando empíricamente la cantidad de grasa subcutánea en esta zona. La representación es por medio de una escala visual de 5 grados (1 vaca muy flaca; 5 vaca gorda en forma exagerada). Realizándose a todas las vacas del ensayo al inicio y al final del período experimental. El método y la clasificación utilizada es la practicada en E.E.U.U. (Flamenbaum, 1994b).

3.9.2. En el Ambiente.

3.9.2.1. Temperatura y humedad relativa.

Los datos horarios de temperatura y humedad relativa fueron obtenidos en la Estación Meteorológica de la Estación Experimental de San Antonio y en la Estación Meteorológica de Salto (D.N.M.). A partir de estos datos se calculo el Indice de Temperatura y Humedad (ITH) para el período experimental (Ver ítem 2.2.1.1.).

3.9.2.2. Temperatura del globo negro.

Se utilizaron 3 globos de bronce pintados de color negro con un diámetro aproximado de 15 cm., en los cuales se les introduce un termómetro de mercurio, por medio de este se pretende simular la sensación térmica del animal (ver ítem. 2.2.1.2).

Fueron localizados: uno bajo el sol, otro en el corral de espera (donde recibia el tratamiento) y el restante bajo sombra natural (eucaliptos). Se realizaron 6 lecturas diarias (6, 9, 12, 15, 16:30 y 18 hs), coincidiendo las mediciones de las 12 y 16:30 hs con la finalización de la aplicación del tratamiento triple confort.

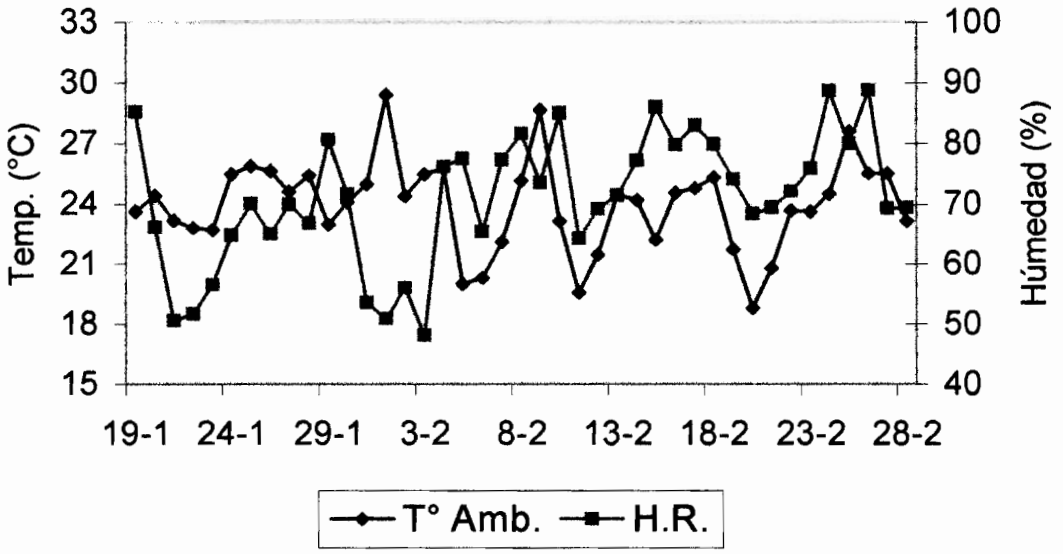
4. RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1. AMBIENTALES.

4.1.1. Temperatura y humedad relativa.

A continuación se presentan los datos de temperatura ambiente y humedad relativa, media diaria, para el período del ensayo (19/1- 28/2).

Figura 3: Evolución del promedio diario de la temperatura ambiente y humedad relativa.



Fuente: Dirección Nacional de Meteorología.

Las condiciones climáticas a lo largo del período experimental, presentan una gran variabilidad, observándose una amplitud térmica de 10°C, con un mínimo para el día 20/2 de 19°C y un máximo de 29°C para el 1/2. En cuanto a la humedad relativa las oscilaciones alcanzaron hasta un 40% presentando un mínimo de 50% para el día 3/2 y un máximo de 90% el 26/2. De los 41 días con medidas, en 12 ocurren precipitaciones y/o nubosidad, determinando bajos valores de insolación, acentuando la variabilidad de temperatura y humedad (figura 3). En el mes de febrero no se nota una clara tendencia, registrándose cambios bruscos de temperatura en días sucesivos.

Como se observa en el siguiente cuadro, la temperatura promedio para los meses diciembre '96 y enero '97 son superiores (0,7 y 1,8°C respectivamente) a la registrada en el período anterior (diciembre '95 y enero '96). Comparándolo con la serie histórica de 30 años, las diferencias para los meses de diciembre y enero son aún mayores 1,8 y

1,4°C respectivamente. En cambio la temperatura del mes de febrero '97 se mantuvo en valores similares a los anteriores períodos. En el mes de enero, se presentan históricamente los mayores registros de temperatura (cuadro 4).

Cuadro 4: Temperatura ambiente y humedad relativa promedio de la estación estival para diferentes períodos.

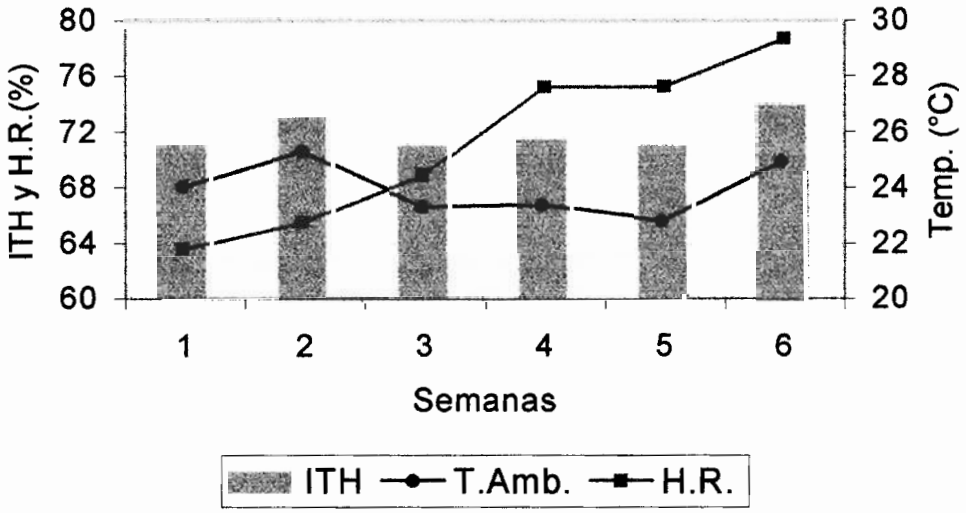
Períodos	Diciembre		Enero		Febrero	
	T.(°C)	H.R.(%)	T.(°C)	H.R.(%)	T.(°C)	H.R.(%)
61-90 *	23,5	64	25	63	23,9	68
95-96**	24,6	62	24,6	64,3	23,4	69,7
96-97 *	25,3	65	26,4	62,5	23,8	73,1

* Dirección Nacional de Meteorología.
** Tesis: Azanza – Machado (1996).

4.1.2. Indice de temperatura y humedad (ITH).

A partir de la temperatura ambiente (abrigo meteorológico) y la humedad relativa, se calculó el Indice de Temperatura y Humedad, como forma de evaluar el impacto ambiental en el ganado lechero.

Figura 4. Evolución del promedio semanal del ITH, temperatura ambiente y humedad relativa.



Una forma de visualizar que parámetro meteorológico representa mayor incidencia en el ITH, es mostrarlos en forma gráfica y semanal (figura 4). Para el período en que se desarrolla el ensayo, se nota claramente que dicho índice acompaña la curva de temperatura ambiente no mostrando relación con la tendencia ascendente de la humedad relativa.

Al comparar el ITH de los meses de diciembre '96 y enero '97 (cuadro 5), se observa que son superiores a los dos períodos contrastados, situación explicada principalmente por la mayor temperatura promedio (cuadro 4).

Cuadro 5. Cuadro comparativo del ITH promedio mensual de la estación estival para la zona de Salto.

Períodos	Diciembre	Enero	Febrero	Promedio
61-90 *	71	73	72	72
95-96**	72	73	71	72
96-97 *	74	75	72	74

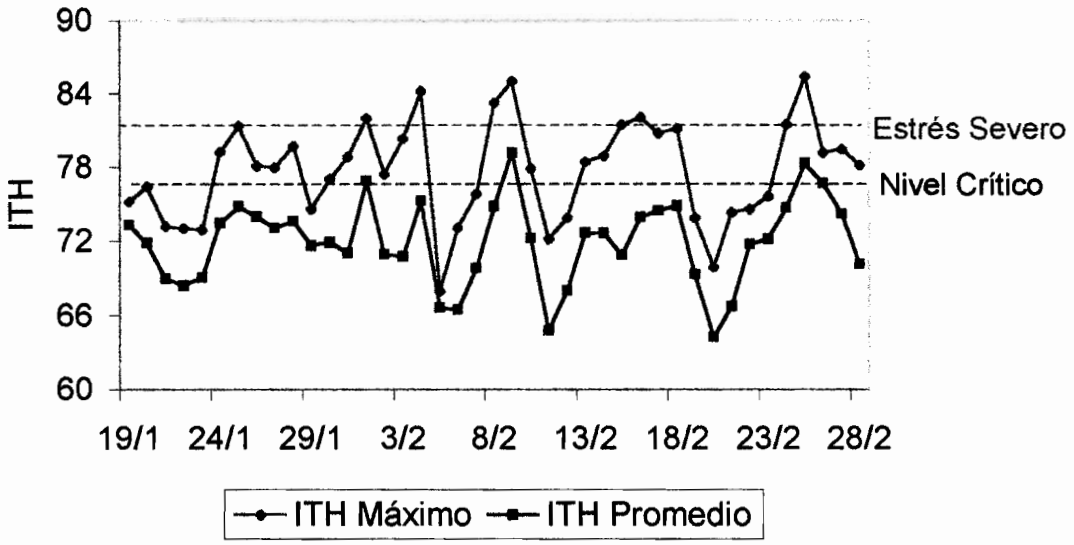
* Dirección Nacional de Meteorología.
** Tesis: Azanza - Machado.

La bibliografía (Flamenbaum, 1994a; Armstrong, 1994; Muller et.al.,1994; Valtorta y Gallardo, 1996; Azanza y Machado, 1997) es coincidente en señalar que con valores de ITH por encima de 72, el ganado lechero estaría bajo condiciones de estrés calórico, valor esté que se toma como límite crítico entre situaciones de confort y estrés. El mes que históricamente presenta valores por encima de dicho limite es enero, resaltándose el valor de 75 correspondiente a enero '97 (cuadro 5).

El promedio para la estación estival alcanzó históricamente el valor crítico de 72, destacándose el último período '96-'97, donde se situó dos puntos por encima del límite (cuadro 5), manifestando en parte el grado de estrés soportado por los animales para dicha estación.

En la figura 5, que se presenta a continuación, se muestra la evolución del ITH promedio calculado con la temperatura ambiente y la humedad relativa media diaria, así como también el ITH máximo diario el cual se obtuvo del calculo del ITH en forma horaria.

Figura 5: Evolución del ITH promedio y máximo diario para el período del ensayo.



El ITH promedio para todo el ensayo (19/1-28/2) fue de 72, siendo sensiblemente inferior al promedio de todo el verano (cuadro 5). El nivel crítico se vio superado en 25 de los 41 días del ensayo, existiendo una gran variabilidad del ITH debido principalmente a las fluctuaciones de temperatura y humedad. Esa variabilidad determinó que no se registraran días sucesivos con un grado de estrés alto, de esta forma los animales tuvieron la capacidad de recuperar el estado normotérmico, manteniendo su temperatura rectal en 38,6 ±0,2°C (Flamenbaum, 1986).

En cuanto al ITH máximo diario, este superó el valor crítico de 72 en 38 días de los 41 días de ensayo, llegando inclusive a niveles de estrés severo (ITH 78, Flamenbaum, 1994a) en 19 de ellos (figura 5). El mes de febrero es donde se produce la mayor variación, registrándose el pico de mayor y menor ITH, los días 9/2 y 20/2 respectivamente.

Al graficar el ITH horario del día 9/2 (figura 7), se observa que no existió período de recuperación térmica nocturna, ya que el ITH se mantuvo siempre por encima de 72, llegando inclusive a estar los animales durante 14 hs. (9-23 hs.) con un grado de estrés severo. Esta condición determina que los animales sin acceso a sombra no tengan las horas de recuperación térmica suficientes durante la noche, influenciando negativamente en la productividad del día siguiente (Flamenbaum, 1994). Esto queda claramente demostrado en el control del día 10/2 donde el grupo testigo al sol, tuvo una menor producción de leche (1,1 L/v/d.), que los animales refrigerados, observándose el notorio efecto del mojado-ventilado en la disminución del estrés (Figura 6).

Figura 6: Producción de leche promedio de los diferentes tratamientos para el control lechero del día 10/2/97.

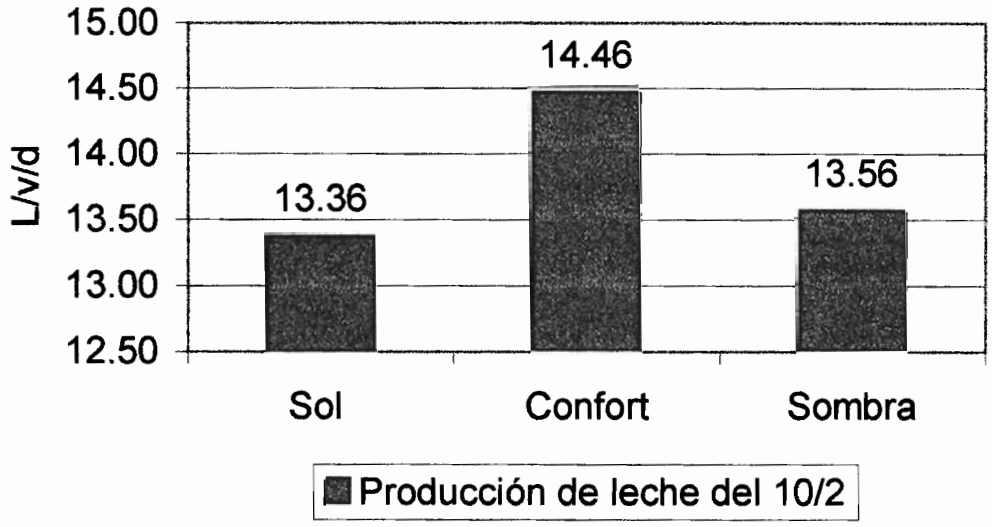
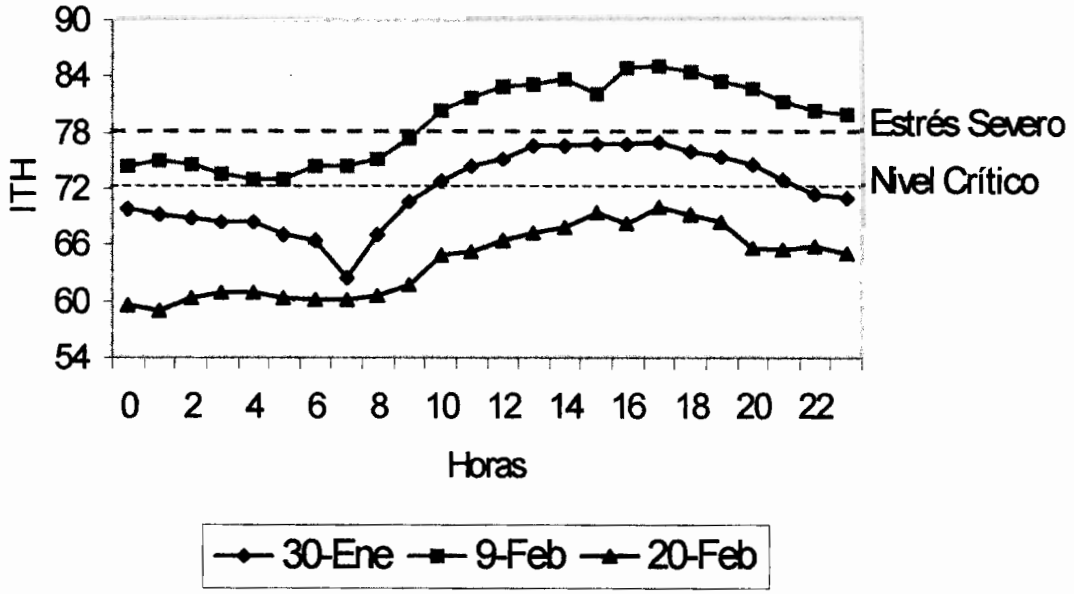


Figura 7: Evolución del ITH horario para tres días contrastantes (30/1 y 9-20/97)



Sin embargo en el día con menor ITH 20/2, (figura 7), se observa que en ningún momento se supera el nivel crítico, determinando que las vacas en esas condiciones no presentaron estrés térmico. Es de hacer notar, que este día se presentó nublado y fresco, con una temperatura ambiente promedio de 18,8°C y un ITH promedio diario de 64.

Dadas estas condiciones, no se aplicó el correspondiente mojado-ventilado a los animales del grupo confort, pero igualmente se tomaron medidas de respuesta fisiológica. La temperatura rectal y la tasa respiratoria para la tarde (cuadro 6), no mostraron diferencias entre los tratamientos, manteniéndose en los valores de termoneutralidad (citados por Flamenbaum,1986 de 38,6±0,2°C de temperatura rectal y 40±5 respiraciones/min.) confirmando de este modo que los animales no sufrieron estrés térmico.

Cuadro 6: Temperatura rectal y ritmo respiratorio para el 20/2/97.

Tratamientos	T° Rectal		Ritmo Respiratorio	
	7:00 hs.	17:00 hs.	7:00 hs.	16:30 hs.
Sol	38,4	39	33	45
Confort	38,4	39	35	46
Sombra	38,4	38,9	37	42

El 30/1 es un día promedio para el ensayo, coincidiendo con el día promedio citado por Azanza y Machado, 1997, para esta zona del país y en esta época del año (figura 7), donde el ITH mínimo se presenta a las 8 hs., mientras que el máximo entre las 15 – 18 hs. Los valores críticos por encima de 72, se obtuvieron entre las 11 y 22 hs., determinando que los animales se encuentran 11 hs. diarias bajo condiciones de estrés térmico.

La hora en que se registraron los máximo y mínimo para este día promedio (30/1), coinciden con lo ocurrido en 25 días de ensayo donde el ITH mínimo se presentó entre las 6-8 hs., mientras que el máximo ocurrió entre las 15-18 hs. en 27 de los 41 días de ensayo.

Es importante tener en cuenta lo anterior en el manejo de los animales en verano, los cuales a la hora en que el ITH no superó el nivel crítico deberían estar en el pastoreo, mientras que entre las 11-18 hs. cuando el ITH normalmente se sitúa por encima de dicho nivel, deben estar bajo algún tipo de sombra como una medida simple de confort. Es de hacer notar que el horario en que se realiza el ordeñe vespertino en la zona, coincide con el ITH máximo (15-18 hs.), lo que facilitaría el manejo de los animales bajo sombra y permite aplicar algún tipo de medida de enfriamiento.

Una manera de cuantificar lo expresado anteriormente, es a través del calculo de horas diarias por encima o por debajo del nivel critico, mostrando claramente la duración del grado de estrés soportado por los animales. Para el periodo comprendido entre el 19/1- 28/2, el ITH permanece 13 horas por encima de 72. Las horas por debajo

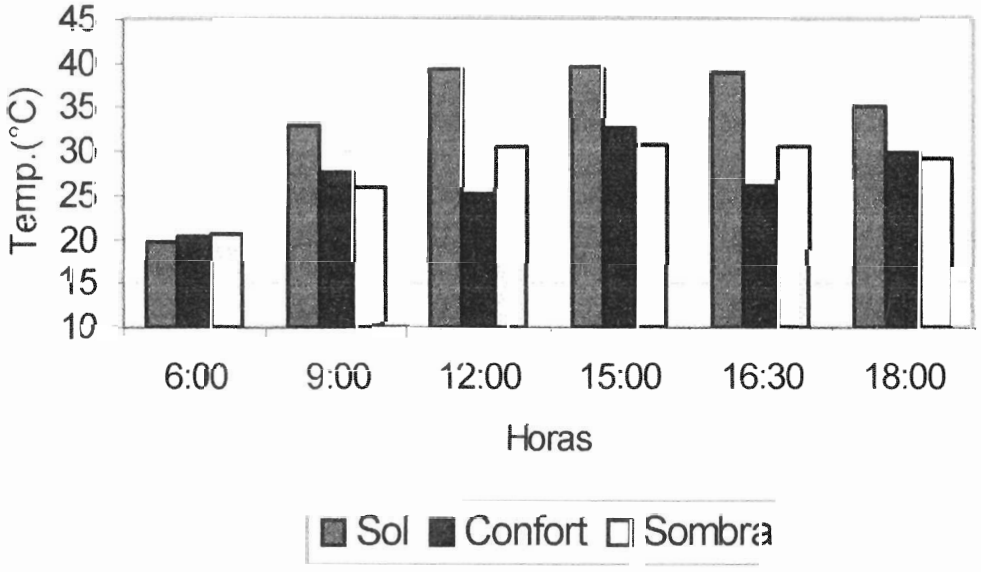
son las responsables de la recuperación del estrés térmico de las vacas, no permitiendo efectos severos del calor en ellas (Flamenbaum, 1994). Esto es importante ya que si el período diario con valores de ITH inferiores al límite aceptado para su confort es corto, se limita la capacidad del animal para eliminar el calor. Es de hacer notar que estos valores son promedios existiendo días (9/2), donde no se dieron valores por debajo de 72 (figura 7). El promedio de horas con ITH crítico fue de 13 horas diarias, de estas 13 horas, 10 superan el valor de 74 y de estas 10 horas, 4 superan el nivel de estrés severo (ITH>78), manifestando el grado de estrés alcanzado por los animales (ver anexo 2). El ITH por encima de 78 indicativo de alto estrés calórico, se registró entre las 12-19 hs. en 17, de los 41 días de ensayo. Mientras que en 24 días de ensayo se registró por lo menos 1 hora con ITH mayor a 78, destacándose los días 1 y 9/02 donde se determinó el máximo de horas con ITH por encima de 78 (14 hs.).

4.1.3. Temperatura globo negro.

Como forma de estimar la sensación térmica percibida por los animales por efecto de la radiación solar, se midieron las temperaturas del globo negro, colocados en los diferentes ambientes (sol, confort, sombra natural) determinados por los distintos tratamientos.

En la figura 8, se presentan temperaturas promedio para el ensayo (19/1-28/2) de los tres ambientes, en 6 momentos diferentes del día. Los registros diarios se muestran en el anexo 3.

Figura 8: Evolución de la temperatura promedio del globo negro para 6 horas de lecturas del día.

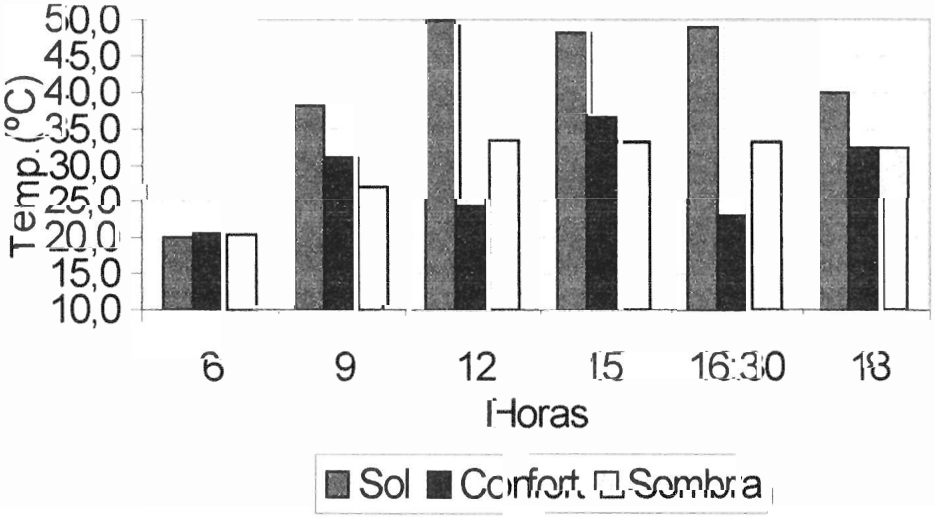


Como se mencionó en el ítem 3.5, la aplicación del tratamiento a los animales comenzaba a partir de las 11 hasta las 16:30 hs., por lo tanto, la temperatura del globo negro fuera de este período, no concuerda con la sensación térmica registrada por los animales en tratamiento. En cuanto a la temperatura registrada en dicho período de horas (11-16:30), se observa como era de esperar, una mayor temperatura del globo negro expuesto directamente a la radiación solar, mientras que la sensación térmica bajo sombra natural es aproximadamente 10°C inferior. Sin embargo, en el ambiente refrigerado (confort), se nota una clara disminución en los momentos en que se aplicaba *el mojado*-ventilado (12 y 16:30 hs.), de 15°C con respecto al sol y 5°C para con la sombra natural.

Se puede ver que con solo disponer de sombra natural, bosque de eucaliptos, la sensación térmica que experimentan los animales es sensiblemente menor (figura 8), quedando demostrado por la amplitud térmica (diferencia en temperatura entre las 6:00 y 15:00 hs.) la cual para el globo negro expuesto a la sombra natural fue de 10,2°C, mientras que al sol fue de 20,5°C. Valores similares a los obtenidos por Azanza y Machado, 1997, cuya amplitud térmica (diferencia entre 0:15 y 14:30) fue de 11,4°C y 19,9°C sombra y sol respectivamente

La mayor diferencia en temperatura globo negro al sol y confort se registro el día 20/1 (figura 9), la misma fue de 25,6 y 26°C para las horas en que se realizaron los tratamientos, 12 y 16:30 hs. respectivamente. Esta disminución en temperatura del globo negro demuestra claramente que la aplicación del tratamiento de mojado-ventilado sobre los animales es un método efectivo para bajar la temperatura corporal. Es conveniente recordar, como se mencionó anteriormente, que la temperatura del globo negro es una forma de estimación de la sensación térmica de los animales.

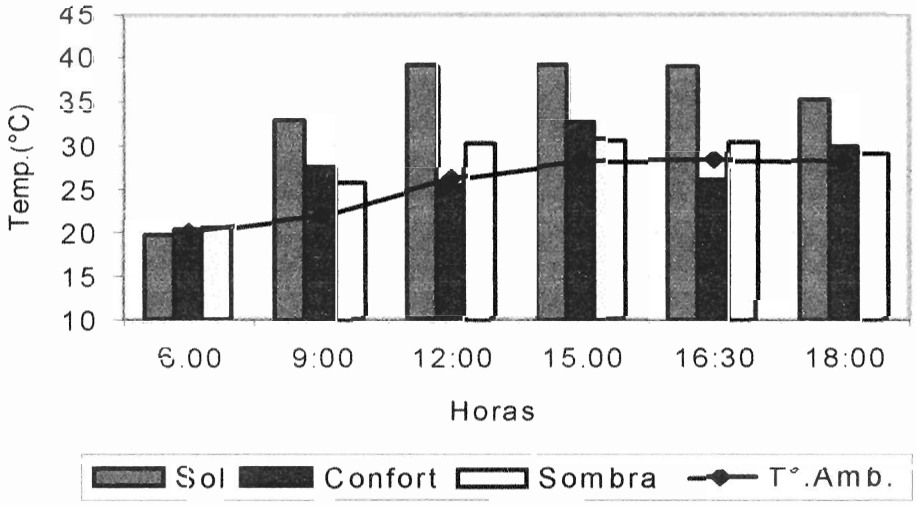
Figura 9: Evolución de la temperatura del globo negro para las 6 horas de lectura del día 20/1.



4.1.3.1. Temperatura globo negro y temperatura ambiente.

En al siguiente figura, se muestra la evolución horaria promedio de la temperatura del globo negro bajo los tres ambientes del ensayo, relacionada con la temperatura ambiente.

Figura 10: Evolución de la temperatura del globo negro y temperatura ambiente promedio del período experimental, para las 6 horas de lecturas diaria.



Se observa en la figura 10, que a la hora del primer tratamiento de refrigeración (12hs.), existe una diferencia de aproximadamente 15°C, entre la temperatura registrada por el globo negro expuesto directamente a la radiación solar y la temperatura ambiente (Estación Meteorológica de Salto). Dicha diferencia se explica por las condiciones en que se toma esta última medida, la cual se realiza al abrigo meteorológico.

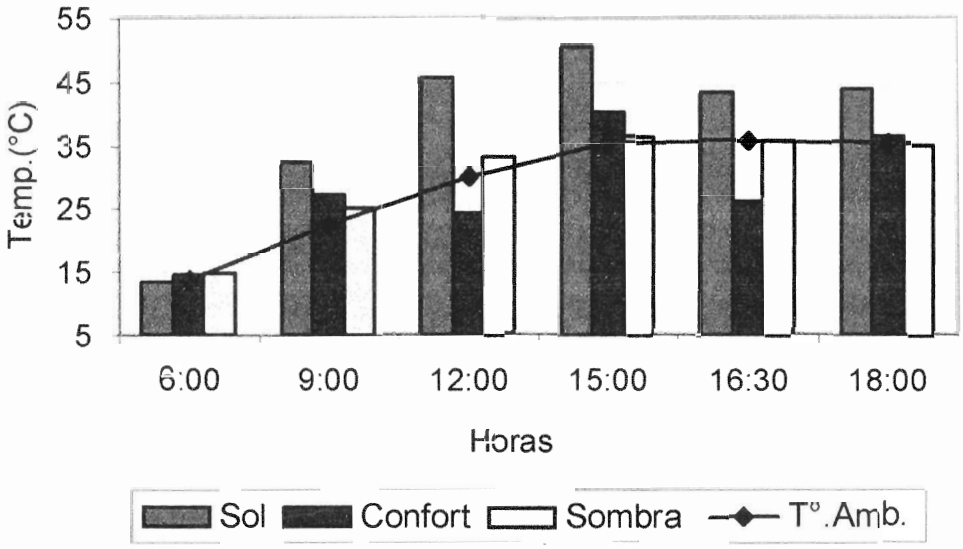
En cambio la temperatura del globo refrigerado para la hora 12 es similar a la temperatura ambiente, pero al momento de la segunda aplicación del tratamiento refrigerado (16:30 hs.), llega incluso a ser menor, lo que nos da una idea que la efectividad del tratamiento mojado-ventilado es mayor cuanto mayor es la temperatura ambiente.

Debido a la similitud de las temperaturas registradas a lo largo del día, bajo sombra natural y al abrigo meteorológico, se puede afirmar que la primera es una buena aproximación de la temperatura ambiente (figura 10).

Como se puede observar en el anexo 3, uno de los días en que se registró la mayor temperatura de globo negro al sol fue el día 3/2/97, la cual se situó para la hora 15 en 50°C. Al graficar este día, figura 11, se observa que la temperatura ambiente presenta

la tendencia del promedio (figura 8), denotándose un crecimiento lineal entre las 6 hs y la hora en que se produce la máxima (15 hs.) y se estabiliza hasta las 18 hs. En cambio, la temperatura del globo negro al sol, no muestra la tendencia del promedio (figura 8), explicado principalmente por que ese día en particular, a partir de la hora 15, bajó la radiación solar directa por la presencia de nubes.

Figura 11: Evolución de la temperatura globo negro y temperatura ambiente para el día 3/2/97.



Comparando con la figura 8 que muestra los promedios del ensayo, podemos decir que para la hora en que se realiza el primer tratamiento (12:00 hs.), la temperatura del globo negro al sol estuvo 5°C por encima del promedio, mientras que la disminución de temperatura por efecto del refrigerado fue 5°C más que el promedio del ensayo, debido a la alta radiación y temperatura ambiente de ese día en particular (figura 11). Se demuestra claramente el efecto del tratamiento refrigerado, ya que la disminución en temperatura es de aproximadamente 20°C entre el globo negro expuesto al sol y el globo refrigerado, lo que indica la efectividad de la refrigeración en los días de alta temperatura ambiente para disminuir la sensación térmicas de los animales.

A pesar de ser un día de alta temperatura ambiente la sensación térmica del globo negro expuesto bajo sombra natural de eucalipto en los 6 momentos de lectura, es igual a la temperatura ambiente, determinando ser un buen estimador de esta última, reafirmando lo dicho en párrafos anteriores.

La sensación térmica registrada para los tres globos negros a la hora 6, momento del día con muy baja radiación, es igual a la temperatura ambiente. Esta situación es similar a los datos obtenidos, para las 0:15 y 19:50 hs. por Azanza y Machado, 1997, lo

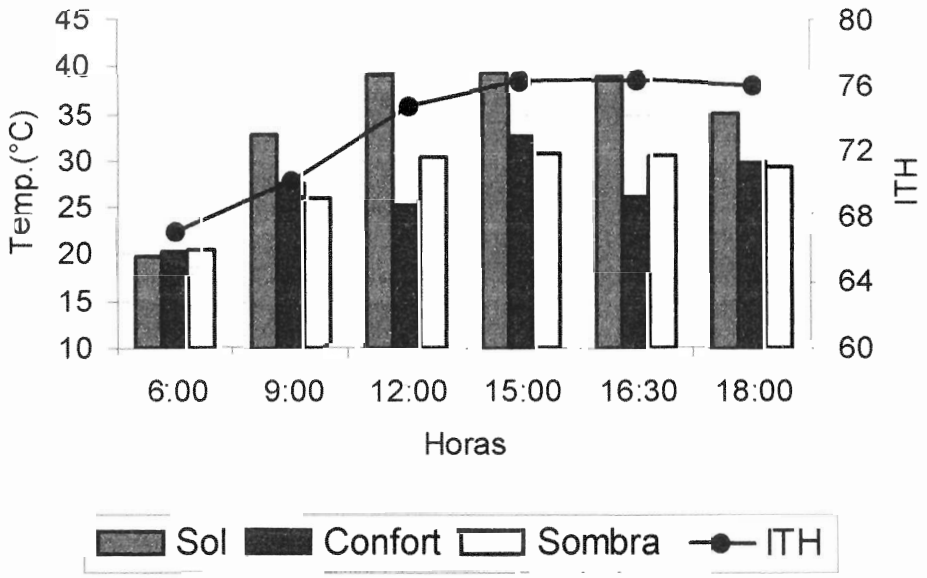
que lleva a concluir que la sensación térmica de los animales en la noche, estimada a través de la temperatura del globo negro, es igual a la temperatura ambiente.

4.1.3.2. Temperatura globo negro e ITH.

Con el fin de aportar mas datos a lo obtenido por Azanza y Machado (1997) en cuanto, a si el globo negro es un buen estimador del estrés calórico cuantificado por el ITH, se los relacionó en forma gráfica (figura 12).

Para las 6 horas en que se registro la temperatura de los distintos cuerpos negros, se puede ver que el ITH acompaña la tendencia del globo negro bajo sombra natural, situación similar a lo que sucede con este mismo globo negro y la temperatura ambiente (figura 10). Esta similitud era predecible ya que el ITH esta influenciado mayormente por la temperatura ambiente.

Figura 12: Evolución horaria promedio de la temperatura globo negro e ITH.



En cuanto a la temperatura del globo negro al sol, se puede decir, que no sería un buen estimador del ITH ya que esté último tiene en cuenta la temperatura y humedad ambiente, mientras que el globo negro es afectado principalmente por la radiación solar, temperatura del aire y velocidad del viento.

El máximo ITH del día se registra entre las 15 y 18 hs., estando desfasada con la máxima temperatura del globo negro al sol (12-15 hs.), existiendo por ejemplo, 3 días donde el ITH máximo se dio a una hora atípica (1:00 hs.), comprobándose que el globo negro al sol no es un buen estimador del ITH (estrés térmico).

4.2. ANIMAL.

4.2.1. Respuesta Fisiológica.

Como forma de cuantificar los cambios fisiológicos de los animales expuestos a los diferentes ambientes, se tomaron registros de temperatura rectal (índice del calor acumulado durante el día) y ritmo respiratorio (indica la necesidad de ventilación para eliminar ese exceso calor), en dos momentos del día contrastante. Se recuerda que la temperatura rectal se registraba a la salida de ambos ordeñes 7:00 y 17:00 hs., mientras que el ritmo respiratorio se registraba a las 7:00 hs. y por la tarde en el momento de aplicación del tratamiento a las 16:30 hs.

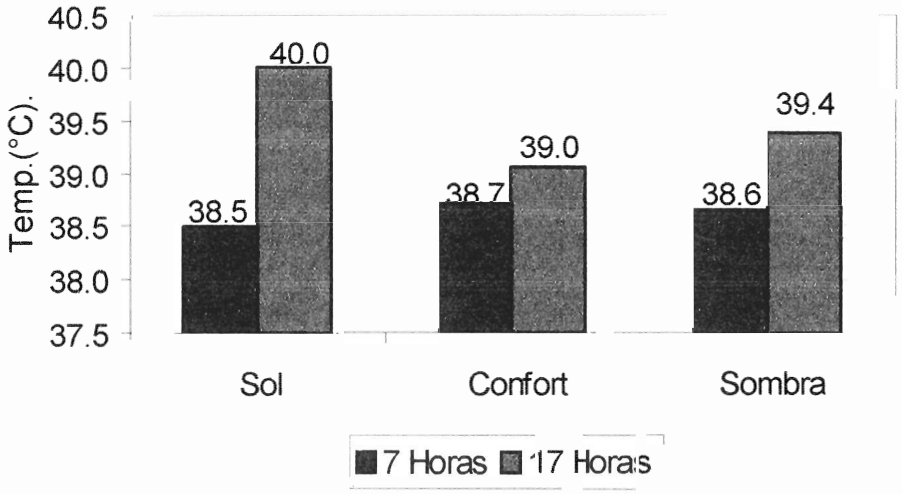
A continuación, cuadro 7, se presentan los registros promedios para los tres tratamientos. Cabe resaltar, que se incluyen tres días en los cuales no se aplicó tratamiento de mojado-ventilado (anexo 4), no existiendo grandes diferencias en las variables fisiológicas entre la mañana y la tarde, determinando de esta manera que las diferencias en el promedio sean menores.

Cuadro 7: Temperatura rectal y ritmo respiratorio promedio para el ensayo para los momentos del día contrastantes.

Tratamientos	Tº Rectal		Ritmo Respiratorio	
	7:00 hs.	17:00 hs.	7:00 hs.	16:30 hs.
Sol	38,5	40	39	94
Confort	38,7	39	43	37
Sombra	38,6	39,4	40	70

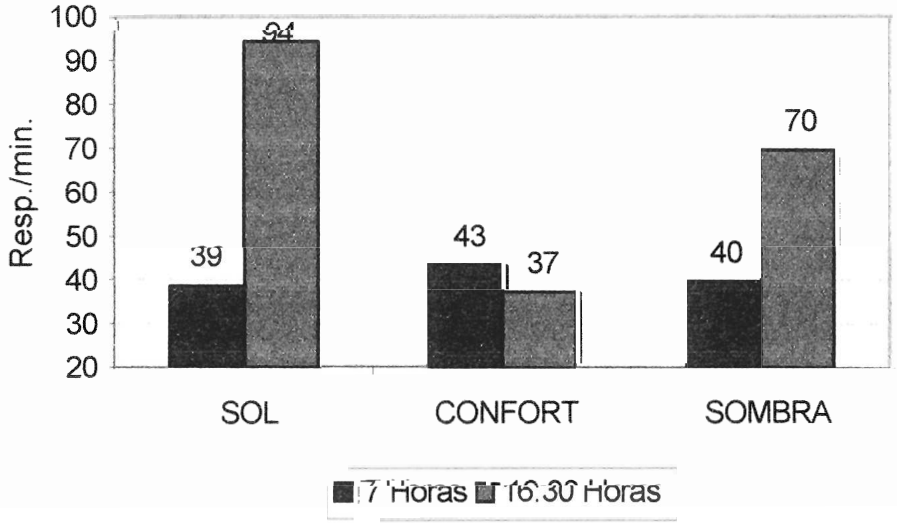
Aplicado el modelo estadístico a las variables de respuesta fisiológicas, determinaron que para la mañana no hay diferencias significativas entre los tratamientos ($P>0,10$), encontrándose sí, diferencias para la tarde ($P<0,01$). O sea, los animales sin acceso a sombra, en la tarde aumentan significativamente ($P<0,01$) la tasa respiratoria y la temperatura corporal. Los análisis estadísticos se muestran en el anexo 6.

Figura 13: Temperatura rectal promedio para el ensayo.



En las figuras 13 y 14, se nota claramente, que el tratamiento confort es el mejor ambiente para disminuir el efecto del estrés calórico, ya que provoca el menor aumento de temperatura corporal (0,3°C) e incluso disminuye el tasa respiratoria en 6 respiraciones por minuto. En las vacas que recibían solamente sombra natural de Eucaliptos en las horas de mayor carga calórica (11-17 hs.), el aumento de temperatura corporal es de 0,8°C y de 30 respiraciones por minuto. En cambio el mayor aumento de las variables fisiológica, como era lógico de esperar, se observó en los animales al sol (1,5°C de temp. y 55 resp./min.).

Figura 14: Ritmo respiratorio promedio para el ensayo.



En la tarde, donde si se encuentran diferencias significativas entre tratamientos ($P<0,01$) (anexo 6), el grupo de animales al sol aumenta la temperatura corporal 0,6 °C (40 y 39,4 °C) con respecto al grupo sombra natural, estos mismos valores fueron encontrados Davison y Silver, (1986) en animales Friesian con y sin acceso a sombra natural. Esta diferencia es menor a lo encontrado en el INTA por Gallardo et.al., (1995), donde obtuvieron para dos años consecutivos diferencias de 1,0 °C. En cuanto a la tasa respiratoria, la diferencia entre los tratamientos sol y sombra natural es de 24 resp./min. (figura 14), siendo superior en 10 resp./min. a lo obtenido por estos mismos autores. Mientras Roman Ponce et.al., (1977) trabajando con animales con y sin acceso a sombra artificial, encontraron que las vacas a la sombra tenían mas baja ($P<0,01$) velocidad de respiración por minuto (54 vs. 82) y temperatura rectal 38,9 vs.39,4 (0,5°C) que las vacas del no sombra.

Flamenbaum et.al., (1986) encontraron diferencias en temperatura corporal de 0,6, 0,7, y 1,0°C para períodos de enfriado de 15, 30 y 45 minutos respectivamente, mientras que enfriando las vacas 5 veces por día durante 30 minuto, la temperatura corporal era mantenida entre 38,2 y 38,9°C, lo que es significativamente menor que los animales no enfriados.

Bray et.al., (1990) citados por Bray et.al., (1992), en Florida (U.S.A.), comparando dos métodos de enfriamiento: ventilador y aspersores vs. ventilador y niebla, demostraron que las vacas que recibían mojado por aspersor y ventilado mantienen los niveles de tasa respiratoria (72 resp./min.) y temperatura rectal (39°C) por debajo de los animales que recibían niebla-ventilado (87 resp./min. y 39,5°C).

Al no existir diferencias significativas ($P>0,10$) (anexo 6) para estas variables en la mañana, se puede afirmar que el tiempo de recuperación térmica nocturno es suficiente para disminuir a los valores normales de temperatura corporal y ritmo respiratorio (38,6±0,2°C y 40±5 resp./min.), concordando con lo citado por Azanza y Machado, (1997). Flamenbaum, (1986), en un Informe de Consultoría que realizó para el Plan Agropecuario, señala que al existir temperaturas mínimas que no superan el índice crítico, indica que las vacas tienen varias horas de "recuperación térmica" durante la noche, lo que funciona a favor del estado térmico de las vacas y no permite efectos severos del calor en ellas e inician el día en estado normotérmico Esto se visualiza claramente el 28/1, donde en el día previo el ITH promedio fue de 73, registrándose entre las 10 y 20 hs. valores de ITH por encima de 74, mientras que las temperaturas del globo negro al sol alcanzó 51°C para la lectura de las 12 hs. Lo estresante de este día, no se vio reflejado en los parámetros fisiológicos de la mañana siguiente donde la temperatura rectal del grupo sol estuvo incluso por debajo de los demás tratamientos (figura 15 y 16).

Figura 15: Temperatura rectal para el día 28/1/97.

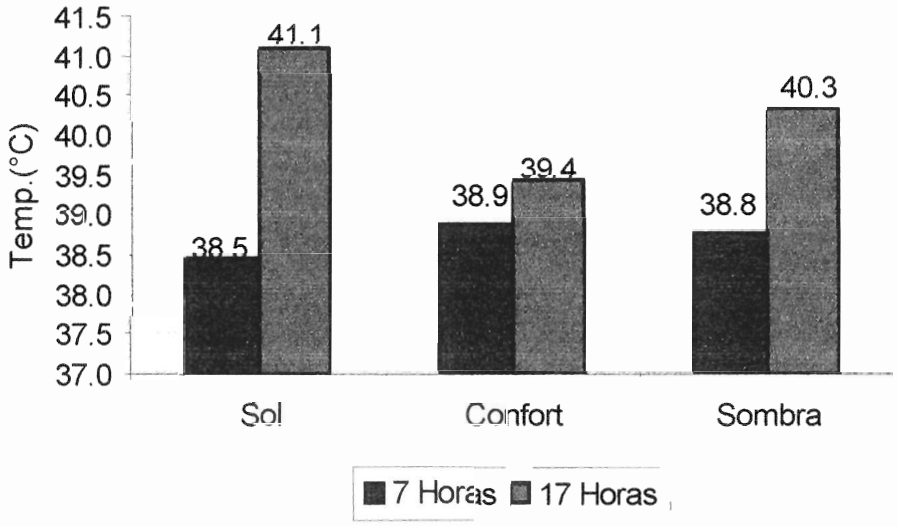
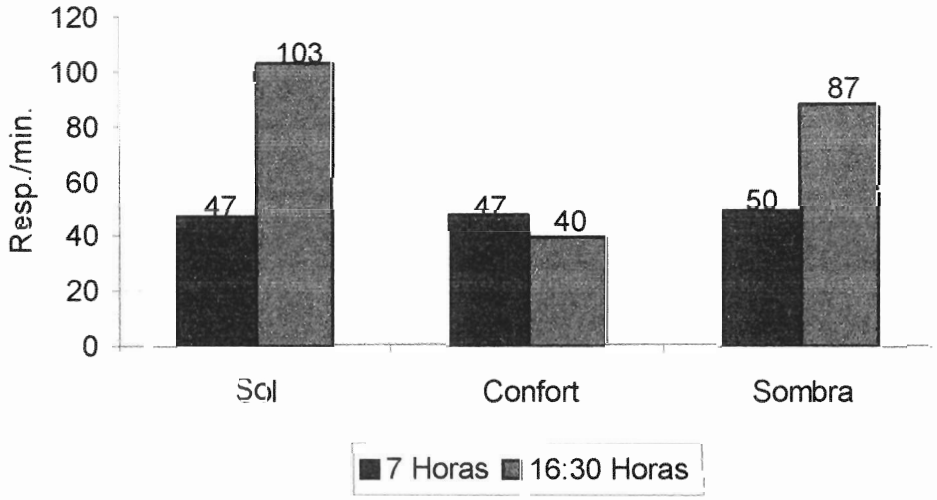


Figura 16: Ritmo respiratorio del día 28/1/97.



Para este día en particular (28/1), donde se registraron temperaturas del globo negro para las 12 hs., de 48 °C al sol y 28 °C para el confort y un ITH promedio entre las 11 y 17 hs. de 78 (estrés severo). Se observó la mayor diferencia entre los tratamientos sol y confort, en temperatura rectal (2,6°C), valor muy por encima del promedio (1,5°C). Sin embargo, la diferencia encontrada en ritmo respiratorio fue de 56 resp./min., valor muy similar al promedio (55 resp./min.). Esta similitud en respiraciones por minuto nos determina que no siempre los aumentos en temperatura rectal se

acompañan por un aumento en la tasa respiratoria. Esto estaría explicado, por que el ganado lechero tendría un limite en la tasa respiratoria, ya que esta es una actividad fisica la cual no puede aumentar mas allá de cierto límite (110 resp./min.).

De las figuras anteriores se destaca el efecto mojado-ventilado en un día de alto estrés (ITH promedio día 74), manteniendo la temperatura corporal en valores normotérmicos e incluso disminuyendo la frecuencia respiratoria.

Para los tres días (6-11-20/2) en los cuales no se aplicó mojado-ventilado a los animales del tratamiento confort, la temperatura ambiente promedio fue de 19,5°C y un ITH promedio de 66. Las mediciones de temperatura globo negro para la hora 12 y respuesta fisiológica para esos tres días, en los distintos tratamientos se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 8: Promedios de temperatura globo negro, temperatura rectal y tasa respiratoria para 3 días en particular (6-11-20/97).

Tratamientos	T°.Globo Negro(°C)	T°.Rectal (°C)		Tasa Respiratoria (resp/min)	
	12 hs.	7 Hs.	17 Hs.	7 Hs.	16:30 Hs.
Sol	29,1	38,3	38,8	29	50
Confort	23,7	38,4	38,9	32	39
Sombra	22,16	38,4	38,8	31	44

4.2.1.1. Respuesta fisiológica y temperatura del globo negro.

En las siguientes figuras (17 y 18) se relacionan las variables de respuesta fisiológicas (temperatura rectal y tasa respiratoria) para la tarde, con la temperatura de los distintos globos negros, como una forma de cuantificar la incidencia de la radiación solar (medida a través de la temperatura del globo negro) sobre el comportamiento fisiológico de los animales en tratamiento. Es de destacar que para la temperatura del globo negro se utilizó un promedio de los registros de la hora 12, 15 y 16:30, para los días en que se realizó las mediciones de respuesta fisiológica (martes y jueves de cada semana). De un total de 12 mediciones de respuesta fisiológica, no se tomaron en cuenta 3 mediciones, debido a que en esos días no se aplicó tratamiento de mojado-ventilado en el grupo de animales del tratamiento confort (ver anexo 4).

Figura 17: Temperatura rectal de la tarde para los tres tratamientos vs. temperatura del globo negro promedio de 12 a 16:30 hs.

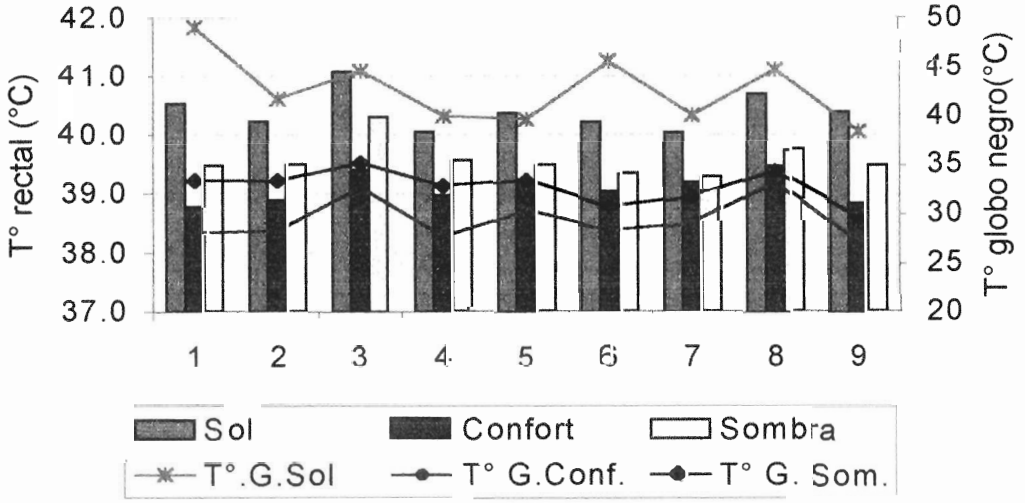
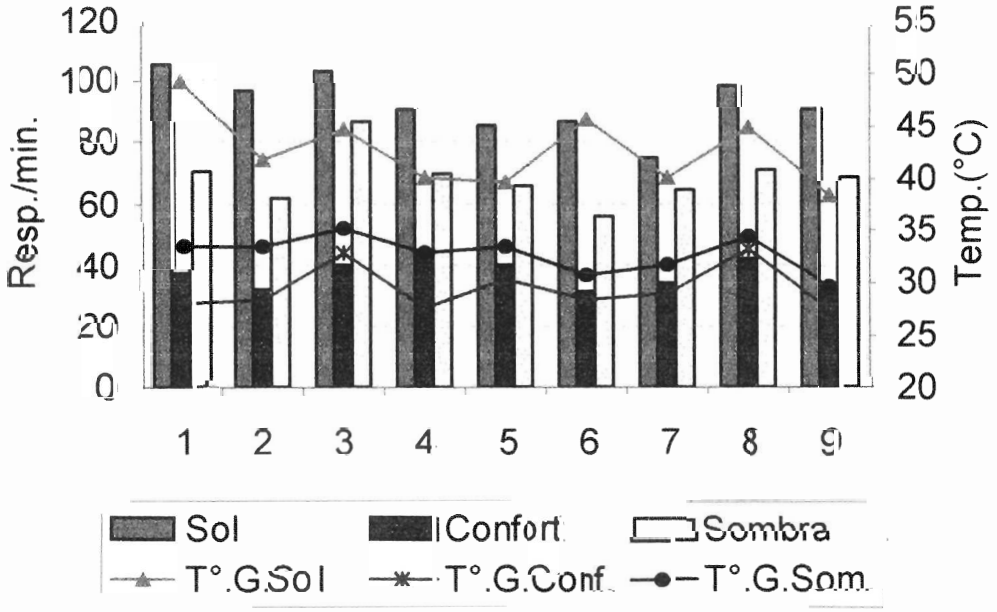


Figura 18: Ritmo respiratorio de la tarde para los tres tratamientos vs. temperatura del globo negro promedio de 12 a 16:30 hs.



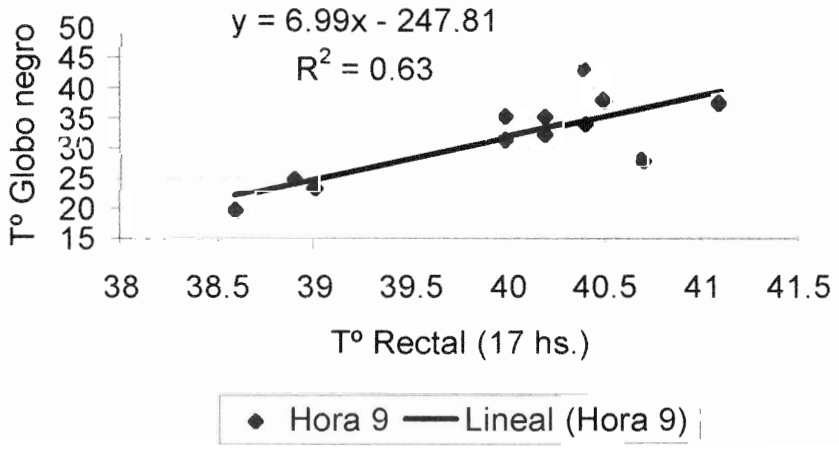
En las figuras 17 y 18 se observa que las respuestas fisiológicas (temperatura rectal y ritmo respiratorio) acompañan los cambios de temperatura de los distintos globos negros, donde al aumentar la temperatura del globo negro se producen aumentos en los

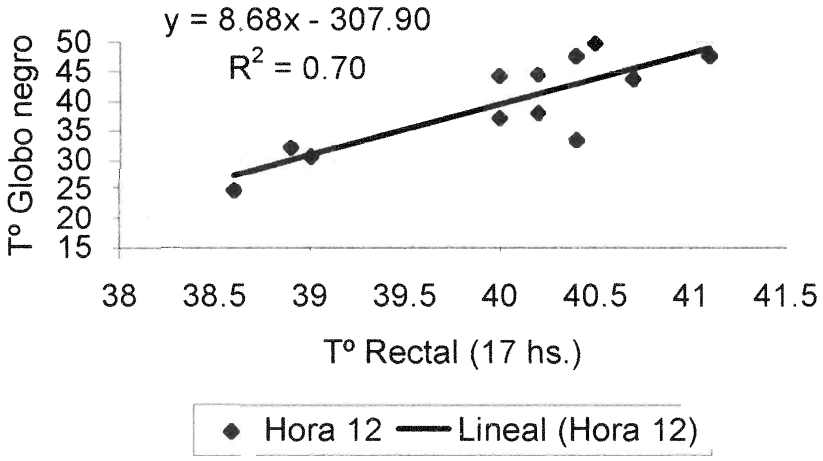
parámetros fisiológicos. Siendo la respuesta fisiológica del grupo de animales al sol, la que mejor acompaña los cambios de temperatura del globo negro al sol. Se nota sin embargo, que a similares temperaturas corporales de los animales al sol (mediciones 1 y 5) no se corresponden con similares valores de temperatura del globo negro al sol existiendo para estas mediciones una diferencia de 10°C (figura 17). Tampoco se da que el mayor registro de temperatura rectal en los animales al sol (41,1°C, medición 3) coincida con el mayor registro de temperatura del globo negro al sol (medición 1). Este mayor registro en la medición 3, se debió a que el ITH promedio (11-17hs.) fue de 78,29 indicativo del alto estrés alcanzado por los animales (figura 19).

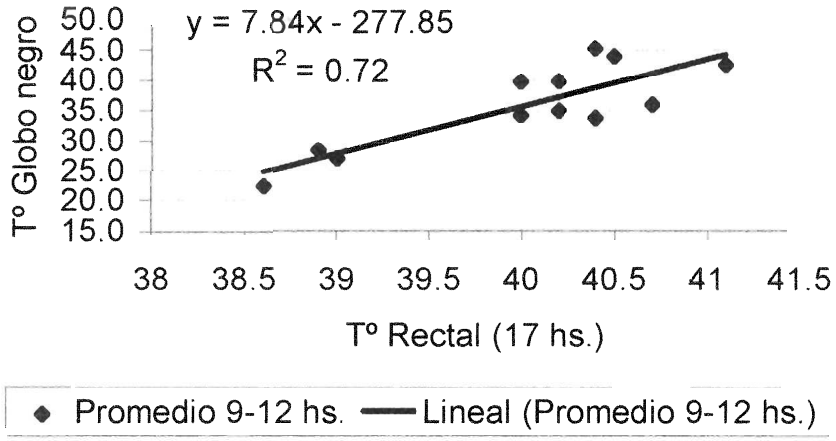
En cuanto al uso generalizado de esta simple medición (temperatura del globo negro) como estimador de la sensación térmica de los animales, hay que tener en cuenta que este instrumento registra principalmente las variaciones de radiación solar y del viento, mientras que esta influenciado indirectamente por la temperatura ambiente, no tomando en cuenta otro factor que sí afectan la sensación térmica percibida por los animales en verano como es la humedad relativa. A pesar de su limitación en la eficiencia como estimador del estrés alcanzado por los animales, hay que destacar que esta practica es de muy fácil adopción a nivel de productores.

Con el objetivo de definir una temperatura del globo negro, como indicador de condiciones estresantes, se relacionó en forma gráfica para 3 horas diferentes 9 hs., 12 hs. y un promedio de ambas, la temperatura del globo negro al sol (para dichas horas) y la temperatura rectal para la tarde (17 hs.) del tratamiento testigo al sol. De la nube de puntos resultante de cada gráfico, se trazo una línea de tendencia para la cual se calcularon el coeficiente de regresión (R^2) y la ecuación de regresión (y).

Figura 19. Temperatura globo negro al sol y temperatura rectal de la tarde (17 hs.) para 3 momentos del día (9, 12 y 9-12 hs.).







De los 3 momentos del día estudiados, se tomo el que presentaba mayor coeficiente de regresión (R^2=0,72), para el cual se utilizó un promedio de temperatura globo negro al sol entre la hora 9 y 12. Se puede concluir que con una temperatura de dicho globo superiores a los 30°C, las vacas presentarían en la tarde (17hs.) temperaturas corporales mayores a 39,2°C. Esto indicaría que están por encima de lo que seria la temperatura normotérmica de 38,6±0,2°C (Flamenbaum, 1986). Determinar esta temperatura por la mañana (10-11 hs.) a nivel de predios comerciales posibilitaría tomar la decisión de aplicar alguna medida de enfriado sobre los animales como forma de evitar el estrés calórico y la consecuente merma en la producción de leche.

4.2.1.2. Respuesta fisiológica e ITH.

Otra forma de visualizar la incidencia del ambiente en las variables fisiológicas de los animales, es relacionando en forma gráfica el ITH con la temperatura rectal y

ritmo respiratorio. La respuesta fisiológica frente al estrés, no se manifiesta en forma inmediata, debido a esto se consideraron períodos previos de ITH (6hs.) al registro de dichas variables. Lo que se desprende de dicha relación en nuestro trabajo, concuerda con lo obtenido por Azanza y Machado, (1997).

Las curvas de temperatura rectal y ritmo respiratorio siguen la misma tendencia del ITH, observándose que a mayores niveles de ITH se corresponden con mayores registros de ambos parámetros. La excepción se registra en las dos primeras medidas del ensayo, donde los altos valores de temperatura rectal y ritmo respiratorio no se vieron acompañados por un alto ITH. Estos bajos valores de ITH se deben a que en estos días hubo una temperatura ambiente promedio por debajo de 25°C y una humedad relativa promedio que no superó el 50%. A pesar de esto, la radiación solar medida a través de la temperatura del globo negro (figura 17 y 18) fue alta, lo que determino los altos registros de temperatura corporal y ritmo respiratorio en las mediciones 1 y 2. Es de recordar que el ITH es calculado con la temperatura al abrigo meteorológico y su ecuación de calculo no contempla otros factores climáticos (radiación solar y velocidad del viento) que también son determinantes del grado de estrés que alcanzan los animales.

Figura 20: Temperatura rectal de la tarde para los tres tratamientos vs. ITH promedio de 11:00 a 17:00 hs.

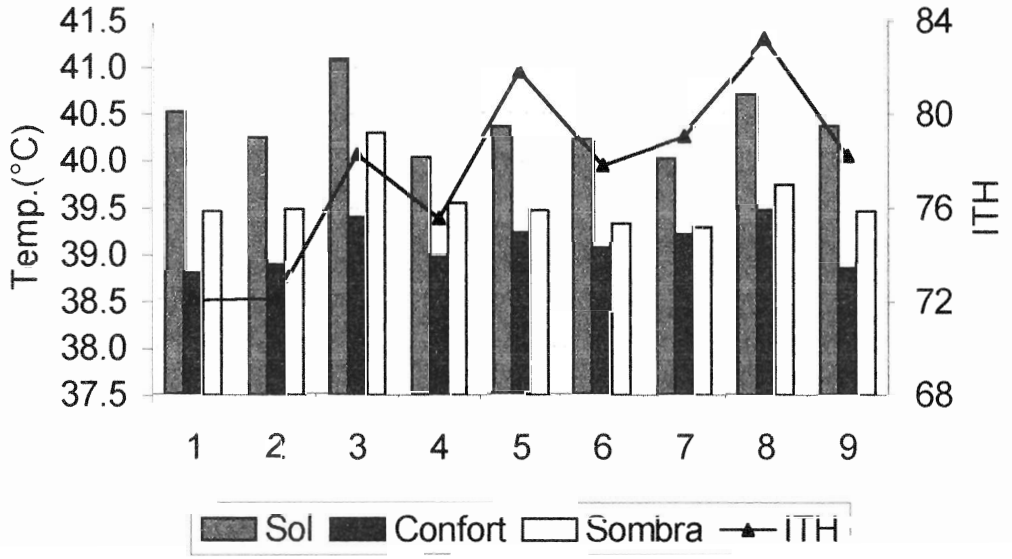
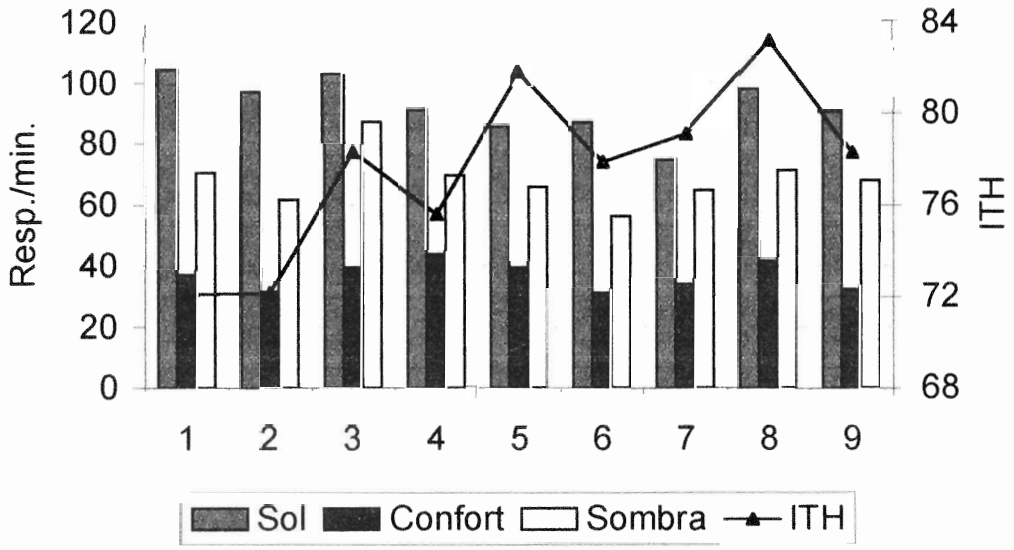


Figura 21: Ritmo respiratorio de la tarde para los tres tratamientos vs. ITH promedio de las 11 a 17 hs.



4.2.2. Producción y composición de leche.

Para las variables de producción de leche sin corregir y corregida por grasa (4%) se aplicaron los siguientes modelos estadístico: modelo 1, que determina cual tratamiento fue el mejor en promedio y el modelo 2, que muestra lo ocurrido durante el experimento, interaccionando las fechas de control con los tratamientos. De la aplicación del modelo 1 no se obtuvieron diferencias significativas ($P>0,10$) entre los tratamientos, en cambio el modelo 2 arrojo diferencias significativas entre los tratamientos ($P<0,01$) (ver anexo 7).

En composición de leche se aplicó solamente el modelo 1 con el fin de determinar que tratamiento fue mejor en promedio. Aplicado este modelo, el mismo no brindó diferencias significativas entre los tratamientos ($P>0,10$) (anexo 8).

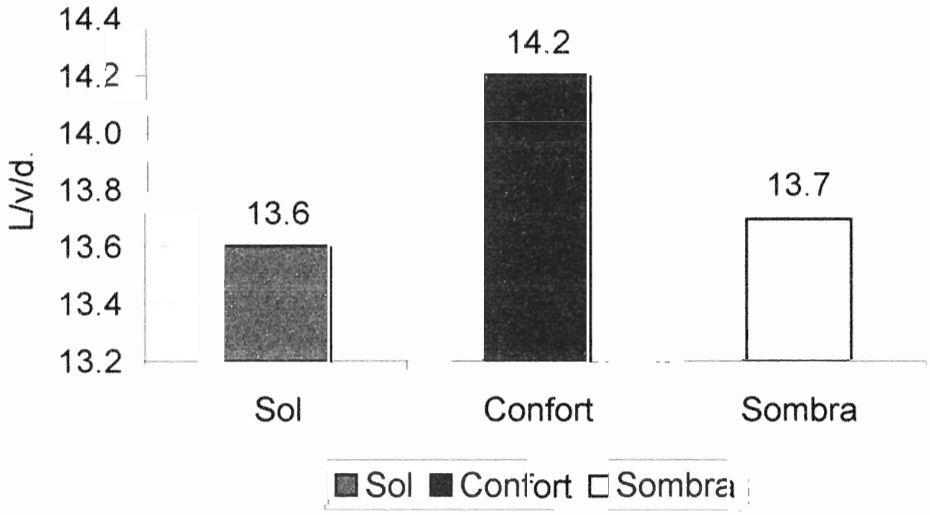
Para una mejor presentación de los resultados se muestran los promedios para el período del ensayo (19/1-28/2, anexo 4) correspondiente a 18 controles y su evolución semanal para leche sin corregir, leche corregida, porcentaje de grasa y proteína, realizando un promedio con los tres controles semanales. Es de destacar que no se realiza un mejor análisis de los componentes de la leche por carecer de información de los mismos al inicio del ensayo, lo cual tiene que ser previsto en la realización de un futuro ensayo sobre el tema.

4.2.2.1. Leche sin corregir.

A continuación en la figura se puede observar la producción media de leche (sin corregir por grasa) para los distintos tratamientos a lo largo del ensayo.

Si bien las diferencias no son significativas (P>0,10) (anexo 7) aplicado el modelo 1, se observa una pequeña tendencia a una mayor producción de leche en el tratamiento confort, atribuida a la aplicación del mojado-ventilado. La superioridad es de 0,6 L/v/d. correspondiendo a un 4,4% (figura 22). Igono et.al., (1987) en Missouri, citados por Shearer et.al., (1991) y Flamenbaum et.al., (1986) en Israel, en condiciones de enfriamiento por mojado y ventilado, encontraron mayores diferencias en favor del enfriado de 8,6 y 7,1% respectivamente.

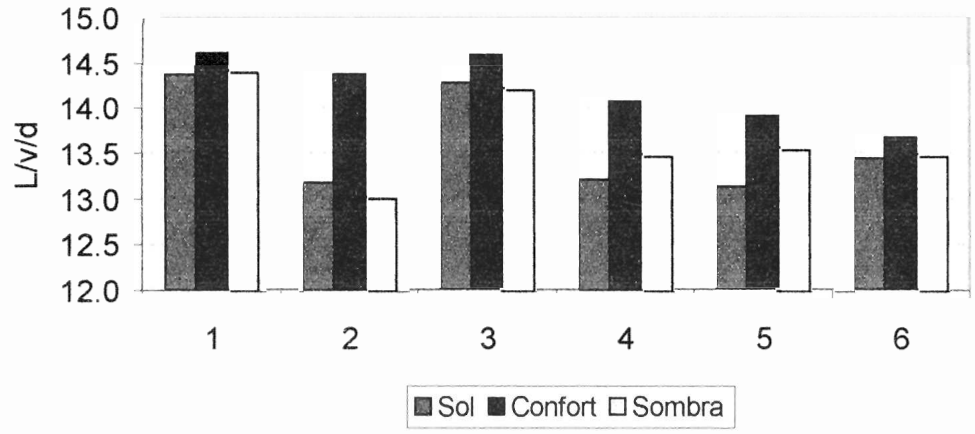
Figura 22: Promedio de producción de leche de cada tratamiento.



Strickland et.al., (1989) citados por Bray et.al., (1992) compararon en un ensayo en Florida (U.S.A.) con animales sin estabular, el efecto de enfriamiento mediante mojado - ventilado vs. solo sombra, obteniendo un incremento en la producción de leche de 11,6% a favor del enfriamiento (18,6 vs. 20,1Kg./v/d).

Turner et.al., (1989) en Kentucky, con animales estabulados y un sistema de enfriamiento con ventiladores y aspersores de baja presión. Obtuvieron un incremento en favor de los animales enfriados de 15,8% en producción de leche (22,7 vs. 26,3Kg./v/d).

Figura 23: Evolución del promedio semanal de la producción de leche de cada tratamiento.



La evolución de la producción de leche es similar para los tres tratamientos, presentando una paulatina disminución durante el transcurso del ensayo. Este descenso en la producción se debe principalmente a que la mayoría de los animales experimentales, al iniciar el ensayo ya habían sobrepasado el pico de producción, ingresando en su etapa de lactancia media. En esta etapa de la lactancia el animal destina parte de la energía consumida para reserva corporales, disminuyendo la energía para la síntesis de leche.

Otra causa que acentuó la caída, fue la pérdida de calidad de la pastura (sorgo forrajero), por un aumento de la fibra y un descenso en los contenidos celulares de mayor valor nutritivos, afectándose negativamente el consumo voluntario de materia seca, por lo tanto se afecta la disponibilidad de nutrientes (energía, proteína y minerales) indispensables para el normal proceso de síntesis de leche (Valtorta y Gallardo, 1996). Estos altos contenidos en fibras consumidos, contribuyen a elevar la temperatura corporal debido a una mayor producción de calor originado por la fermentación y metabolismo de la fibra en el tracto digestivo (incremento calórico) (Gallardo et.al., 1994; Valtorta y Gallardo, 1996). Este incremento calórico en condiciones de estrés por calor, resulta en menores cantidades de energía neta para la síntesis de leche (Gallardo y Valtorta, 1995).

Se observa (figura 23) en todo el período de ensayo la superioridad de los animales con refrigeración, destacándose la segunda semana (26/1-1/2) donde se registra la mayor diferencia en favor del confort, dicha diferencia explica los resultados del modelo estadístico 2 (anexo 7). En esta semana el ITH promedio es de 73, mientras que el ITH máximo promedio alcanzo los 78, no existiendo en esta semana días con ITH promedio por debajo de 72, indicando el grado de estrés soportado por los animales sin

refrigeración. La mayor diferencia se produce en el control 4 (27/1) donde los animales refrigerados estuvieron 2,2 L/v/d por encima de los animales testigo al sol. Esta diferencia se explica porque en las 48 hs. (25-26/1) previas, el ITH permaneció 40 hs. por encima del nivel crítico de estrés (72), determinando un bajo número de horas para recuperar el estado normotérmico. La temperatura del globo negro al sol para el día del control a la hora 12, se situó en 51 °C, mientras que el globo bajo refrigeración descendió 23 °C. Esto demuestra el efecto que produce el tratamiento confort (mojado-ventilado) en los animales para la producción de leche. Concordando con lo citado por Flamenbaum, (1986); Her et.al., (1987); Turner et.al., (1989); Flamenbaum, (1995) donde en similares condiciones de trabajo, demuestran aumentos en producción de leche por efecto del enfriado de los animales.

Las diferencias en favor del confort, a lo largo del ensayo, no fueron mayores a nuestro entender por diferentes aspectos. Destacándose entre otros, dos factores a señalar:

- El bajo nivel de producción de los animales experimentales, para lo cual la bibliografía consultada (Flamenbaum, 1986; Flamenbaum, 1996; Gorosito, 1994; Valtorta y Gallardo, 1995) es coincidente en señalar que el efecto del estrés calórico es más sensible en las vacas de alta producción y lactancia temprana en iguales condiciones de alimentación.

- La variabilidad en las condiciones climáticas (temperatura y humedad), presentando incluso varios días nublados y frescos que determinaron la existencia de días con ITH promedio por debajo del índice crítico de 72, presentándose días completos de recuperación de estrés (Flamenbaum, 1986).

Teniendo en cuenta el primer punto señalado anteriormente, tomamos los dos bloques de mayor producción de cada tratamiento de nuestro ensayo. Los resultados obtenidos se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 9. Estratificación inicial y producción de leche promedio de los dos bloques de mayor producción para los diferentes tratamientos.

Variables	Sol	Confort	Sombra
Días de lactancia	85	72	60
Producción inicio (L/v/d)	17.1	17.2	17.1
Producción promedio (L/v/d)	15.8	17.3	16.3
Diferencia en producción	-1.3	0.1	-0.8

Del cuadro 9, se desprende que los animales se encuentran en lactancia temprana y con un nivel de producción alto para esta zona y en esta época del año, al inicio del

ensayo 10/1 (ver anexo 1). Los resultados obtenidos con estos dos bloques coinciden con la bibliografía consultada (Flamenbaum, 1986; Flamenbaum, 1996; Gorosito, 1994; Valtorta y Gallardo, 1995) con respecto al efecto del estrés calórico sobre la producción de leche. La producción de leche de las vacas del tratamiento confort estuvo 1,5 L/v/d (8,7%) por encima del tratamiento testigo al sol. Mientras que estas diferencias disminuyen con respecto a la sombra natural a 1,0 L/v/d (5,8%), demostrando que la sola disposición de sombra natural (en este caso de eucalipto) no sería suficiente para disminuir el efecto del estrés calórico en la producción de leche en animales de lactancia temprana y de alta producción. Esto se demuestra también tomando en cuenta la producción al inicio del ensayo, donde los animales que permanecían al sol y los que disponían de sombra natural tuvieron disminuciones de 1,3 y 0,8 L/v/d, mientras que los animales que recibían mojado-ventilado mantuvieron su producción.

4.2.2.1.1. Leche sin corregir - ITH.

Como forma de visualizar la relación existente entre el ITH y la producción de leche se los relacionó en forma gráfica. Para eso se calcularon el ITH promedio y el máximo promedio, tomando para el calculo el día previo al control y el día del control. Este valor se colocó en el eje de las "x", asignándole al eje de las "y", la producción de leche sin corregir para cada tratamiento. De la nube de puntos resultantes, se trazó una línea de tendencia, calculándose para cada recta el coeficiente de regresión (R^2) y la ecuación de regresión (y).

Figura 24: ITH promedio y producción de leche para cada tratamiento.

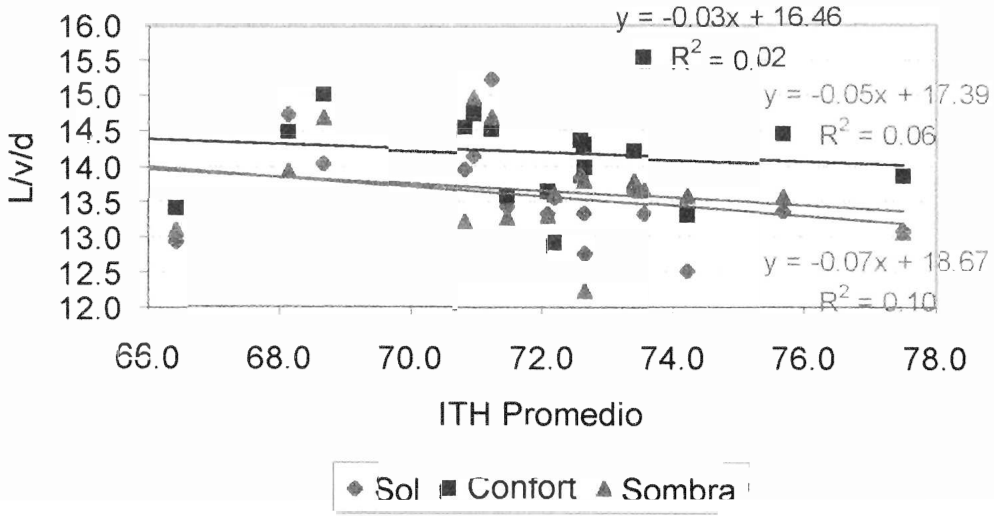
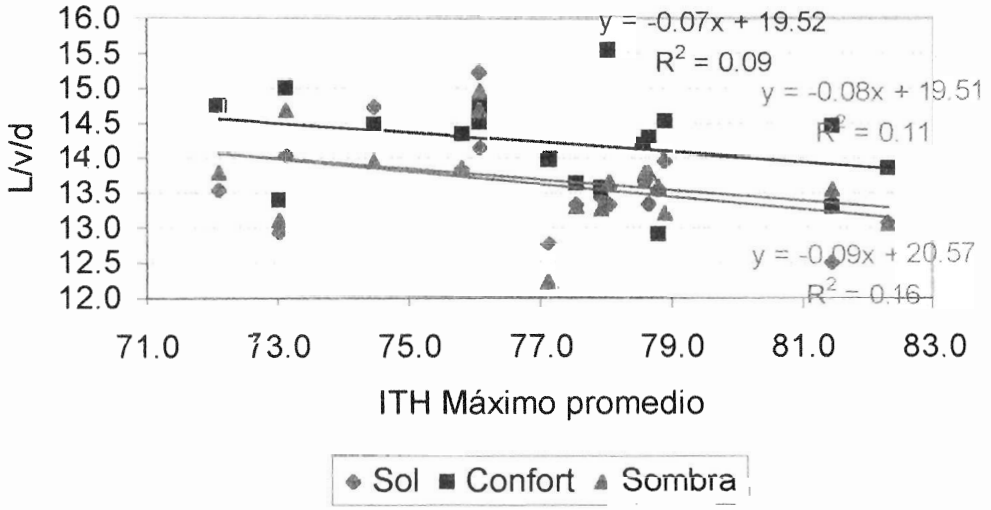


Figura 25. ITH máximo promedio y producción de leche para cada tratamiento.



De ambas gráficas (figuras 24 y 25) es importante destacar 3 puntos:

a)- *A mayor ITH, disminuye producción de leche.*
b)- *Frente a cualquier ITH, el tratamiento confort se comporta mejor.*
c)- *La diferencia a favor del tratamiento confort se acentúa a mayores ITH.*

Analizando la figura 24, se observa que la disminución de la producción de leche es menor en el tratamiento confort, siendo la misma de 0,4 L/v/d (14,4 L/v/d. al inicio del ensayo y 14,0 L/v/d al final del ensayo). Por su parte el tratamiento testigo al sol tuvo la mayor disminución 0,8 L/v/d (14,0-13,2 L/v/d), mientras que en situación intermedia se situó el tratamiento simple confort (sombra de eucalipto) con una disminución de 0,6 L/v/d (14,0-13,4 L/v/d).

También sería importante destacar para ambas gráficas, que el coeficiente de regresión de las rectas del tratamiento confort es menor con respecto a los demás tratamientos, por lo cual concluimos que este tratamiento tuvo una menor dependencia frente a los cambios del ITH.

4.2.2.2. Grasa.

En el siguiente cuadro, se presentan los valores promedio de porcentaje y producción de grasa, para los diferentes tratamientos en el período del ensayo (19/1-28/2).

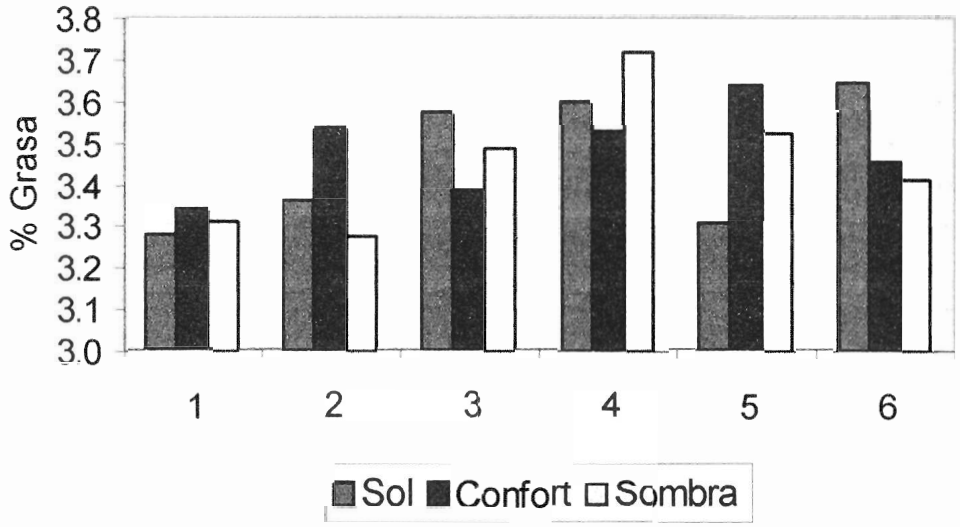
Cuadro 10. Producción y porcentaje de grasa promedio de cada tratamiento.

	Sol	Confort	Sombra
Porcentaje (%/v/d)	3,45	3,48	3,46
Producción (Kg./v/d)	0,47	0,49	0,47

Para porcentaje de grasa, coincidiendo con Johnston, (1958); Roman-Ponce et.al., (1977); Collier et.al., (1981); Comerón et.al., (1985); Muller et.al., (1994) y Azanza y Machado, (1997), no se encontraron diferencias significativas ($P>0,05$) entre tratamientos, existiendo una leve tendencia a disminuir este componente en los animales expuestos al sol durante las horas de mayor carga calórica. Esto se contradice con Madruga de Carvalho et.al., (1996), que encontraron mayores tenores de grasa (no significativo, $P>0,05$), en los animales al sol. Sin embargo Rodríguez, (1986) citado por Madruga de Carvalho et.al., (1996), encontró diferencias significativas ($P<0,01$), para porcentaje de grasa de leche producida por los animales manejados bajo sombra.

Se obtuvo mayor rendimiento de grasa (Kg./v/d) en el tratamiento confort explicado por el aumento en producción de leche y porcentaje de grasa, este aumento no fue significativo ($P>0,10$).

Figura 26: Evolución promedio semanal del porcentaje de grasa.



La evolución del porcentaje de grasa, muestra una tendencia a aumentar con el transcurso del ensayo, explicado por la menor producción láctea. Esta menor producción, causada principalmente por el mayor consumo de fibra cruda y una más

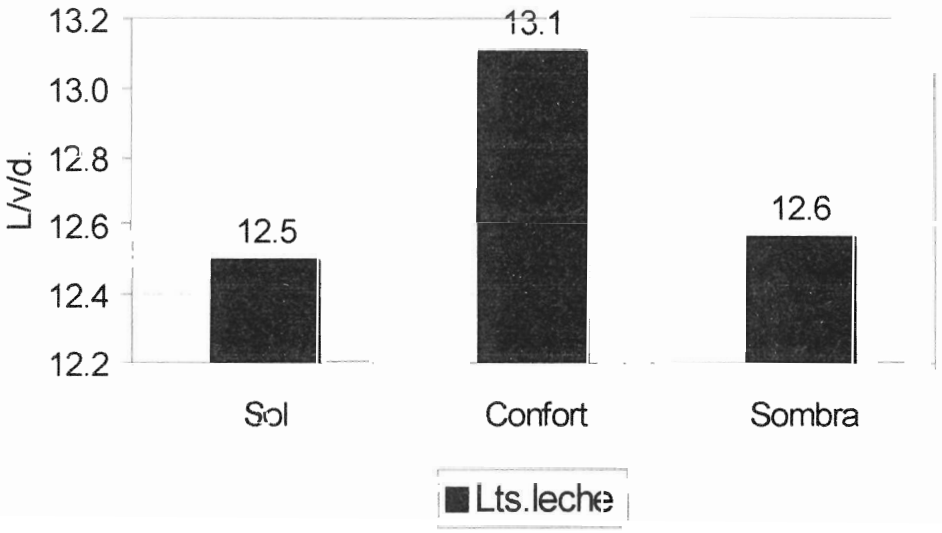
avanzada lactancia de los animales, determina por un efecto de dilución que el porcentaje de grasa aumente. Es conveniente destacar que este componente es el más variable de la leche, presentando variación tanto de origen ambiental como de manejo, vacas subordeñadas retienen leche con el mayor porcentaje de grasa. Otra causa, es por el momento de lactancia, el porcentaje de grasa butirosa aumenta a medida que progresa la lactancia.

El día 27/1, donde se obtuvo la mayor diferencia en producción de leche en favor del tratamiento confort, se dio también un mayor aumento en porcentaje de grasa de 3,64 vs.3,15 confort y sol respectivamente. Esto se explica porque los animales refrigerados tienen mayor rumia en comparación al sol, por lo tanto aumentaría la digestibilidad de la fibra (sorgo forrajero) con un consiguiente aumento del precursor de la grasa (ácido acético). En los animales al sol la menor tasa de rumia provocaría una mayor acidificación en el rumen disminuyendo la producción de ácidos grasos volátiles agudizando la caída en el tenor graso (Flamenbaum, 1996 citado por Azanza y Machado, 1997). Esta caída se agrava por el mayor gasto de energía en los días de alto estrés, por un aumento en la tasa respiratoria (jadeo), disminuyendo el nivel de energía disponible para la síntesis de leche.

4.2.2.3. Leche corregida por grasa (4%).

La leche corregida por grasa al 4%, se obtuvo mediante la ecuación de Gaines: L.C.G. = (Kg. leche * 0,4) + (15 * Kg. grasa), los resultados promedio para cada tratamiento se muestran en la siguiente figura.

Figura 27: Leche corregida promedio de cada tratamiento para todo el ensayo.

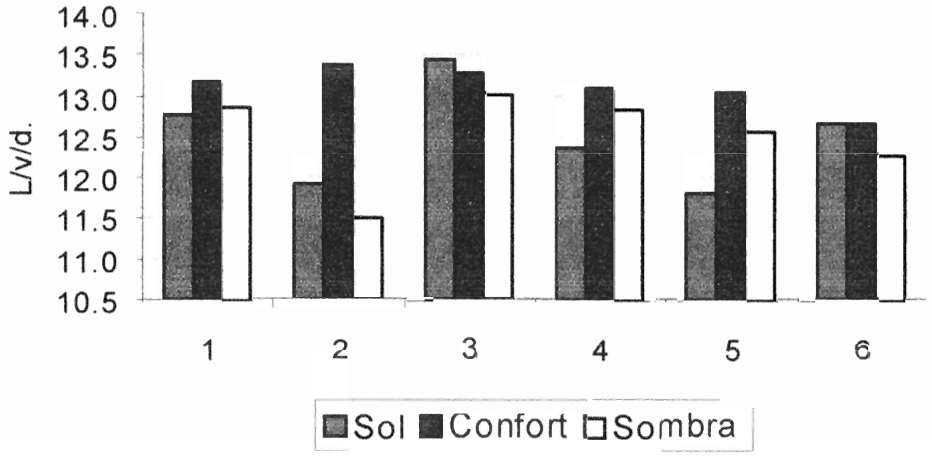


Se encontró igual diferencia (0,6 L/v/d.) que leche sin corregir para el tratamiento confort con respecto al testigo al sol. Esta diferencia (0,6 L/v/d.) no fue significativa (P>0,10) (aplicado el modelo 1, anexo 7) siendo atribuida no solo a la mayor producción de leche sino también al mayor porcentaje de grasa en el tratamiento confort (cuadro 10). Este valor es similar al obtenido por Azanza y Machado, (1997) aunque significativo (P<0,05), hay que destacar que trabajaron con animales con y sin acceso a sombra natural. Mientras que Comerón et.al., (1985) trabajando con animales con y sin acceso a sombra natural, la producción de leche corregida por grasa (4%) fue de 1,1 L/v/d. menos en los animales sin acceso a sombra. Por su parte Tatcher, (1974) en condiciones de enfriamiento por aire acondicionado durante las 24 hs. la diferencia fue de 1,34 L/v/d a favor de los animales acondicionados.

Teniendo en cuenta el promedio semanal de la producción de leche corregida (figura 28) se observa una disminución a lo largo del ensayo, situación similar a la observada en producción de leche sin corregir (figura 23). Los registros al sol observados en las semanas 3 y 6 se deben principalmente al mayor porcentaje de grasa determinando que el tratamiento confort no sea siempre superior como lo ocurrido con leche sin corregir.

La mayor diferencia entre los animales al sol y refrigerados se dio al igual que leche sin corregir en el control 4 (27/1) correspondiente a la segunda semana de ensayo siendo la misma de 3,1 L/v/d. (explicando los resultados del modelo estadístico 2, anexo 7). Esto demuestra el mejor ambiente para producción de leche del mojado-ventilado en condiciones de alto estrés, como fueron las 48 hs. previas al control donde el ITH permaneció 40 hs. por encima del valor crítico de 72.

Figura 28: Evolución del promedio semanal de la producción de leche corregida de cada tratamiento.



4.2.2.4. Proteína.

Este parámetro ha tenido mayor importancia en el pago de la leche por composición, donde a partir del 1ro. de enero de 1997 se le dio más valor a la proteína ya que ahora pesa un 70% y la grasa solo un 30%. Anteriormente cada uno pesaba un 50% en el precio recibido por el productor (Ibarra, 1997).

Durante la estación estival, el constituyente de la leche que presenta una marcada disminución, es el contenido proteico (Valtorta y Gallardo, 1995). Esto estaría explicado por el reducido consumo de materia seca y aumentos significativos en los requerimientos que determinan un balance negativo de nitrógeno en vacas con estrés térmico (Gallardo et.al., 1994). También hay que destacar que los pastos de verano tienen un contenido mas bajo de proteína y un más alto porcentaje de proteína relacionada a la fibra (Flamenbaum, 1994).

En el cuadro 11, se presentan los promedios para todo el ensayo de porcentaje y producción de proteína para los diferentes tratamientos.

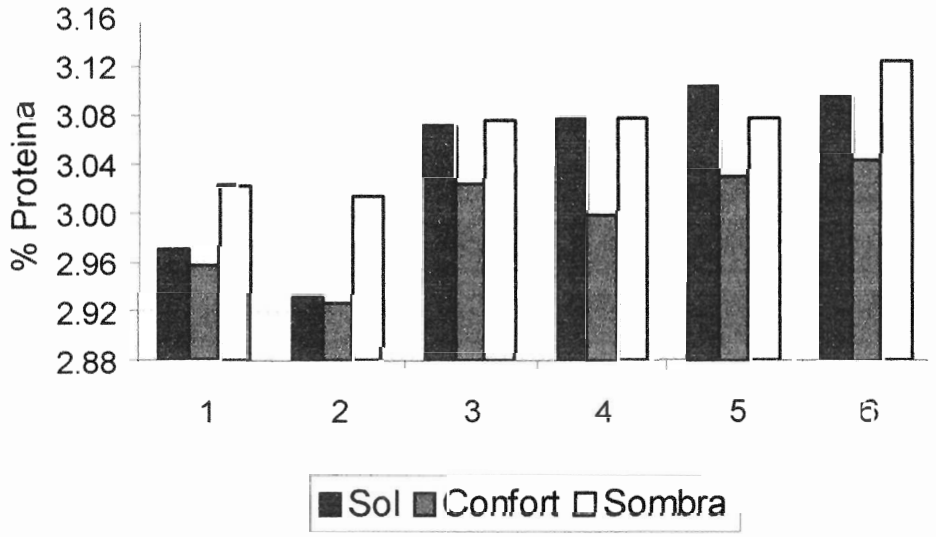
Cuadro 11: Producción y porcentaje de proteína promedio de cada tratamiento.

	Sol	Confort	Sombra
Porcentaje (%v/d)	3,04	3,00	3,06
Producción (Kg/v/d)	0,41	0,42	0,41

Para porcentaje de proteína las diferencias no son significativas (P>0,10) (anexo 8) entre tratamientos, coincidiendo con Roman-Ponce et.al., (1977); Muller et.al., (1994); Madruga de Carvalho et.al., (1996); y Azanza y Machado, (1997) quienes trabajaron con animales con y sin acceso a sombra. Rodríguez et.al.(1986) sin embargo encontraron diferencias significativas, en favor de los animales que disponían sombra.

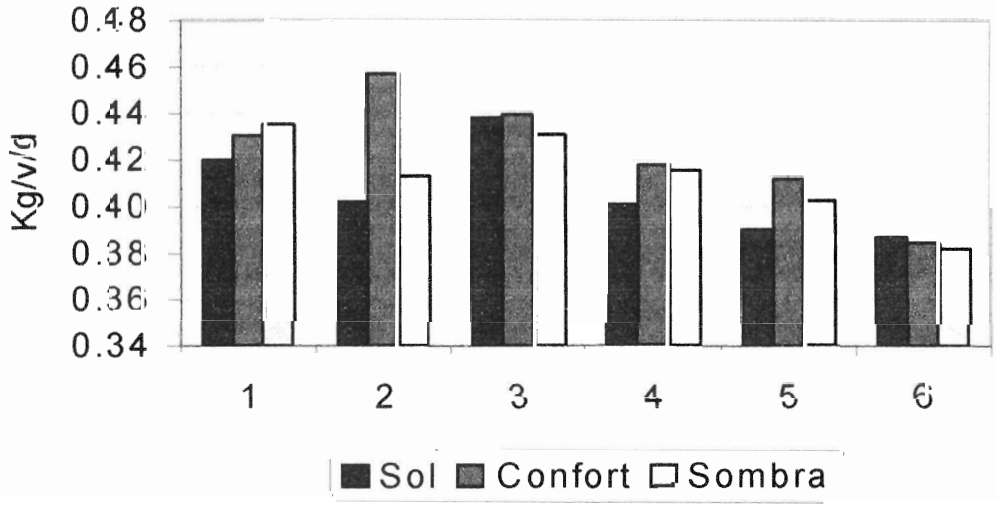
Se puede observar claramente en la figura 29, el menor porcentaje de proteína durante todo el ensayo para el tratamiento confort, esto es debido a un efecto de dilución provocado por la mayor producción de leche (figura 23) en los animales que recibieron mojado-ventilado. La tendencia ascendente hacia el final del período para los tres tratamientos estarían explicado por el mismo efecto, ya que como se aprecia en la figura 23, la producción de leche desciende hacia el final del período.

Figura 29: Evolución del promedio semanal del porcentaje de proteína promedio de cada tratamiento.



Teniendo en cuenta el rendimiento en kilos de proteína (figura 30) se nota como acompaña la evolución semanal de la producción de leche (figura 23), explicando la caída de los kg. de proteína hacía el final del período.

Figura 30: Evolución del promedio semanal de los Kg. de proteína de cada tratamiento.



4.2.2.5. Lactosa y sólido no graso.

Se presentan en el cuadro 12, la producción de lactosa y sólidos no graso expresados en porcentaje promedio de los 18 controles para los tres tratamientos.

Cuadro 12: Lactosa y sólido no graso promedio de cada tratamiento.

	Sol	Confort	Sombra
Lactosa (%/v/d)	4,76	4,66	4,68
Sólidos no graso (%/v/d)	8,50	8,37	8,43

Aplicados el modelo estadístico se observa que no existen diferencias significativas entre tratamiento (P>0,10) (anexo 8) para los porcentaje de lactosa y sólidos no grasos. Ambos componentes tienden a ser menores en los animales del tratamiento confort y presentan una leve superioridad en los animales sin acceso a sombra.

Estos resultados en porcentaje de lactosa no eran los esperados, de acuerdo a lo reportado en la bibliografía revisada (Morrison, 1951; Swan, 1983; Rearte, 1990 citados por Alvarez et.al., 1995), ya que la producción de leche esta positivamente relacionado con síntesis de lactosa (principal azúcar de la leche). Davidson, (1985) citado por Bidegain et.al., (1992) en un experimento suministrando potreros con y sin sombra a vacas Holando en pastoreo, la producción de leche fue dos litros mayor (19,2 vs. 17,2) para el tratamiento con sombra, así como también los porcentajes de lactosa (5,2 vs. 4,99) y de sólidos no grasos, (8,29 vs. 8,13). La pequeña variación que se observa en el porcentaje de lactosa en este experimento, demuestra la estabilidad de este componente frente a las distintas condiciones medioambientales.

En cuanto al contenido de sólidos no grasos (SNG), el menor valor registrado en el tratamiento confort coincidiría con Broster et.al., (1981) citados por Newton, (1994), en que el aumento en producción de leche, determina una reducción de los porcentajes de SNG.

4.2.2.6. Células somáticas.

Este parámetro ha crecido en importancia en estos últimos años y sobre todo a partir de febrero 1997 cuando entro a regir el nuevo sistema de pago de la leche por calidad, basándose en el recuento total y células somáticas (Ibarra, 1997). Se denomina recuento de célula somática total, al número de células en la leche. Bajo condiciones de infección de la glándula mamaria, este aumento esta dado por un mayor número de leucocitos y células epiteliales. El recuento celular es una medida de la tasa de mastitis

subclínica en el rodeo, y por consiguiente de la salud de la ubre. Siendo también una medida de la reacción inflamatoria de los cuartos infectados de las vacas en el rodeo, y así del daño a las células secretorias, este daño es fundamental para el productor por ser el responsable de las perdidas en producción de leche (Booth, 1997)

En la siguiente figura 31, se presenta el recuento de células somáticas (miles/ml.) promedio de los 18 controles para los tres tratamientos. Es conveniente recordar que el recuento de célula somáticas se realizaba en forma individual y para cada ordeñe, a diferencia de lo normal en tambos comerciales, donde las muestras son tomadas del tanque de frío.

No se encontraron diferencias significativas (P>0,10) (anexo 8), en el recuento de células somáticas entre los tratamientos, concordando con Azanza y Machado, (1997). Por su parte Roman Ponce et.al., (1977) determinaron mayor frecuencia de mastitis clínica (19% vs. 9%) en vacas sometidas al efecto del estrés por calor, comparado con el tratamiento sombra.

La menor tendencia registrada en los animales del tratamiento confort para el promedio del ensayo, no fue sin embargo lo observado durante el transcurso del mismo, donde se observa una gran variabilidad entre tratamientos (figura 32).

Figura 31: Células somáticas (miles/ml.) promedio de cada tratamiento.

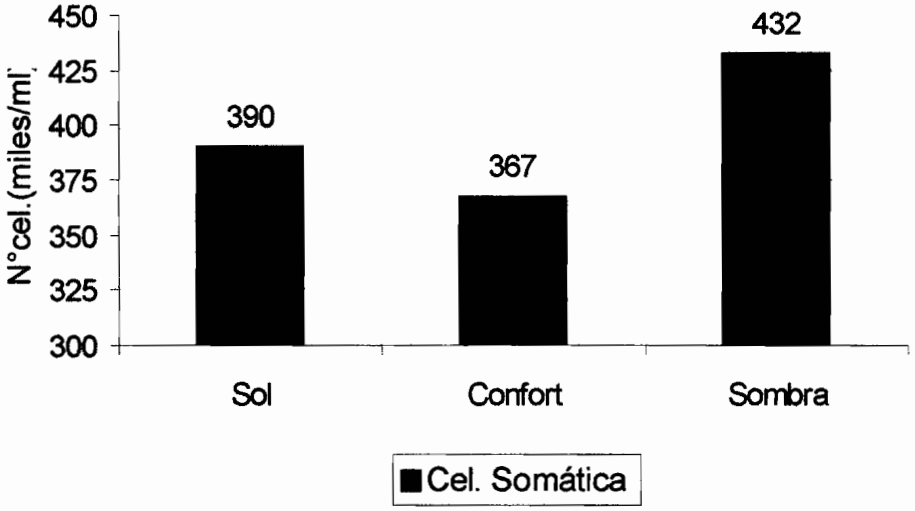
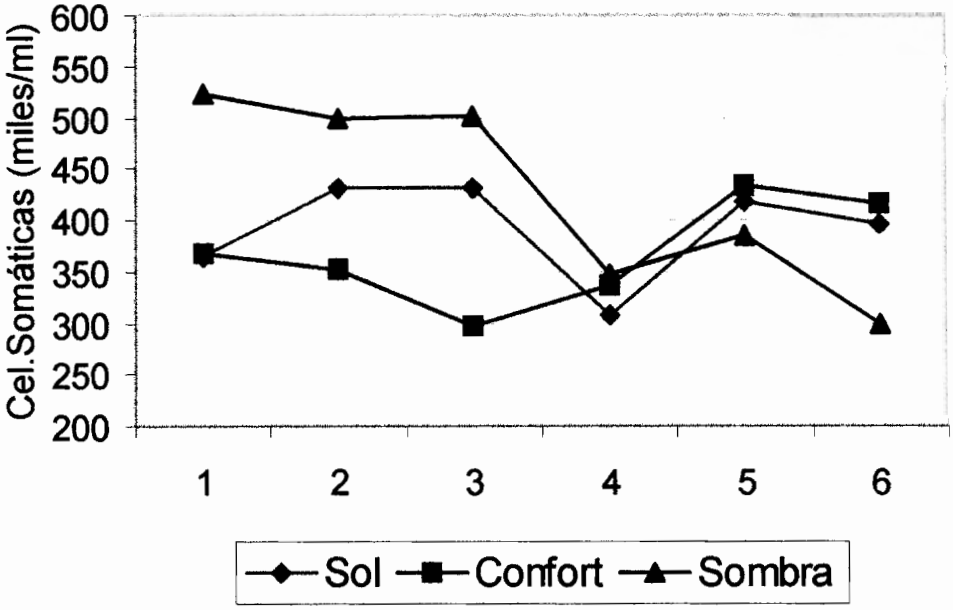


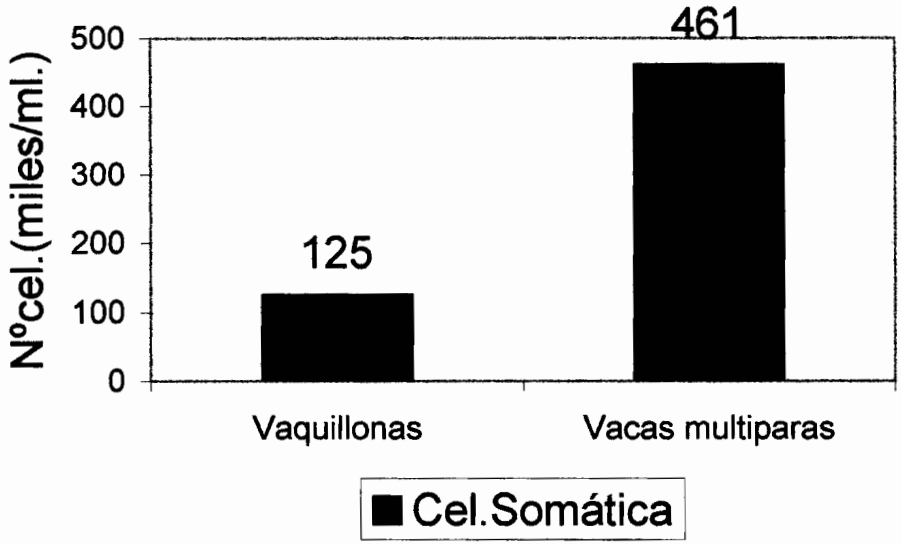
Figura 32: Evolución del promedio semanal del recuento de células somáticas para los diferentes tratamientos.



Existe variabilidad no solo entre tratamientos sino dentro de cada tratamiento siendo explicada esa variabilidad por diversos factores: edad del animal, largo lactancia, muestreos no representativos de la leche, traumas y estrés (Booth, 1997).

En cuanto a la edad del animal, se observó en el experimento un menor recuento de células somáticas en vaquillonas (125 vs. 470 miles/ml.) comparada con vacas multiparas (figura 33), estos valores están lejos a los citados por Bouman, 1998 la cual considera que la leche de una vaca sana tiene menos de 100 mil células/ml, mientras que la de vaquillona generalmente menos de 50 mil/ml. Este mismo autor afirma que una vaca sana casi nunca supera las 200 mil células/ml., lo que nos indica que los animales experimentales presentaban problemas sanitarios, debido a que los valores obtenidos (figura 31) duplican los indicados por este autor.

Figura 33: Células somáticas (miles/ml.) de vacas multiparas y vaquillonas.



Según Bouman, 1998, la variación observada en el conteo de células somáticas entre dos ordeñes sucesivos (mañana y tarde), esta explicada, por el escape de un determinado número de bacterias a la detección de las células defensoras del cuerpo (glóbulos blancos) lográndose esconder en un pequeño absceso de pared muy gruesa, donde la célula defensora no puede entrar. Allí, las bacterias tienen un ambiente ideal para multiplicarse: calor, humedad y comida (leche). Con el tiempo por la presión interna, el absceso se rompe liberando las bacterias, quedando expuestas al ataque de las células, pero cierto número de bacterias se escapan para formar nuevos abscesos. En estos momentos de ataque por bacterias, las células vigilantes mandan un mensaje de auxilio a la sangre donde hay millones de glóbulos blancos (Bouman, 1998). Esto último determina las variaciones en los conteos de células somáticas entre ordeñes para una misma vaca en un corto período de tiempo, como se puede ver en el anexo 5.

Teniendo en cuenta el sistema de puntaje por el cual se paga la leche por calidad, el conteo de células somáticas obtenidos en el experimento, estarían por debajo de las 500 mil células por mililitro correspondiéndole el puntaje máximo y una calidad muy buena. En la formación de precio por calidad se tiene en cuenta actualmente, no solo el conteo de células somáticas sino también el recuento microbiano siendo este último una medida de la higiene del tambo.

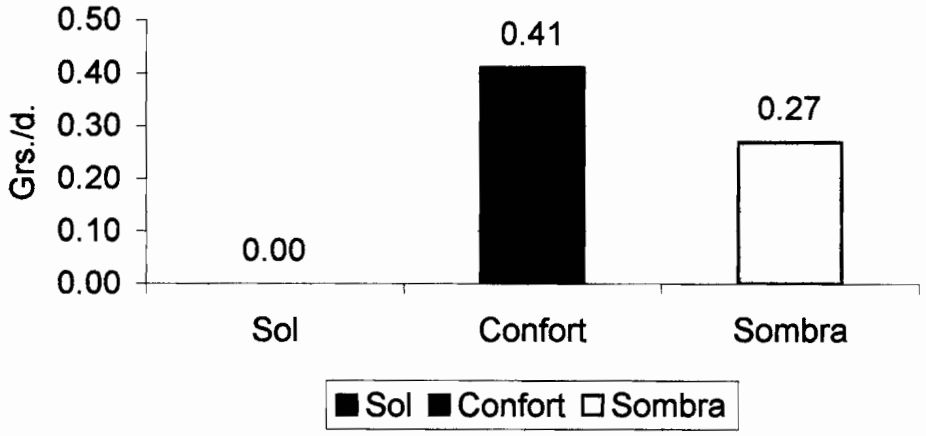
4.2.3. Peso corporal.

Es conveniente recordar que esta variable fue tenida en cuenta en el bloqueo inicial de los animales, siendo sorteados al azar a cada uno de los tratamientos. Se recuerda también que los animales experimentales se encontraban en etapa de lactancia

media avanzada. Durante esta etapa de lactancia, el status energético se mueve de negativo a positivo. Esto se logra no solo por un incremento en la capacidad de consumo de materia seca sino también por un cambio gradual en la partición de nutrientes, de producción de leche hacía deposición de tejido corporal. El efecto global de estos cambios es que la vaca gana peso y en consecuencia condición corporal durante lactancia media y tardía (Haresign y Cole, 1984).

Tomando la diferencia de la primera (18/1) y última pesada (2/3), dividido los 42 días de ensayo nos da la ganancia diaria promedio para cada tratamiento, que se presentan en la siguiente figura. Realizándole el análisis estadísticos correspondiente (anexo 9), se encontraron diferencias significativa ($P<0,05$) entre los tratamientos.

Figura 34: Ganancia diaria de peso vivo promedio del ensayo de cada tratamiento.



Se nota claramente la mayor ganancia diaria de los animales con sombra (0,41grs/d confort y 0,27 grs/d sombra natural) frente al grupo de animales al sol, los cuales permanecieron sin obtener ganancias en los 42 días de ensayo. Lo sucedido en los animales al sol, esta explicado por la partición de energía la cual se destina mayormente para eliminar el exceso de calor corporal, mediante aumentos en la tasa respiratoria (jadeo) (figura 14). Este jadeo, que constituye uno de los mecanismo más efectivos para disipar el calor acumulado, contribuye a aumentar los requerimientos de mantenimiento. Un ejemplo se visualiza para una vaca de 600 Kg. de peso vivo, produciendo 27 Kg. de leche por día, requiere a 35°C un 20% más de energía que a 20°C (Gallardo, 1995). Por su parte, Ledesma et.al., (1995) mencionan que para una respiración ligeramente agitada se incrementa la energía de mantenimiento en un 7%, mientras en un pronunciado jadeo dicho incremento es de un 11-25%.

La ganancia de peso obtenida bajo nuestra condiciones de trabajo (animales de lactancia media avanzada), demuestran el efecto de la sombra y del mojado-ventilado

sobre la recuperación del peso corporal, ya que el estrés calórico en animales de lactancia tardía o en período seco limita la formación de reservas corporales que son esenciales para el nivel de producción de la lactancia siguiente, mientras que en vacas de lactancia media reduce principalmente la persistencia de la lactancia (Flamenbaum, 1996).

4.2.4. Estado corporal.

Se realizó una clasificación objetiva de los animales con el fin de determinar el estado corporal, la escala visual utilizada es de 5 grados (1 vaca muy flaca, 5 vaca gorda en forma exagerada) utilizada en USA (Flamenbaum, 1994b). Los resultados promedios de cada tratamiento se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 13: Estado corporal promedio de cada tratamiento al inicio y fin del ensayo.

Tratamient	Inicia	Final
Sol	3.2	3.2
Confort	3.1	3.3
Sombra	3.2	3.4

Coincidiendo con lo ocurrido con el peso vivo, el estado corporal de los animales con acceso a sombra manifestaron un aumento de 0,2 de condición, significativo ($P<0,01$) (anexo 9). Se demuestra el efecto del estrés en el grupo de animales al sol, los cuales no mostraron variación en la condición corporal, al igual que lo sucedido con el peso corporal.

Debido a que un punto en condición corporal equivale en el ganado lechero a 50-60 Kg. de peso vivo y el aumento obtenido por los animales del tratamiento confort en condición corporal es 0,2 equivalentes a 12 Kg. de peso vivo. Esto coincidiría aproximadamente con el aumento obtenido por dichos animales en los 42 días de ensayo (16 Kg.) (figura 34).

4.2.5. Producción de leche según estación de parto.

Como se hizo mención en el ítem. 3.4, cada tratamiento estaba conformado por 6 vacas de parición de primavera y 2 de parición de otoño. Como manera de medir la incidencia del estrés calórico según la estación de parto se estudio por separado vacas de parición de otoño y de primavera. Se elaboro el siguiente cuadro donde se muestran

datos de producción de leche inicial (estratificación inicial) y el promedio del ensayo para cada tratamiento diferenciado según estación de parto.

Cuadro 14. Producción de leche según estación de parto

	Primavera		Otoño	
	Inicio	Promedio	Inicio	Promedio
Sol	14.5	14.2	12	11.8
Confort	13.7	14.3	13.9	13.8
Sombra	13.7	13.7	13.8	13.8

Se observa en el cuadro, que las vacas de parición de primavera del tratamiento confort tuvieron un aumento en producción de leche de 0,6 L/v/d, mientras que las vacas del tratamiento testigo al sol disminuyeron 0,3 L/v/d, sin embargo las vacas que recibían sombra como única medida de confort no variaron la producción. Se destaca una vez mas el efecto del mojado-ventilado en el aumento en la producción de leche en vacas de lactancia media (parición de primavera). Por su parte las vacas de parición de otoño no mostraron grandes diferencias en producción de leche, explicado en parte por que se encuentran en la etapa final de la lactancia, momento en el cual se cambia el destino de la energía consumida priorizandose las reservas corporales. Lo dicho anteriormente se aprecia en el cuadro 15, donde las vacas de parición de otoño tuvieron mayores ganancias que las de primavera exceptuándose el tratamiento sombra de otoño. Es de destacar que el mismo esta compuesto por una sola vaca, debido a la eliminación de su compañera (caravana N° 1256), por motivos explicados en el ítem. 3.4. En cambio las ganancias diarias de las vacas que parieron en primavera y que recibieron algún tipo de confort (sombra sola o mojado-ventilado) fueron mayores que las vacas testigo al sol.

Cuadro 15. Ganancia de peso de las vacas de cada tratamiento diferenciales según estación de parto.

	Ganancia diaria (Kg/a/d)	
	Primavera	Otoño
Sol	-0.08	0.12
Confort	0.19	0.29
Sombra	0.15	-0.10

Finalmente podemos concluir que en vacas que parieron en primavera, por lo cual se encuentran en etapa de lactancia media, y se les aplicó el tratamiento confort (mojado-ventilado) en dos momentos del día, no solo tuvieron un aumento en la producción de leche (0,6 L/v/d) sino que también presentaron mayores ganancias diarias

(0,19 Kg/a/d). Mientras que los animales que recibieron solamente sombra, como una medida simple de confort, no mostraron aumentos en la producción de leche pero si aumentaron de peso (0,15 Kg/a/d), lo cual reflejaría el mejor ambiente para estos animales, con respecto al tratamiento testigo (sol). Lo observado en los animales del tratamiento sol (cuadros 13 y 14), es de tener en cuenta a nivel de predios comerciales, ya que el 30% del rodeo pare en primavera y debido a la intensificación de los pastoreos los animales quedan expuestos al sol en las horas de mayor carga calóricas.

5. CONCLUSIONES.

El confort brindado a los animales por intermedio del sistema combinado sombra-mojado-ventilado, proporciona un ambiente más confortable para los procesos productivos (producción de leche y ganancia de peso) que la sombra natural sola, reflejados en la temperatura del globo negro. Los registros de temperatura en el ambiente refrigerado (confort) para las lecturas de las 12 y 16:30 hs., se situaron en promedios 15 y 5°C por debajo a los registrados al sol (testigo) y sombra natural (Eucalyptus) respectivamente.

Con temperaturas de globo negro al sol mayores a 30°C por la mañana, se pueden determinar condiciones estresantes para los animales durante ese día, reflejados en temperatura rectal.(este es un punto donde hay que seguir profundizando en futuros trabajos de investigación sobre el tema).

En condiciones de estrés térmico (ITH>72), se produce un aumento estadísticamente significativos ($P<0,01$) en las variables de respuesta fisiológicas, (temperatura corporal y tasa respiratoria) en el grupo de animales sin acceso a sombra. Sin embargo estos animales tienen un período de recuperación nocturno (12 hs. con ITH<72), suficiente como para normalizar las variables fisiológicas, llegando incluso, a la mañana siguiente con valores de temperatura corporal menores que los animales con acceso a sombra.

Los valores de ITH obtenidos, presentaron una gran variabilidad dentro del día y entre días, determinando que los animales no estuvieran por largos período de tiempo bajo condiciones de estrés térmico. Observándose que el ITH mínimo y máximo se registraron, entre las 6-8 hs. y 15-18 hs. respectivamente.

Se obtiene un aumento de 4,4% en producción de leche en los animales que recibieron refrigeración aunque no es significativo. En los componentes de la leche, no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos. En el tema calidad de leche, se observó gran variabilidad en el conteo de células somáticas entre tratamientos, dentro de cada tratamiento y entre ordeñes sucesivos. Para la realización de un futuro trabajo recomendamos disponer de datos de composición de leche al inicio del ensayo, para un mejor análisis de los resultados.

En ganancia diaria de peso los tratamientos con sombra tuvieron ganancias significativas de 0,44 y 0,27 grs./d. confort y sombra natural respectivamente, mientras que el grupo testigo al sol permaneció a mantenimiento.

Se trabajo con animales de lactancia media avanzada lo que determinó que los aumentos de producción no fueran mayores a los registrados debido a que en esta etapa de lactancia el animal destina parte de la energía consumida a reponer reservas corporales para el parto y la consecuente lactancia.

Se confirma lo citado por la bibliografía, con respecto a que en animales de lactancia media avanzada y con bajos niveles de producción, la aplicación de un tratamiento de sombra-mojado-ventilado tiene un marcado efecto en las variables de respuesta fisiológicas y ganancia de peso corporal, pero no produce un aumento importante en la producción de leche.

Cabe mencionar que los datos presentados en este trabajo corresponden a un verano y a un sistema de producción en particular, por lo que no se puede generalizar para caracterizar el ambiente y los niveles de producción a alcanzar en esta época del año en la zona Norte.

Como comentario final, queremos destacar que la aplicación de un tratamiento de confort (sombra-mojado-ventilado) queda supeditado a las condiciones ambientales del verano y más precisamente a las condiciones de cada día en particular.

Continuar realizando trabajos de investigación sobre el tema.

6. RESUMEN.

En él tambo de la Estación Experimental San Antonio de la Facultad de Agronomía (EEFAS), ubicado en la ruta 31, km. 21, del departamento de Salto, en el período comprendido entre el 12/1/97-2/3/98, fue llevado a cabo un ensayo. El objetivo de este ensayo, fue determinar el efecto de diferentes "confort térmicos", sombra natural y un sistema combinado de mojado-ventilado, sobre la producción y composición de leche y respuesta fisiológica (temperatura rectal y ritmo respiratorio). Se utilizaron 24 vacas Holando, conformando 3 tratamientos con 8 vacas cada uno. La diferencia entre los tratamientos consistió en el confort térmico brindado a los animales en las horas de mayor carga calórica (11 hs. a 16 hs.) determinándose tres tratamientos: T1- sin confort (testigo al sol), T2- triple confort (sombra, mojado y ventilado) y T3- simple confort (sombra natural). La alimentación no difiere con los diferentes tratamientos, se basó principalmente en el pastoreo directo de pradera en la mañana y sorgo forrajero durante la noche, suplementado con 6 Kg./animal/día de Afrechillo de Trigo, los cuales eran suministrados 2 Kg. en cada ordeñe y 2 Kg. durante el encierre estratégico (asignados al lote). Los resultados de producción y composición de leche no muestran diferencias significativas ($P>0,10$). Observándose sí, un aumento en producción de leche sin corregir de 0,6 L./v./d. (4,4%), a favor del tratamiento triple confort (T2). En cuanto a leche corregida por grasa al 4%, la diferencia es de 0,6 L./v./d. (4,8%). Esta misma tendencia a favor del T2, se registró en porcentaje y Kgs. de grasa y proteína. Al relacionar la ganancia de peso con la producción de leche es interesante resaltar que los animales refrigerados tuvieron mayores ganancias diarias (0,4 Kg./d.) ($P<0,05$) y 4,4% más de leche, con respecto al T1 sin acceso a sombra. En cuanto a los registros de la temperatura rectal de la mañana, no presentó diferencias significativas ($P>0,10$) entre los tratamientos, demostrando que el período de recuperación térmica nocturno es suficiente para restablecer la temperatura normal en los animales al sol (T1). En la tarde, los animales refrigerados presentan valores significativamente menores ($P<0,01$) de temperaturas con respecto al tratamiento testigo (T1). Mientras que el ritmo respiratorio de la mañana, al igual que la temperatura rectal, tampoco presentó diferencias significativas ($P>0,10$), pero sí para la medición de la tarde ($P<0,01$), donde los animales refrigerados presentaron menores registros de tasa respiratoria. Determinándose la efectividad del tratamiento mojado-ventilado (T2) para disipar el calor acumulado, llegando incluso a registrarse menores respiraciones por minuto que en la mañana. Las diferencias registradas a favor del tratamiento confort en las variables de respuesta fisiológicas, nos demuestran la efectividad del refrigerado en la disminución del estrés calórico. Este beneficio sin embargo, no se tradujo en una mayor producción de leche, explicado por la etapa de lactancia (media-avanzada) en que se encontraban los animales del experimento y por los bajos niveles de producción.

7. SUMMARY.

At San Antonio Experimental Station's dairy (belonging to the University of Agronomy), situated in km. 21, road 31 (Salto) in the period between 12/1/97-2/3/98, it was carried out an experiment. The object was to determinate the effect of different "thermical comfort", natural shadow and a combined system of wet-ventilated. About the production and composition of milk and the physiologic response (rectal temperature and respiration rates). There were used 24 Holstein cows, making three treatments with eight cows each of those ones. The difference between the treatments consisted in the thermical comfort given to animals in the hours of higher temperature (11-16 hs.) which determinated three treatments: T1 without comfort (group control), T2 triple comfort (shadow - wet - ventilated) and T3 simple comfort (natural shadow). Feeding does not differ from the different treatments and was principally based in direct pasture from meadow in the morning and sorghum for forage during the night, supplemented with 6 Kg./cows/day of wheat bran, which were given 2 kgs. on each moment to milk and 2 Kgs. during the strategic closing (given to the group). The results of the production and composition of milk do not show significant difference is ($P>0,10$). However, it was observed an increase on the production of the milk with correction of 0,6 Kg./cow/day (4,4%) in favour of triple comfort treatment (T2). About milk corrected by fat (4%), the difference is of 0,6 Kg./cow/day (4,8%). This tendency in favour of T2 was registered on average and Kg. of fat and protein. Relating the gain of weight to the milk production, it is interesting to remark that cooling animals had higher diary gains (0,4 Kg./cow/day) and 4,4% more milk, as fort T1 without access to shadow. About registers of rectal temperature during the morning, it did not show significant differences between the treatments, proving that nocturnal period of thermical recuperation is enough to re-establish the normal temperature between animals exposed to sunlight (T1). However, in the afternoon, cooling animals show lower temperature values ($P<0,01$) as for T1. Respiratory rate of the morning, as rectal temperature, nether showed significant differences but it did show for the afternoon measurements ($P<0,01$), when cooling animals showed lower registers of respiratory rate. It was determinate the effectiveness of wet-ventilated treatment (T2) for dissipating the accumulated heat and were reached a lower respiratory rate per minute than in the morning. The differences registered in favour of treatment comfort in variables of physiologic response, show the effectiveness of wet-ventilated system in decrease of caloric stress. However, this benefit did not produce a higher milk production, which was explained because animals were in lactation period (mid - lactation) and due to low levels of production.

8. BIBLIOGRAFIA.

1. AGUERRE, P.; FRANCO, F. 1991. Efecto del acceso a sombra sobre el comportamiento y performance de vacas en lactación pastoreando maíz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 86p.

2. ALVAREZ, A.; HIRIAT, C.; URRUTIA, A. 1995. Suplementación de vacas lecheras pastoreando praderas con afrechillo de trigo y pulpa de citrus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 99p.

3. ARMSTRONG, D.V. 1994. Heat Stress Interaction with Shade and Colling. Journal of Dairy Science. 77:2044-2050.

4. AROCENA, R.; BARRENECHE, L.G.; CARRAU, M.A. 1987. Valor nutritivo, producción de leche y capacidad de carga de sudangras y de una mezcla de sudangras con trébol rojo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 192p.

5. ARTOLA, A.; CARAMBULA, M. 1978. Comportamiento de cultivares de sorgo para ensilar. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay, (2da. época) n° 11:33-39.

6. --------; DURAN, H. 1977. Sorgo forrajero para la producción de leche. Uruguay. Centro de Investigaciones " Alberto Boerger". Boletin de divulgación. 19p.

7. AZANZA, J.; MACHADO, E. 1997. Efecto de la disponibilidad de sombra en verano, en vacas lecheras con distintos niveles de producción. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 121 p.

8. BERMAN, A.; FOLMAN, Y.; KAIM, M.; MAMEN, M.; HERZ, Z.; WOLFENSON, D.; ARIELI, A.; GRABER, Y. 1985. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical climate. Journal of Dairy Science. 68:1488-1499.

9. --------; WOLFENSON, D.1992. Environmental Modifications to Improve Production and Fertility. In.Van Horn H. H. and Wilcox, C. J., eds. Large dairy herd management. American Dairy Science Association. 15:126-134.

10. BIDART, D. 1997. Tambo: Como combatir el calor. Chacra (Argentina) 67 (794): 38-40.

11. BIDEGAIN, J. J.; DIAZ, J.; SANCHEZ, P. F. 1992. Efecto del tipo de concentrado sobre la performance productiva de vacas Holando pastoreando sorgo forrajero. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 127 p.

12. BOUMAN, M. 1998. Calidad de leche: Mastitis. Uruguay. Plan Agropecuario. Ministerio Ganadería Agricultura y Pesca (MGPA). Fascículo N° 19. 12p.

13. BRAY, D.R.; BEEDE, D.K.; BUCKLIN, R.A.; HAHN,G.L. 1992. Cooling, shade, and sprinkling. In. Van Horn, H. H. and Wilcox, C. J., eds. Large dairy herd management. American Dairy Science Association. 66: 655-663.

14. BROS, B. 1997. Vacas frescas para más leche. Agricultura de las Américas. (E.U.A.). 46(1) :16-18.

15. BUCKLIN, R.A.; HAHN, G.L.; BEEDE, D.K.;BRAY, D.R. 1992. Physical facilities for warm climates. In. Van Horn, H. H. and Wilcox, C. J., eds. Large dairy herd management. American Dairy Science Association. 62: 609-618.

16. CARAMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Ed. Hemisferio Sur. pp. 243-271.

17. CHAN, S.C.; HUBER, J.T.; CHEN, K.H.; SIMAS, J.M.; WU, Z.1997. Effects of Ruminally Inert Fat and Evaporative Cooling on Dairy Cows in Hot Environmental Temperatures. Journal of Dairy Science. 80:1172-1178.

18. CHEN, K. H.; HUBER, J. T.; THEURER, C. B.; WANDERLEY, R. C.; ARMSTRONG, D. V.; SULLIVAN, J. L.; CHAN, S. C.; SIMAS, J. 1991. Effect of supplemental protein quality cooling on performance of lactating cows during hot weather. Journal of Dairy Science. 74: supplement 1, 181.

19. COLLIER, R. J.; ELEY, R. M.; SHARMA, A. K. 1981. Shade management in subtropical environment for milk yeld and composition in Holstein and Jersey cows. Journal of Dairy Science 65 (5): 844-849.

20. COMERON, E.; ANDREO, N.; QUAINO, O. 1985. Efecto de la sombra natural en la producción de leche de vacas Holando Argentino. Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Informe para Extensión n° 56.

21. DE LA SOTA, R. L.; RISCO, C. A.; TATCHER, W. W. 1994. A target Reproductive Management Program to Increase Heat Detection and Conception Rate to First Service in Large Dairy Herds of Florida. Dairy Science Department. Florida Dairy Farmers Milk Check-Off Program.Univesity of Florida. Gainsville, F1.32611. USA.

22. --------, 1995. Manejo Reproductivo de rodeos de alta producción bajo condiciones de estrés calóricos. In. Jornadas Técnica sobre el estrés por calor y su impacto en rodeos de alta producción lechera. (Rafaela, Santa Fé, Argentina) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Agronomía y Veterinaria. Conferencias presentadas. pp.25-35.

23. DU PREEZ, J. H.; HATTINGH, P. J.; GIESECKE, W. H.; EISENBERG, B. E. 1990(a). Heat stress in dairy cattle under Southern African conditions. II. Identification of areas of potential heat stress during summer by means of observed true and predicted temperature-humidity index values. The Onderstepoort Journal of Veterinry Research. 57:183-187 p.

24. --------; --------; --------; --------. 1990(b). Heat stress in dairy cattle and other livestok under Southern African conditions. III. Monthly temperature-humidity index mean values and thair significance in the performance of dairy cattle. The Onderstepoort Journal of Veterinry Research. 57:243-348 p.

25. FABREGAS, C.; AGUERRE, T.; MATTEO, L. A.; PEREIRA, H. 1978. Producción de leche con pasturas estivales. Paysandú, Uruguay, Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC). 41p.

26. FAGGI, D. 1976. Utilización de pastura en ganado lechero. In. Seminario de producción lechera (2°). (Paysandú, Uruguay) Ministerio de Educación y Cultura.

28. FERNANDEZ, C. F.; BERACOCHEA, A. V. 1988. Efecto de la fertilización fosfatada en el rendimiento del sorgo forrajero. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 144 p.

27. FERNANDEZ, D. H.; MOLINARI, C. E. 1978. Evaluación de las lactancias según la época de parición. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 113 p.

29. FLAMENBAUM, I. 1986. Cría de ganado lechero en zonas cálidas. Tel Aviv Estado de Israel. Servicio de Extensión, Ministerio de Agricultura.

30. --------; WOLFENSON, D.; MAMEN, M.; BERMAN, A. 1986. Cooling dairy cattle by a combination of sprinkling and forced ventilation and its implemantion in the shelter system. Journal of Dairy Science 69: 3140-3147.

31. --------, 1994(a). Factores que afectan la producción lechera en la zona norte. Uruguay. Comisión Honoraria del Plan Agropecuario. Informe de Consultoría. s.p.

32. --------, 1994(b). Evaluación de la situación corporal de vacas lecheras. Tel Aviv Ministerio de Agricultura de Israel. pp 6.

33. --------; WOLFENSON, D.; KUNZ, P. L.;MAMEN, M.; BERMAN, A. 1995. Interacctions between body condition at calving and cooling of dairy cows during lactation in summer. Journal of Dairy Science 78(10): 2221-2229.

34. --------; 1996. Heat stress relief from high producing israeli cows in summer. In International Symposium On: Intensive Milk Production In Israel Under Hot Climate Conditions. Tel-Aviv, Israel 14-5-1996.

35. GAALAAS, R. F.1945.Effect of atmospheric temperature on body temperature and respiration rate of Jersey cattle. Agricultural Research Administration, U.S. Department of Aagriculture. p. 555-563.

36. GALLARDO, M.; CASTRO, H.; CASTILLO, A. 1994. Estrategia de alimentación y manejo de las pasturas en verano. Curso de Actualización sobre Alimentación de Ganado Lechero Salto, 1994. Trabajos presentados, Salto, Estación Experimental de Facultad de Agronomía. sp.

37. --------,1995. Una buena sombra significa mas leche. La Propaganda Rural. (Uruguay) 1468: 16–19 p.

38. --------; VALTORTA, S.; CASTRO, H. 1995. Efectos de la sombra artificial sobre la producción de leche en verano. Reunión técnica para productores, Rafaela 1995. Trabajos presentados. INTA Estación Experimental Agropecuaria Rafaela.sp.

39. --------;--------. 1995. El estrés por calor en vacas de alta producción claves para el manejo nutricional. In Jornadas Técnica sobre el estrés por calor y su impacto en rodeos de alta producción lechera. (Rafaela, Santa Fé, Argentina) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria/ Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Conferencias presentadas. pp. 11-23.

40. GAYO, J.C. 1998. El ambiente y la producción animal. Revista Plan Agropecuario (Uruguay). 78:17-20 pp.

41. GOROSITO, R. 1994. Estrés por Calor en el Tambo. Super Campo (Argentina). 1 (3):10-12 pp.

42. HARESIGN,W.;COLE,D.J.A. Recent advances in animal nutrition. In. Annual nutrition conferences for feed manufactures, (18 th,1984,University of Nottingham) 1984.London: Butterworths.260p.

43. HARRIS, D. L.; SHRODE, R. R.; RUPEL, I. W.; LEIGHTON, R. E. 1960. A study of solar radiation as related to physiological and production responses of lactating Holstein and Jersey cows. Journal of Dairy Science. 43:1255-1262 pp.

44. HER, E.; WOLFENSON, D.; FLAMENBAUM, I.; FOLMAN,Y.; KAIM, M.; BERMAN, A.1987. Thermal, productive, and reproductive responses of high yielding cows exposed to short-term cooling in summer. Journal of Dairy Science 71: 1085-1092 pp.

45. HERNANDEZ, O.A.; ABIUSSO, N.G.1969. Efecto de distintas intensidades y utilización de sorgo forrajero sobre el rendimiento en pasto, materia seca, proteína y carbohidratos solubles. Revista de Investigaciones Agropecuarias. INTA, Bs.As. (Argentina), Serie 2, Biología y Producción Vegetal, 6(7):131-144 pp.

46. HUBER, J.T.; HIGGINBOTHAM, G.;GOMEZ-ALARCON, R.A.; TAYLOR, R.B.; CHEN, K.H.; CHAN, S.C.; WU, Z.1994. Heat Stress Interactions with Protein, Supplemental Fat, and Fungal Cultures. Journal of Dairy Science 77: 2080-2090 pp.

47. INGRAHAM, R.H.; GILLLETE, D.D.;WAGNER, W.D.1974 Relationship of temperature and humidity to conception rate of Holstein cows in subtropical climate. Journal of Dairy Science 57(4): 476-481 pp.

48. JACOBSEN, K.L.,1996. Importancia económica del bienestar animal. Super Campo (Argentina). 2 (17):13-16 pp.

49. JOHNSTON, J E.1958. The effects of high temperature on milk production. Journal of Heredity. 49(2):65-68 pp.

50. LEDESMA, M.; VIDART, D.; CARRILLO, P. 1995. Producción Ganadera durante los meses calurosos. S.n.t.

51. LESSER, A.1995. Alternativas para atenuar los inconvenientes que provocan las altas temperaturas del verano en las vacas lecheras. Infortambo (Argentina) 72:52-54.

52. MADRUGA DE CARVALHO, N.; OLIVO, C. J.; TRONCO, V.; BURIOL, G. A. 1996. Efeitos da disponibilidade de sombra, durante o verão, sobre a composição do leite de vacas da raça Holandesa. Revista Brasileira de Agrometeorologia (Santa María, Brasil) 4 (2):19-24.

53. MEANS, S. L.; BUCKLIN, R. A.; NORDSTEDT, R. A.; BEEDE, D. K.; BRAY, D. R.; WILCOX, C. J.; SANCHEZ, W. K. 1992. Water application rates for a sprinkler and fan dairy cooling system in hot, humid climates. Applied Engineering in Agriculture. 8(3): 375-379.

54. MESA, L. L.; PICCININO, F.; TASENDE, P. J. 1988. Evaluación de sorgo y maíz para producción de leche. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 282 p.

56. MULLER, C. J.; BOTHA, J. A.; SMITH, W. A. 1994a. Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a Mediterranean climate in Shouth Africa.1. Feed and water intake, milk production and milk composition. Shout African Journal of Animal Science. 24(2) 49-55.

57. --------; --------;--------. 1994b. Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a Mediterranean climate in Shouth Africa.3. Behaviour. Shout African Journal of Animal Science 24(2) 61:66 pp.

58. NEWTON, R. 1994. Comparación de afrechillo de trigo, arroz y sorgo molido para producción de leche. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 80p.

59. PEREIRA, E. 1976. Manejo em Milheto e Sorgo para pastejo. Anuario Técnico do Instituto do Pesquisas Zootécnicas Francisco Osorio, (Brasil), 3:305-316 pp.

59. PURWANTO, B. P.; HARADA, M.; YAMAMOTO, S. 1996. Effect of drinking water temperature on heat balance and thermoregulatory responses in dairy heifers. Australian Journal of Agricultural Research 47(4): 505-512 pp.

60. REARTE, D. 1990. Alimentación y composición de la leche en los sistemas pastoriles. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Centro Regional Buenos Aires Sur. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. I.N.T.A. 81p.

61. ROMAN-PONCE, H.; THATCHER, W. W.; BUFFINGTON,D.E.; WILCOX, C. J.; VAN HORN, H. H.1977. Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. Journal of Dairy Science 60(3): 424-430.

62. RYAN, D. P.; BOLAND, M. P.; KOPEL, E.; ARMSTRONG, D.; MUNAYAKAZI, R. A.; GODKE, R. A.; INGRAHAM, R. H. 1991. Evaluating two different evaporative cooling management systems for dairy cows in a hot, dry climate. Journal of Dairy Science 75: 1052-1059.

63. SANCHEZ, W. K.; McGUIRE, M. A.; BEEDE, D.K. 1994. Macromineral Nutrition by Heat Stress Interactions in Dairy Cattle: Review and Original Research. Journal of Dairy Science 77:2051-2079.

64. SHEARER, J. K.; BEEDE, D. K.; BUCKLIN, R. A.; BRAY, D.R. 1991. Environmental modifications to reduce heat stress in dairy cattle. Heat Stress: part 3. Agri-Practice. 12(4): 7-18.

65. SHULTZ, T. A. 1992. Animal behavior related to physical facilites. In Van Horn, H.H. and Wilcox, C.J. Ed. Large dairy herd management. American Dairy Science Association. 67:664-671 pp.

66. THATCHER, W. W. 1974. Effects of season, climate, and temperature on reproduction and lactation. Journal of Dairy Science 57(3):360-368.

67. --------; STAPLES, C.R.1995. Efecto del estrés calórico y la nutrición sobre la performance reproductiva. Nuevas estrategias para mejorar la eficiencia reproductiva. In. Jornadas Uruguayas de Buiatría (Paysandú, Uruguay). Trabajos presentados.

68. TURNER, L. W.; CHASTAIN, J. P.; HEMKEN, R. W.; GATES, R. S.; CRIST, W. L. 1989. Reducing heat stress in dairy cows through sprinkler and fan cooling. Paper American Society of Agricultural Engineers N° 89 (4025) 17.

69. VALTORTA, S.; GALLARDO, M. 1995. Ambiente estival: su impacto y modificaciones. In Jornadas Técnica sobre el estrés por calor y su impacto en rodeos de alta producción lechera. (Rafaela,Santa Fé, Argentina) Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria/ Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Conferencias presentadas.1-10 pp.

70. --------; -------- 1996. El estrés por calor en la producción lechera. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Miscelánea, N 81. pp.173 - 185.

71. VASALLO, C. 1972. Efecto de la época de parto y número de lactancias sobre el rendimiento de la lactancia. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 70 p.

72. VELARDO, A. 1976. Utilidad del control lechero. Revista del Plan Agropecuario. (Uruguay). Nº 8:10-11.

73. WANG, J. W.; LU, S. Y.; HU, Y. C.; YANG, T. W. 1993. Effect of evaporative cooling on lactation and reproduction of Holstein cows in summer. Jurnal of the Chinese Society of Animal Science. 22 (2): 163-173.

74. WEBSTER, A. J. F. 1976. Influencia del clima sobre el metabolismo del ganado. In. Swan, H. y Broster, W.H. Principios para la producción ganadera. Grigera, J. Primera edición en español 1982. Buenos Aires, Argentina. Ed. Hemisferio Sur. pp. 101-119.

75. WOLFENSON, D; FLAMENBAUM, I; BERMAN A. 1988a. Dry period heat stress relief effects on prepartum progesterone, calf birth weight, and milk production. Journal of Dairy Science 71: 809-818.

76. --------; --------; --------. 1988b. Hypherthermia and body energy store effects on estrous behavior, conception rate, and corpus luteum function in dairy cows. Journal of Dairy Science 71: 3497-3504.

9. ANEXO.

Anexo 1: Características de los tratamientos al inicio del ensayo.

Tratamientos	Caravana	Bloque	Fecha parto	Dias lactancia	L/v/d	Peso vivo
1	819	1	29/09/96	102	18	437
1	200	2	2/11/96	69	16.2	429.5
1	112	3	24/09/96	110	13.5	458
1	2396	4	7/11/96	64	14.2	482.7
1	900	5	13/11/96	58	13.2	548.2
1	313	6	25/09/96	108	11.7	356
1	118	7	5/04/96	280	12.4	500
1	226	8	17/04/96	268	11.6	439
Promedio Tratamiento Sol				**132**	**13.85**	**456.3**
2	206	1	21/11/96	50	17.6	434
2	626	2	9/10/96	93	16.8	454.6
2	120	3	28/09/96	103	13.7	425.2
2	800	4	13/11/96	58	10.4	391
2	810	5	5/11/96	66	12	384.7
2	311	6	20/09/96	111	11.9	388
2	815	7	4/04/96	281	13.4	558.8
2	213	8	13/08/96	150	14.4	423.2
Promedio Tratamiento Confort				**114**	**13.78**	**432.4**
3	822	1	21/11/96	50	17.8	440.5
3	71	2	1/11/96	70	16.4	540
3	318	3	22/09/96	109	11.8	379
3	205	4	5/11/96	66	11.6	406
3	308	5	26/10/96	76	12.6	370
3	306	6	30/09/96	101	11.9	406.6
3	1256	7	1/04/96	284	11.7	621
3	S/C	8	2/05/96	251	13.8	430.7
Promedio Tratamiento Sombra natural				**126**	**13.45**	**449.2**
Promedio General Inicio Ensayo				**124**	**13.7**	**446.1**

Anexo 2: Horas diarias según ITH .

Fecha	ITH > 72	ITH > 74	ITH>78	ITH < 72
19/01/97	20	12	1	4
20/01/97	13	7	0	11
21/01/97	8	0	0	16
22/01/97	8	0	0	16
23/01/97	10	0	0	14
24/01/97	15	14	7	9
25/01/97	21	14	6	3
26/01/97	19	15	2	5
27/01/97	16	10	1	8
28/01/97	16	14	9	8
29/01/97	13	5	0	11
30/01/97	12	10	0	12
31/01/97	13	12	5	11
1/02/97	20	15	14	4
2/02/97	12	6	1	12
3/02/97	14	14	8	10
4/02/97	18	18	9	6
5/02/97	0	0	0	24
6/02/97	4	0	0	20
7/02/97	12	10	0	12
8/02/97	15	14	8	9
9/02/97	24	22	14	0
10/02/97	12	10	4	12
11/02/97	3	0	0	21
12/02/97	8	1	0	16
13/02/97	13	12	7	11
14/02/97	13	13	6	11
15/02/97	15	15	10	9
16/02/97	13	8	6	11
17/02/97	15	14	6	9
18/02/97	16	13	9	8
19/02/97	10	2	0	14
20/02/97	0	0	0	24
21/02/97	8	1	0	16
22/02/97	14	9	0	10
23/02/97	12	7	0	12
24/02/97	15	13	8	9
25/02/97	22	16	13	4
26/02/97	24	23	9	0
27/02/97	16	13	6	8
28/02/97	11	9	1	13
Promedio	**13**	**10**	**4**	**11**

Anexo 3: Lectura diaria de temperatura del globo negro para los diferentes tratamientos, para 6 horas del día.

	T° Globo Negro Sol						T° Globo Negro Confort						T° Globo Negro Sombra					
Hora	6	9	12	15	16:30	18	6	9	12	15	16:30	18	6	9	12	15	16:30	18
19/1	21.5	41.5	45.5	48	47.2	43.8	22	33	24	38.5	31	34.5	22.2	29	33	35	34	33
20/1	17	35	45	47	48	44	18	27.5	22	37.2	29	33	18.5	26	33.8	32.1	33	32
21/1	20	38.1	49.8	48.2	49	40	20.5	31.1	24.2	36.5	23	32.5	20.5	27.1	33.5	33.2	33.2	32.5
22/1	17.2	38	42.8	44	44	32	19	32	24	35	27.2	31	19.2	26.8	36	33.3	34	31
23/1	17.2	32.2	38	43	42.2	40	18	28	23.5	34	24	31.8	18.5	26	32	31.8	32	31.8
24/1	21	33.1	42	41.1	44	42.2	21.1	29.1	24.8	35	25	33.9	21.5	27	33.6	32.3	34.1	33
25/1	23.2	34.2	41.8	43.5	45	40	23.5	30.5	27.2	37	27.5	35	24	28	34.2	35.2	35.8	34.8
26/1	23.1	38	49.4	43	44	42.5	23.8	34	28	38	28	36.4	24	29	37.3	36.1	36	36
27/1	24.2	40	51	37.9	45.3	41	25	34.5	28	34	28	34.5	25	30	36	33	34.1	33.5
28/1	23	37.5	47.8	42	43.8	47.8	23.8	34	27.8	34.2	36	36	23.8	39	37	33.8	34.5	35.2
29/1	23.3	43.4	35.2	30	34	27.5	24.1	36.4	24.3	28	24	26	25	33.3	27.8	26.5	27.2	25
30/1	19.8	35.2	44.2	40.2	35.2	32.1	20.5	29.2	24	34	24.8	30.1	20.5	26.2	34.8	32.5	31.1	30.1
31/1	17	39	51	49	48.5	46	18	33	27	39	24.5	35.5	19	29	36	36.9	35.8	34.5
1/2	20	41.2	43.5	44.2	47.5	43.1	21.2	34.8	25.2	38.8	26	36	22.2	29.2	36.2	36	36	35.1
2/2	18.5	37	40	44	43.2	39	19	29	26	34	27.5	30	19	25	29	31	30	29
3/2	13.5	32.1	45.8	50.4	43.3	43.8	14.5	27.2	24.2	40.2	26.1	36.6	14.8	25.1	33.2	36.4	36	35.2
4/2	22.8	43.2	47.5	37.2	34	21	23.5	32.8	29	34.8	27	21	24	30.1	35.1	34	31	20.8
5/2	19.0	22.1	23	21.3	19	18.2	19	21	22	21	18.8	18.2	19	20.9	22	20.6	19.1	18
6/2	17	19.8	24.8	23.5	22	26.8	17	18.5	22	23.2	25	24.8	17	17.8	21.5	22.8	24.8	24.8
7/2	18.1	22	27.8	28.8	30	27	18.2	20.8	23.8	24.3	27.8	26.3	18.2	20.8	25.8	26	27.5	26.4
8/2	21.5	37.8	47	42.2	39	33.2	22	31.2	28.5	35.5	27.2	32	21.5	29	33	34.8	34.8	32
9/2	23	39.5	44	48	47	42.5	23.5	30	28.5	39	28.9	36	24	29	35	36.8	36.1	36
10/2	25	s/d	s/d	s/d	35.2	25.6	25.5	s/d	s/d	s/d	27	24.3	25.9	s/d	s/d	s/d	25.3	24.2
11/2	12	25	32	37	38	35	13	19.5	25	28.5	24	26.5	13	17.8	22.5	25.5	26	25.8
12/2	15.2	29	35	37.2	27.5	27.2	16	24	21.8	30	20	26.1	16.1	23	27	28	26.1	26.2
13/2	18.8	35.1	44.5	47	45	38	19.2	27.5	25.2	34.5	25	30.1	18.5	27	30.8	30.2	31	29.1
14/2	17.2	39.5	41.2	42	45	s/d	18	24.5	25.3	33.2	25	s/d	18	23.2	29.2	31	31	s/d
15/2	19	36.8	40	41.5	41	39.8	20	30.2	26.2	33.5	25.5	32.8	20.1	28.8	35	32	33	32.2
16/2	22	39	38.1	36.4	25.4	21	22.1	31.2	27	34	23	21.4	22.2	29.4	32.2	33	25.4	21.7
17/2	21.5	23	s/d	36	47	34.6	22	22.5	s/d	33.9	26.8	29.8	21.8	22.2	s/d	30.5	31	29
18/2	20.5	31.5	37.2	47.8	35	43	20.8	26	25.1	36.5	25	33.3	20.8	27	30.8	33.1	31.4	31.4
19/2	23	23	24	34	35.2	31	22	23	22	25.9	26.2	24	23	23.5	22	24.1	24	23
20/2	15.8	23.5	30.5	34.2	39	25.2	16	20	24.1	27	29	23.4	16	19	22.5	23.5	26	22.5
21/2	12.4	30.2	40	37	35.7	36	14.1	22.8	21	28	22	27.5	15	22.2	20.7	25.8	25.5	27.5
22/2	s/d	25.2	39.2	30.8	35.5	27.8	s/d	23	23.8	28	23.8	26.5	s/d	22.8	29.2	28.2	28	27
23/2	21.3	25	27.5	27.5	27	24.1	21.3	23.1	25.8	25.6	25	24	21.6	23	25.2	24.9	24	23.9
24/2	21.3	25	24.5	30	34.8	39.1	21.3	23.3	24.8	28.2	30	31	21.3	23	23.8	26.3	28.8	29.2
25/2	22	28	43.8	42	48.2	44	22.2	26.2	35	35.8	28.8	35.2	22.5	25.2	33.5	34.8	34.8	34.5
26/2	24	27.9	30	28.7	27	25	24.5	26.9	26.4	28	27	24.8	25	27	28.9	28	27	24.8
27/2	21.5	34.2	33.5	41.5	40	37.5	22	26.2	24.5	32.8	24.5	30.2	21.8	25.5	27.5	31	30.5	29
28/2	16	31	40	40.3	39.5	36.4	16.4	23	24	31	22.5	29	16.3	21.8	28.7	29	28.5	29
Prom	**19.7**	**32.8**	**39.2**	**39.2**	**38.9**	**35.1**	**20.3**	**27.5**	**25.3**	**32.6**	**26.0**	**29.8**	**20.5**	**25.9**	**30.4**	**30.7**	**30.4**	**29.2**

Anexo 4: Registros diarios de mediciones, pastoreos y aplicación de tratamientos.

		Mediciones			Pastoreos				Aplicación
Fecha	Semanas	C.L.	T°.-	R. P. V.	Sorgo	P.Lotus	C.Natural	P.T.Rojo	Tratamiento
19-Ene				1	T.			M.	Si
20-Ene		1			T.			M.	Si
21-Ene			1		T.			M.	Si
22-Ene	1	2			T.			M.	Si
23-Ene			2		T.			M.	Si
24-Ene		3			T.			M.	Si
25-Ene				2	T.			M.	Si
26-Ene				2	T.			M.	Si
27-Ene		4			T.			M.	Si
28-Ene			3				T.	M.	Si
29-Ene	2	5			T.			M.	Si
30-Ene			4		T.			M.	Si
31-Ene		6			T.			M.	Si
1-Feb				3	T.			M.	Si
2-Feb				3	T.			M.	Si
3-Feb		7			T.			M.	Si
4-Feb			5		T.			M.	Si
5-Feb	3	8			T.		M.		NO
6-Feb			6		T.		M.		NO
7-Feb		9			T.		M.		Si Mañana
8-Feb				4		T.	M.		Si
9-Feb				4		T.		M.	Si
10-Feb		10					T.	M.	NO
11-Feb			7			T.	M.		Si Tarde
12-Feb	4	11				T.		M.	Si
13-Feb			8			T.		M.	Si
14-Feb		12			T.	M.			Si
15-Feb				5	T.	M.			Si
16-Feb				5		M.	T.		Si
17-Feb		13				M.	T.		Si Tarde
18-Feb			9			T.	M.		Si
19-Feb	5	14			T.	M.			NO
20-Feb			10		T.	M.			NO
21-Feb		15			T.	M.			Si
22-Feb				6	T.	M.			Si
23-Feb				6	T.	M.			NO
24-Feb		16			T.	M.			NO
25-Feb			11		T.	M.			Si
26-Feb	6	17			T.	M.			Si
27-Feb			12		T.	M.			Si
28-Feb		18			T.	M.			Si

Anexo 5: Registro de células somática para un control tomado al azar.

Fecha	Caravana	Tratamiento	Cel.Somática (miles/ml) Mañana	Tarde
24/01/97	819	Sol	324	614
24/01/97	200	Sol	143	537
24/01/97	112	Sol	339	445
24/01/97	2396	Sol	138	283
24/01/97	900	Sol	40	61
24/01/97	313	Sol	44	50
24/01/97	118	Sol	519	1974
24/01/97	226	Sol	575	890
24/01/97	206	Confort	132	493
24/01/97	626	Confort	163	535
24/01/97	120	Confort	207	301
24/01/97	800	Confort	91	332
24/01/97	810	Confort	286	494
24/01/97	311	Confort	29	94
24/01/97	815	Confort	151	340
24/01/97	213	Confort	596	463
24/01/97	822	Sombra	3530	4549
24/01/97	71	Sombra	404	739
24/01/97	318	Sombra	49	102
24/01/97	205	Sombra	479	964
24/01/97	308	Sombra	205	577
24/01/97	306	Sombra	53	138
24/01/97	S/C	Sombra	83	220

Anexo 6: Modelos estadísticos para variables fisiológicas (Temperatura rectal y Ritmo respiratorio)

Modelo 1: Temperatura rectal en la mañana					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
Bloque	7	0.4783	0.0683	1.27	0.3327
Tratam.	2	0.2058	0.1029	1.91	0.1847
Error	14	0.7541	0.0538		
Total	23	1.4383			
Modelo 1: Temperatura rectal en la tarde					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
Bloque	7	0.2929	0.0418	0.61	0.7369
Tratam.	2	4.2108	2.1054	30.84	0.0001
Error	14	0.9558	0.0682		
Total	23	5.4595			
Modelo 1: Ritmo respiratorio en la mañana					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
Bloque	7	457.65	65.3794	0.84	0.5734
Tratam.	2	9.4608	4.7304	0.06	0.9413
Error	14	1090.81	77.9151		
Total	23	1557.92			
Modelo 1: Ritmo respiratorio en la tarde					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
Bloque	7	347.049	49.5785	0.88	0.5492
Tratam.	2	6281.57	3140.78	55.44	0.0001
Error	14	793.17	56.6552		
Total	23	7421.79			

Anexo 7: Modelos estadísticos para las variables de producción de leche.

Modelo 2. Leche sin corregir					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
Bloque	7	32.902528	16.451264	8.76	0.0002
Tratam.	2	118.97884	169.99698	90.5	0.0001
T. * B.	14	292.70975	20.907839	11.13	0.0001
N.	19	136.24183	7.170622	3.82	0.0001
T. * N.	38	57.40454	1.510646	0.8	0.7914
Error	380	713.7856	1.878383		
Total	460	2423.0231			
R^2:0.7054		C.V.:9.87		Media:13.87	
Modelo 1: Leche sin corregir					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
Bloque	7	58.7166	8.388	8.88	0.0004
Tratam.	2	1.7982	0.8991	0.95	0.4115
Error	13	12.2835	0.9448		
Total	22	72.5109			
Modelo 2: Leche corregida (4%)					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
Bloque	7	774.6485	110.66408	35.07	0.0001
Tratam.	2	32.419	16.209502	5.14	0.0063
T. * B.	14	284.16403	20.297431	6.43	0.0001
N.	19	94.073899	4.9512579	1.57	0.061
T. * N.	38	153.18194	4.0311038	1.28	0.1325
Error	378	1192.9547	3.155965		
Total	458	2531.4422			
R^2:0.5287		C.V.:14.01		Media:12.67	
Modelo 1: Leche corregida (4%)					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
Bloque	7	38.856	5.5508	6.07	0.0027
Tratam.	2	1.5329	0.7664	0.84	0.4547
Error	13	11.8911	0.9147		
Total	22	52.3395			

Anexo 8: Análisis estadísticos de los componentes de la leche.

Modelo 1: Porcentaje de grasa					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
Bloque	7	1.203661	0.1719	4.27	0.0117
Tratam.	2	0.03028	0.0151	0.38	0.6938
Error	13	0.5234	0.0402		
Total	22	1.7301			
Modelo 1: Kilogramos de grasa					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
Bloque	7	0.053436	0.0076	4.34	0.0109
Tratam.	2	0.0022	0.0011	0.64	0.5409
Error	13	0.0228	0.0017		
Total	22	0.0787			
Modelo 1: Porcentaje de proteína					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
Bloque	7	1.0274	0.1467	5.74	0.0034
Tratam.	2	0.0676	0.0338	1.32	0.3
Error	13	0.3324	0.0255		
Total	22	1.3903			
Modelo 1: Kilogramos de proteína					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
Bloque	7	0.0374	0.0053	4.39	0.0105
Tratam.	2	0.0008	0.0004	0.34	0.7208
Error	13	0.0158	0.0012		
Total	22	0.0538			

Modelo 1: Lactosa					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
Bloque	7	0.1707	0.0243	1.81	0.1689
Tratam.	2	0.039	0.0195	1.45	0.2705
Error	13	0.1753	0.0134		
Total	22	0.3876			
Modelo 1: Sólidos no grasos					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
Bloque	7	1.8528	0.2646	3.79	0.0184
Tratam.	2	0.1209	0.0604	0.87	0.4438
Error	13	0.9082	0.0698		
Total	22	2.8392			
Modelo 1: Células somáticas					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
Bloque	7	344366.89	49195.2	1.5	0.2519
Tratam.	2	134270.3	67135.1	2.04	0.1696
Error	13	427750.3	32903.8		
Total	22	941789.7			

Anexo 9: Análisis estadísticos de las variables Ganancia de peso y Estado corporal.

Modelo 1: Ganancia de peso					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
Bloque	7	0.351071	0.050153	0.54	0.7914
Tratam.	2	0.724921	0.36246	3.89	0.0475
Error	13	1.212128			
Total	22	2.274286			
Modelo 2: Condición corporal					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrado medio	Valor F	Pr>F
Bloque	7	3.8331	0.5475	55.84	0.0001
Tratam.	2	0.3726	0.1863	19	0.0001
T. * B.	14	4.7565	0.3397	34.65	0.0001
N.	1	0.1408	0.1408	14.36	0.0001
T. * N.	2	0.1407	0.0703	7.18	0.0042
Error	21	0.2059	0.0098		
Total	47	9.4497			
R^2:0.9782		C.V.:3.03		Media:3.26	