



**Universidad de la República  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**EFECTO DE LA DISPONIBILIDAD  
DE SOMBRA EN VERANO, EN VACAS  
LECHERAS CON DISTINTOS  
NIVELES DE PRODUCCION**

**por**

**Joaquín AZANZA BRANCATO  
Emilio MACHADO SARASUA**

**T E S I S**

**1997**

**MONTEVIDEO**

**URUGUAY**

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**EFFECTO DE LA DISPONIBILIDAD DE SOMBRA EN VERANO,  
EN VACAS LECHERAS CON DISTINTOS NIVELES  
DE PRODUCCION.**

por

**Joaquín AZANZA BRANCATO  
Emilio MACHADO SARASUA**

**IGO**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
1997**

**A LA MEMORIA DE MI GRAN AMIGO  
Y COMPAÑERO, EMILIO.**

Tesis aprobada por:

Director: Ing. Agr. DANILO BARTABURU MAZARINO

Nombre completo y firma

DBM

Ing. Agr. MARIO JASO ARRIADA

Nombre completo y firma



Ing. Agr. FEDERICO LALANNE BOVE

Nombre completo y firma



Fecha: 18 de Abril de 1997

Autor: Joaquin AZANZA BRANCATO

Nombre completo y firma



Emilio MACHADO SARASUA

Nombre completo y firma

## **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece a todos aquellos que dedicaron tiempo y esfuerzo para que sea posible la realización de éste ensayo.

Nuestro especial agradecimiento a la firma Elsa Maldini de Azanza e hijos, en particular al Ing. Agr. Luis E. Azanza y flia. por su colaboración y permitirnos realizar el ensayo en su establecimiento, con todo lo que ello implicó desde el punto de vista económico y en la rutina diaria de trabajo.

A la firma Azanza y Bartaburu, en especial al Sr. Fernando Azanza y Dra. Mercedes Gallero por su colaboración y apoyo en el desarrollo del experimento.

Al personal de ambos establecimientos por su colaboración en el ordeño y en el relevamiento de datos.

Al Director de tesis, Ing. Agr. Danilo Bartaburu por su invaluable apoyo y orientación en el transcurso de este trabajo.

Al Ing. Agr. Yamandú Acosta por su gran disposición y colaboración en el procesamiento estadístico de los datos.

Al Ing. Agr. Luis Salvarrey por su excelente disposición e invaluable colaboración en el procesamiento e interpretación de los datos estadísticos así como también de valiosas sugerencias.

Al Bach. José Pedetti, por su gran colaboración y disposición a lo largo del experimento.

A la encargada de la Cátedra de Agrometeorología de la Estación Experimental de San Antonio, Ing. Agr. Celmira Saravia por el aporte de diversos materiales y datos climatológicos.

Al Dr. Israel Flamenbaum por el aporte de sugerencias en la planificación del ensayo e interpretación de los resultados.

A los técnicos del Laboratorio de Calidad de Leche del INIA La Estanzuela por realizar los análisis de composición de leche.

## TABLA DE CONTENIDOS

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCION</u> .....	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u> .....	2
2.1. <u>CARACTERISTICAS DE LA PRODUCCION DE LECHE EN VERANO</u> .....	2
2.1.1. <u>Curvas de remisión a plantas industriales</u> .....	2
2.1.2. <u>Características climáticas de la zona norte</u> .....	2
2.1.3. <u>Evaluación de lactancias por mes de parto</u> .....	4
2.1.4. <u>Definición del índice de temperatura y humedad (ITH)</u> .....	6
2.1.5. <u>Utilización del cuerpo negro</u> .....	8
2.2. <u>EFFECTOS DIRECTOS DEL CLIMA</u> .....	9
2.2.1. <u>Adaptaciones fisiologicas en un ambiente caluroso</u> .....	9
2.2.2. <u>Producción de leche</u> .....	13
2.2.3. <u>Composición de la leche</u> .....	14
2.2.4. <u>Consumo</u> .....	15
2.2.5. <u>Comportamiento de pastoreo</u> .....	17
2.2.6. <u>Ritmo respiratorio y temperatura rectal</u> .....	18
2.2.7. <u>Eficiencia reproductiva</u> .....	19
2.3. <u>EFFECTOS INDIRECTOS DEL CLIMA</u> .....	21
2.3.1. <u>Cantidad y calidad de forrajes estivales</u> .....	21
2.3.2. <u>Efecto sobre el consumo</u> .....	22
2.3.3. <u>Concentración energética de las dietas</u> .....	23

<b>2.4. EFECTO DE LA SUPLEMENTACION.....</b>	<b>25</b>
<b>2.4.1. <u>Producción de leche</u>.....</b>	<b>25</b>
<b>2.4.2. <u>Composición de la leche</u>.....</b>	<b>26</b>
2.4.2.1. Grasa.....	26
2.4.2.2. Proteína.....	27
<b>2.5. VERDEOS DE VERANO.....</b>	<b>29</b>
<b>2.5.1. <u>Características forrajeras del maíz</u>.....</b>	<b>30</b>
<b>2.5.2. <u>Características forrajeras del sorgo</u>.....</b>	<b>31</b>
<b>2.6. ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAR EL ESTRES CALORICO.....</b>	<b>34</b>
<b>2.6.1. <u>Tecnologías aplicadas</u>.....</b>	<b>34</b>
<b>2.6.2. <u>Utilización de sombra</u>.....</b>	<b>38</b>
2.6.2.1. Efecto sobre la producción y composición de la leche...	39
2.6.2.2. Efecto sobre ritmo respiratorio y temperatura rectal...	40
2.6.2.3. Efecto sobre la reproducción.....	41
2.6.2.4. Efecto sobre el comportamiento de pastoreo.....	41
2.6.2.5. Efecto sobre la vaca seca.....	42
<b>3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>.....</b>	<b>43</b>
<b>3.1. LOCALIZACION Y DURACION.....</b>	<b>43</b>
<b>3.2. SELECCION DE ANIMALES.....</b>	<b>43</b>
<b>3.3. TRATAMIENTOS.....</b>	<b>43</b>
<b>3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>44</b>
<b>3.5. ALIMENTOS.....</b>	<b>45</b>
<b>3.6. MANEJO.....</b>	<b>46</b>
<b>3.7. DETERMINACIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>3.7.1. <u>En el ambiente</u>.....</b>	<b>47</b>
3.7.1.1. Temperatura y humedad relativa.....	47
3.7.1.2. Temperatura del cuerpo negro.....	47
<b>3.7.2. <u>En los animales</u> .....</b>	<b>47</b>
3.7.2.1. Producción de leche.....	47
3.7.2.2. Componentes de la leche.....	47

3.7.2.3. Temperatura rectal.....	48
3.7.2.4. Ritmo respiratorio.....	48
3.7.2.5. Peso vivo.....	48
3.7.2.6. Reproducción.....	48
3.7.2.7. Comportamiento de pastoreo.....	48
3.7.3. <u>En la pastura</u> .....	49
3.7.3.1. Disponibilidad.....	49
<b>4. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u></b> .....	<b>50</b>
<b>4.1. RESULTADOS DE MEDICIONES AMBIENTALES</b> .....	<b>50</b>
4.1.1. <u>Temperatura y humedad relativa</u> .....	50
4.1.2. <u>Indice de temperatura y humedad</u> .....	51
4.1.3. <u>Temperatura del cuerpo negro</u> .....	56
4.1.4. <u>Correlación entre ITH y temperatura del cuerpo negro</u> .....	58
<b>4.2. RESULTADOS EN LA PASTURA</b> .....	<b>61</b>
4.2.1. <u>Disponibilidad</u> .....	61
<b>4.3. RESULTADOS DE PRODUCCION ANIMAL</b> .....	<b>62</b>
4.3.1. <u>Producción y composición de la leche</u> .....	62
4.3.1.1. Respuesta a la utilización de sombra.....	62
4.3.1.2. Respuesta a los tratamientos individuales.....	64
4.3.2. <u>Evolución de la producción de leche</u> .....	71
4.3.3. <u>Ritmo respiratorio y temperatura rectal</u> .....	74
4.3.4. <u>Peso vivo</u> .....	78
4.3.5. <u>Reproducción</u> .....	79
4.3.6. <u>Comportamiento de pastoreo</u> .....	80
4.3.7. <u>Resultados de producción según etapa de lactancia</u> .....	81
<b>5. <u>CONCLUSIONES</u></b> .....	<b>86</b>
<b>6. <u>RESUMEN</u></b> .....	<b>87</b>
<b>7. <u>SUMMARY</u></b> .....	<b>88</b>
<b>8. <u>BIBLIOGRAFIA</u></b> .....	<b>89</b>
<b>9. <u>APENDICES</u></b> .....	<b>99</b>

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

	<b>Página</b>
Cuadro 1. Datos meteorológicos promedio de una serie de 20 y 30 años (1971-1990, 1961-1990) para las estaciones de Artigas y Salto respectivamente.....	3
Cuadro 2. ITH promedio para la serie histórica de 30 años (1961-1990).....	7
Cuadro 3. Principales fuentes de producción de calor y vías de disipación del calor de los bovinos.....	10
Cuadro 4. Ajuste del comportamiento animal en ambientes cálidos.....	11
Cuadro 5. Respuesta en producción de leche a la suplementación en verdeos de verano.....	25
Cuadro 6. Promedio de producción de leche diaria y grasa para sudangrás, maíz vegetativo y maíz lechoso.....	29
Cuadro 7. Porcentaje de concepción según tratamientos.....	37
Cuadro 8. Sumario de resultados de aplicación de enfriamiento por aspersión y ventilación en vacas lecheras.....	37
Cuadro 9. Efecto de la sombra sobre la reproducción.....	41
Cuadro 10. Promedio de las variables utilizadas en la selección de los animales....	43
Cuadro 11. Composición física y química del concentrado.....	45
Cuadro 12. Manejo del pastoreo.....	46
Cuadro 13. Temperatura media, temperatura máxima media y humedad relativa media para el período diciembre 1995 - febrero 1996.....	50
Cuadro 14. Cuadro comparativo del ITH promedio mensual para el período diciembre 1995 - febrero 1996 versus datos registrados en la serie histórica.....	51
Cuadro 15. Cálculo de horas de estrés térmico para el período de ensayo.....	52
Cuadro 16. Correlación entre ITH y temperatura del cuerpo negro para tres horas (28/12/95 - 12/2/96).....	59
Cuadro 17. Resumen de datos del sorgo forrajero.....	61
Cuadro 18. Medias ajustadas agrupando los tratamientos según acceso a sombra (Modelo 1).....	63
Cuadro 19. Medias ajustadas para las variables analizadas para los 4 tratamientos (Modelo 1).....	65
Cuadro 20. Eficiencia reproductiva.....	79
Cuadro 21. Medias ajustadas para distintas variables de producción según tercio de lactancia (Modelo 2).....	81

Figura 1. Temperatura y humedad relativa medias para el periodo 14/12/95 al 12/2/96.....	50
Figura 2. ITH promedio diario para el periodo 14/12/95 al 12/2/96.....	52
Figura 3. ITH máximo diario (14/12/95-12/2/96).....	53
Figura 4. ITH horario (7/1/96).....	54
Figura 5. ITH horario (11/2/96).....	54
Figura 6. ITH horario (4/1/96).....	55
Figura 7. Temperatura, humedad relativa e ITH horario (30/1/96).....	56
Figura 8. Temperatura media de los cuerpo negros y temperatura ambiente.....	56
Figura 9. Temperatura de los cuerpos negros y temperatura ambiente para el 4/1/96.....	57
Figura 10. Temperatura de los cuerpos negros y temperatura ambiente para el 30/1/96.....	58
Figura 11. Promedio diario de temperatura de los cuerpos negros e ITH para 3 horas del día (18/12/95 al 12/2/96).....	59
Figura 12. Respuesta en producción de leche ( <i>medias ajustadas</i> ).....	65
Figura 13. Respuesta en porcentaje de grasa ( <i>medias ajustadas</i> ).....	67
Figura 14. Respuesta en Kg. de grasa ( <i>medias ajustadas</i> ).....	68
Figura 15. Respuesta en LCG al 4% ( <i>medias ajustadas</i> ).....	69
Figura 16. Respuesta en % de proteína ( <i>medias ajustadas</i> ).....	70
Figura 17. Respuesta en Kg. de proteína ( <i>medias ajustadas</i> ).....	71
Figura 18. Evolución en la producción de leche (L/V/día).....	72
Figura 19. Producción de leche por tratamiento vs ITH promedio diario.....	73
Figura 20. Ritmo respiratorio e ITH para las 14:30 horas.....	75
Figura 21. Temperatura rectal e ITH para las 14:30 horas.....	76
Figura 22. Temperatura rectal e ITH para la 1:00 hora.....	76
Figura 23. Evolución de peso vivo ( <i>medias ajustadas</i> ).....	78
Figura 24. Respuesta en producción de leche para primer y segundo tercio de lactancia ( <i>medias ajustadas</i> ).....	82
Figura 25. Respuesta en porcentaje de grasa para primer y segundo tercio de lactancia ( <i>medias ajustadas</i> ).....	84
Figura 26. Respuesta en porcentaje de proteína para primer y segundo tercio de lactancia ( <i>medias ajustadas</i> ).....	85

## **1. INTRODUCCION**

La zona norte del Uruguay se ha caracterizado por un fuerte crecimiento en la producción lechera en los últimos 10 años, tanto en área, como en productividad. Este crecimiento se debe fundamentalmente a la aplicación de un paquete tecnológico que prioriza en la alimentación animal (praderas, verdes, silo, heno, concentrado), mejoramiento genético, sanidad y manejo. Sin embargo no se le ha dado la suficiente importancia a factores que mejoran el confort animal frente a adversidades del ambiente el cual tiene mayor relevancia en los sistemas pastoriles. Es importante resaltar que en ésta zona las altas temperaturas existentes en el verano limitan la producción lechera.

Los efectos depresivos en la performance animal del clima en verano pueden ser directos, a través de las altas temperaturas, la radiación solar, la humedad y la velocidad del viento ó indirectos a través de la alimentación y las enfermedades.

Existe un rango de termoneutralidad para la producción lechera. La mayoría de los datos de campo y laboratorio indican que la temperatura crítica inferior para producción de leche de razas originarias de zonas templadas se encuentra en  $- 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . En cuanto al calor la temperatura crítica superior es alrededor de  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y la disminución de la producción es más marcada cuando se supera este valor que cuando se desciende por debajo del límite inferior, suponiendo alimentación *ad libitum*.

El estrés por calor es responsable de una disminución en la eficiencia productiva y reproductiva de vacas lactantes y secas. En el verano, los mecanismos fisiológicos de los que dispone el animal bajo “estrés térmico” consumen rápidamente sus reservas energéticas a expensas de su rendimiento.

En estas circunstancias, cobran especial importancia diversas medidas de manejo que mejoren el confort del animal, como forma de evitar pérdidas en producción. Una de las alternativas es la utilización de sombra para minimizar el efecto de la radiación solar sobre el animal.

En este trabajo se pretende determinar y cuantificar el efecto de la sombra natural sobre la producción y composición de la leche, respuesta fisiológica, comportamiento ingestivo en vacas con distintos niveles de producción provocado por una suplementación diferencial (Kg./V/día). Con éste manejo se intenta lograr una aproximación a los niveles potenciales de producción de leche a obtener en verano, con vacas paridas en primavera.

## **2. REVISION BIBLIOGRAFICA.**

### **2.1. CARACTERISTICAS DE LA PRODUCCION DE LECHE EN VERANO.**

#### **2.1.1. Curvas de remisión a plantas industriales.**

En el Uruguay existe una marcada estacionalidad en la remisión de leche a plantas industriales debido fundamentalmente a que en la mayoría de los tambos se practica estacionalización de los partos (70% Otoño; 30% Primavera), con la finalidad de obtener más leche en el período Invernal, cuando existe un precio más alto por bonificaciones y fijación de la leche cuota. Esto determina que el promedio de días en lactancia y el porcentaje de vacas secas en verano sea más alto, lo que puede explicar la mayor parte de la variación en la remisión de leche a plantas entre el verano y el resto del año (Flamenbaum, 1994).

Para las plantas de la zona norte del país (PILI, CONAPROLE, INLACSA) se observa un pico en la remisión en los meses de Setiembre, Octubre y Noviembre siendo en el orden del 35% de la remisión anual. A partir del mes de Diciembre comienza una marcada disminución en la remisión mensual que llega a un pico de mínima en el mes de Febrero, (5,8% de la remisión anual) manteniéndose estabilizada hasta Mayo inclusive para luego aumentar desde Junio hasta comienzo de la Primavera (apéndice 1).

En la cuenca lechera del sur existe una tendencia similar en la remisión anual a plantas de CONAPROLE (apéndice 2)

#### **2.1.2. Características climáticas de la zona norte.**

La CIDE (1967), citado por Durán, 1991 señala que el Uruguay es un país de clima mesotérmico, húmedo y subhúmedo, con invierno benigno y verano caluroso.

Las temperaturas mas altas del mes mas cálido ocurren esencialmente al norte del Río Negro (Artigas 32.4 °C, Paysandú 31.7 °C , Salto 31.5 °C, Cerro Largo 30.5 °C), mientras que las mas bajas se encuentran en el sur (Colonia 27.3 °C, Rocha 27.9 °C, Punta del Este 24.9 °C). Aunque no hay diferencias muy importantes en el régimen térmico dentro del país, puede señalarse el carácter mas continental hacia el norte y mas marítimo hacia el sur - sureste (Duran, 1991).

La precipitación media anual varía entre 1000 mm. en el sur y 1300 mm. en el norte, lo que implica para la latitud subtropical del territorio, un clima húmedo. Sin

embargo la confiabilidad de las lluvias es muy reducida debido a su gran irregularidad siendo del orden del 20 a 30% con respecto a los promedios (Duran, 1991).

Es de destacar que la efectividad de las precipitaciones disminuye desde fines de primavera hasta la finalización del verano no solamente por la alta evaporación, sino porque también es mayor la intensidad de las lluvias lo que aumenta el escurrimiento superficial y disminuye la infiltración (Corsi, 1975) cit. por Duran, (1991).

Existe una diferencia de mas de 200 mm. en la demanda atmosférica anual (evapotranspiración potencial) entre el norte y el sur, con los valores mínimos en el sur y este del país. En el norte y noreste del territorio, donde la precipitación y la demanda atmosférica son altas y dominan los suelos profundos y de textura fina la evapotranspiración real anual alcanza un valor máximo (900mm.).

En el cuadro 1 se presentan datos meteorológicos promedio para 2 estaciones de la zona norte.

Cuadro 1. Datos meteorológicos promedio de una serie de 20 y 30 años (1971-1990, 1961-1990) para las estaciones de Artigas y Salto respectivamente.

Estación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
<b><u>Temperatura media (°C)</u></b>													
Artigas	25,4	24,6	22,5	18,9	15,7	12,9	13,1	14,4	16	18,7	21,4	24	19
Salto	25	23,9	21,6	18,1	15	11,7	12	13,2	14,9	18	20,7	23,5	18,1
<b><u>Temperatura máxima media (°C)</u></b>													
Artigas	32,4	30,4	28,9	24,8	21,4	18,5	18,3	27	21,8	25,3	27,8	30,9	25,1
Salto	31,5	30,3	27,8	29,3	20,6	17,1	17,3	19	20,8	24,2	26,9	30,2	24,1
<b><u>Humedad relativa media (%)</u></b>													
Artigas	66	68	73	77	77	81	76	70	74	67	65	66	72
Salto	63	68	72	75	78	80	78	74	72	69	67	64	72
<b><u>Precipitación media (mm)</u></b>													
Artigas	135	169	151	119	111	81	102	87	113	137	127	120	1453
Salto	116	132	153	126	99	81	73	70	107	118	129	120	1322
<b><u>Horas de sol promedio (hs)</u></b>													
Artigas	268,6	220,8	238,4	180,3	188	151,3	173,9	184	189,1	247,9	260,6	287,1	2590
Salto	276,6	216	236,2	182,3	176,8	142,8	157,1	176,5	194,9	241,5	253,7	288	2542

Fuente: Dirección Nacional de Meteorología (1996).

### **2.1.3. Evaluación de lactancias por mes de parto.**

En cualquier zona en dónde la pastura es la fuente principal de alimento para el ganado lechero, la época de parición tiene una influencia directa sobre el rendimiento posterior (Faggi, 1976). Según el autor las razones de esto surgen de la estrecha relación que existe entre la calidad y cantidad de forraje consumido con el rendimiento de leche; así como el confort ambiental definido por las diferentes estaciones del año. La cantidad y calidad de la pastura varía a lo largo del año. Durante la primavera se concentra la mayor parte del crecimiento total anual. En el invierno y verano disminuye la cantidad de forraje disponible, siendo la calidad diferencial entre las dos estaciones. Entonces una eficiente producción de leche a base de pasturas, involucra como requisito fundamental la mejor adaptación entre los cambios de producción y calidad de la pastura, y los cambios en las necesidades del rodeo lechero (Faggi, 1976)

En nuestro país, Vasallo, (1972) encontró que para la leche corregida a 305 días de lactancia, el rendimiento de leche de Otoño e Invierno difiere significativamente del Verano. Para el rendimiento de grasa sucede lo mismo que para la leche corregida al 4%.

Velardo, (1975) con datos de producción obtenidos en un establecimiento de Colonia encontró algo similar ya que las lactancias de pariciones de Otoño e Invierno permitían obtener mayores niveles de producción, en la Primavera advirtió un repunte en la producción de leche, de allí que los animales que parían en Otoño tenían las lactancias más parejas con respecto a la producción de leche diaria expresada en Kg. Esta mayor producción de leche y grasa en los meses de Otoño e Invierno fué encontrada también por diversos investigadores (Syrstad, 1965; Naufel, 1965-66; Parkhie *et. al.*, 1966; Sargent *et. al.*, 1967).

Se piensa que ésta mayor producción es debida a las bajas temperaturas de éste período Otoño-Invierno, seguidas por la estación de mayor cantidad de alimento (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-Verano, tienen en su contra un exceso de calor en la fase inicial y poca disponibilidad de pastura en la parte final de la lactancia, aunque la calidad no sería limitante. Al aumentar la producción de leche, también se eleva la producción de grasa, pero el porcentaje graso disminuye, aunque a veces las variaciones son muy bajas y las diferencias entre estaciones son pequeñas (Fernandez y Molinari, 1978).

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 el Invierno. Vacas paridas en

ésta estación (Junio, Julio, Agosto), producirían 4206 L de leche por vaca por año corregida con 340 días de lactancia versus 3484 L/VO/año corregida con 325 días de lactancia para vacas paridas durante el Verano (Diciembre, Enero, Febrero).

En términos generales se puede afirmar que si se asegura una buena alimentación suplementaria al comienzo de la lactancia, cuando se logra el pico de ésta ya habrá disponible el forraje de primavera, entonces lograremos los mayores rendimientos (Faggi, 1976).

Fernandez y Molinari (1978), encontraron que para producción de leche corregida a 305 días y a 305 días y 4% de grasa la diferencia en las lactancias de Otoño-Invierno respecto a la de Primavera-Verano en producción de leche son altamente significativa. Estos autores determinaron las curvas de producción de leche para las cuatro estaciones de parición (Otoño, Invierno, Primavera y Verano).

La curva correspondiente a pariciones de Otoño presenta un descenso en fase inicial en los meses de Invierno comenzando una fase ascendente normal a una curva de lactancia cuando aumenta la cantidad de forraje pero sin alcanzar esos animales el pico máximo a que están genéticamente capacitados como sucede en las vacas que inician las lactancias en Invierno. En la fase final, el descenso como consecuencia del final de la lactancia es constante descendiendo en los últimos meses, un Kg. por mes aproximadamente (Fernandez y Molinari 1978).

La curva de producción para vacas paridas en Invierno sigue una tendencia similar a la curva típica de lactancia en las cuales la nutrición estaría más acorde con los requerimientos del ganado lechero. Presenta el pico máximo alrededor del 3er mes de lactancia lo cual coincide con el máximo en la producción natural y/o artificial de forraje dado que el mayor número de animales inician su lactancia en el mes de Agosto, o sea al final de la estación de parición. En los últimos meses el descenso es menor que el observado en pariciones de Otoño (Fernandez y Molinari, 1978).

La curva correspondiente a la producción de vacas paridas en Primavera es descendente en su porción inicial muy similar a la observada en la parte final de la curva de Invierno. Esa declinación se atempera debido a un aumento en la disponibilidad de forraje en cantidad y calidad al comenzar el Otoño. Presenta hacia el final un leve ascenso debido al inicio de la Primavera y fundamentalmente a que un número de animales se ha secado durante el Invierno, quedando aquellos de mayor producción lo que hace que en el promedio la curva vaya ascendiendo a medida que los animales se van secando (Fernandez y Molinari, 1978).

Para pariciones de Verano, la curva obtenida es descendente hasta llegar a un pico de mínima durante el Invierno, aumentando luego la producción al comienzo de la Primavera, pero sin alcanzar los niveles obtenidos en ese mismo periodo con las vacas paridas en el Otoño por estar más avanzada la lactancia, debido a que el tejido glandular mamario está en una etapa más avanzada de involución, por lo que no se encuentra tan capacitado para responder a un incremento en la alimentación.

La mayor regulación de los requerimientos del ganado lechero y la disponibilidad y suministro de las pasturas llevan a que las pariciones de Invierno sean las más productivas.

Si permitimos una parición más tardía, cuando la vaca requiera los mayores consumos de alimentos de buena calidad, la disponibilidad y calidad de forraje habrán bajado debido a la proximidad del verano.

Otra característica que se ha observado es el efecto del mes de parto sobre la duración de la lactancia. En Nueva Zelanda, en donde alrededor del 90% de las vacas paren en primavera, se ha observado que tienden a secarse casi al mismo tiempo durante el otoño y comienzos del invierno, sin tener relación con la fecha de parto. De manera que las vacas de parición tardía pueden tener una baja producción no solamente porque tienden a perder el período estimulante de producción de leche al comienzo de la primavera, sino también a las cortas lactancias. Este secado de las vacas parecería estar relacionado con el hecho de que todos los animales tienden a descender a un nivel similar de baja producción durante los meses de sequía del verano. Su recuperación está relacionada con el nivel de producción alcanzado y el subsiguiente crecimiento de alimento otoñal y parece ser independiente de la etapa de lactancia de las vacas de parición de primavera (Faggi, 1976).

#### **2.1.4. Definición del índice de temperatura y humedad (ITH).**

Para caracterizar ambiente caluroso lo ideal sería contar con un índice bioclimático que combinara diferentes elementos tales como temperatura, humedad, radiación solar y velocidad del viento. Sin embargo sería muy complejo lograr un índice de tales características. Debido a esto un índice que se encuentra universalmente aceptado es el Índice de Temperatura y Humedad (ITH) (Valtorta, 1994).

El ITH, es un índice bioclimático que combina elementos del ambiente como temperatura y humedad con el fin de poder caracterizar un ambiente caluroso. Estos son los 2 factores más importantes del ambiente que afectan la productividad del ganado lechero tipo Holstein. A través de este índice se obtiene una aproximación de la sensación

térmica del animal (Valtorta, 1994) diferentes autores han creado fórmulas para el cálculo de dicho índice:

- Berry y col (USA)

$$ITH = TA + 0.36 TPD + 41.2$$

TA : Temperatura del aire (°C)

TPD: Temperatura punto de rocío (°C)

- Johnson (USA)

$$ITH = DBT - (0.55 - 0.55 HR / 100)(DBT - 58)$$

DBT: Temperatura del termómetro seco (°F)

HR : Humedad relativa (%)

- Valtorta ( Argentina)

$$ITH = 1.8 T + 32 - (0.55 - 0.55 HR) 1.8 T - 26$$

T: Temperatura del aire (°C)

HR: Humedad relativa (%)

Según Johnson, cit. por Flamenbaum, (1994), el límite entre un ambiente estresante y uno que no lo es (nivel crítico superior), estaría dado por un valor de ITH de 72. En el apéndice 3 se puede observar los diferentes grados de estrés calórico al que es sometido el animal, según el valor que alcance éste índice. De acuerdo a esta gráfica se puede clasificar al ambiente cuyo índice resulte por debajo de 72 como “sin estrés”, si tienen entre 72 y 78 como con “estrés leve”, entre 78 y 89 pertenecen a la categoría de “alto estrés”, entre 89 y 98 a la de “estrés severo”, y por encima de esa cifra ya hay muerte de animales (es a partir de los 40 °C y 70% de humedad relativa) (Valtorta, 1994).

A continuación se presentan los valores de ITH promedio para la Estación Meteorológica de Salto calculados a partir de la serie histórica de 30 años (1961-1990) de temperatura y humedad relativa promedio.

Cuadro 2. ITH promedio para la serie histórica de 30 años (1961-1990)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
ITH (Salto)	73	72	69	64	59	54	54	56	59	63	67	71	64

Flamenbaum, (1994), indica que para la zona norte del Uruguay se pueden presentar algunas horas durante el día con ITH superior al nivel crítico de 72 (durante el mediodía y la tarde), ocurriendo éstos en todos los meses de verano. Esto se corrobora con los datos presentados en el cuadro 2.

En ensayos realizados en INTA Rafaela (Rpca. Argentina) (Valtorta, 1994), se estudió la influencia del ITH sobre los rendimientos de vacas Holstein con tres niveles de producción (13,5 - 18,0 - 22,5 L/VO/día), (apéndice 4). Como es de esperar los animales de mayor producción son los más susceptibles de presentar disminuciones en la producción, a medida que aumenta el ITH por encima del valor crítico.

#### **2.1.5. Utilización del cuerpo negro.**

El cuerpo negro es una esfera metálica, hueca, pintada de negro, donde se introduce un termómetro que registra la temperatura interna de éste cuerpo. Dado que el ganado Holando promedialmente presenta gran parte del cuerpo con pigmentación negra, esta esfera pretende estimar la sensación térmica experimentada por el animal. El resultado de la temperatura del cuerpo negro es la combinación de la radiación solar multidireccional, temperatura del aire y velocidad del viento (Berman y Wolfenson, 1992; Bond, 1955 cit. por Roman-Ponce et. al., 1977). Esta metodología fue utilizada en distintos experimentos por diversos investigadores, entre otros, Roman-Ponce et. al., (1977), Berman y Meltzer, (1973) cit. por Berman y Wolfenson (1992), Lough et. al., (1984) cit. por Flamenbaum et. al., (1986), Berman et. al., (1985), cit. por Berman y Wolfenson (1992).

## **2.2. EFECTOS DIRECTOS DEL CLIMA.**

El efecto climático sobre la vaca lechera resulta de la suma obtenida por la producción de calor del animal y el calor del medio ambiente. La primera, de particular importancia en los rumiantes por su baja eficiencia en la utilización de los alimentos ya que en éstos aproximadamente el 10% de la energía consumida se transforma en calor. (Gorosito, 1994).

El mayor impacto del estrés calórico sobre la producción de leche se debe en gran medida a la depreciación del consumo de alimentos y en mucho menor grado a efectos directos del estrés calórico sobre la síntesis y secreción de leche.

El aumento de la productividad animal está asociado directamente con el aumento en la producción de calor metabólico, que agrava el problema de mantener la homeotermia en condiciones de altas temperaturas y/o humedad ambientes elevadas (Thatcher y Staples, 1995).

### **2.2.1. Adaptaciones fisiológicas en un ambiente caluroso.**

El animal se encuentra constantemente expuesto al medio ambiente meteorológico y biológico que lo rodea, tendiendo a un constante equilibrio el cual le permite adaptarse al mismo. Los bovinos de leche, al igual que el resto de los mamíferos, son animales homeotermos que poseen diversos mecanismos fisiológicos para mantener la temperatura corporal constante. La vaca lactante mantiene la temperatura corporal dentro de un rango que oscila entre los 38,4 y 39 °C (Hansen *et. al.*, 1969; De la Sota, *et. al.*, 1994). En cambio Blood *et. al.* (1988) hace referencia a un rango de temperatura entre 38,5 y 39,5 °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 mecanismos fisiológicos: conducción, convección, radiación (los cuales dependen de la temperatura ambiente), transpiración y jadeo (que dependen de la humedad ambiente) (De la Sota, *et. al.*, 1994).

Hafez, (1973) cita que el calor se disipa por medio de dos vías generales: a) enfriamiento sin evaporación que incluye la convección, radiación y conducción, y b) el enfriamiento por evaporación mediante la vaporización por humedad (cutánea o

respiratoria) (cuadro 3). La disipación del calor por radiación y/o evaporación se vuelve un factor clave para la sobrevivencia del animal en condiciones de estrés calórico. La pérdida de calor por radiación es a menudo limitada, y solamente ocurre si el área que rodea al animal se encuentra con temperatura menor a éste. El calor del cuerpo del animal es responsable en evaporar el agua desde la superficie de la piel (sudor y transpiración insensible) o desde los pulmones a través del jadeo. La efectividad en el mecanismo de transpiración dependerá del contenido de humedad relativa del aire. En estas condiciones de estrés aumentará el consumo de agua para mantener el balance hídrico del cuerpo, de lo contrario el animal sufriría deshidratación.

En la cuadro 3 se presentan los principales factores que intervienen en la producción de calor, y las vías de disipación del mismo en el ganado, que tienen influencia sobre el equilibrio térmico.

Cuadro 3. Principales fuentes de producción de calor y vías de disipación del calor de los bovinos.

<b>Producción de calor</b>	1. Fermentación en el rumen	Pulsaciones del corazón Actividad tiroidea Centro del apetito Consumo de alimento Producción de leche Actividad adrenal
	2. Metabolismo celular	
	3. Funciones asociadas	
<b>Disipación de calor</b>	1. Enfriamiento por evaporación	Superficie respiratoria Funciones asociadas Consumo de agua Pérdida de humedad en orina y heces Pérdida metabólica de peso *
	2. Enfriamiento no evaporante	Conducción Convección Radiación Vasodilatación o vasoconstricción Aislamiento debido al pelaje * Región superficial relativa: apéndices, orejas, etc. *

Hafez, (1973) presenta un resumen de los ajustes del comportamiento animal para lograr reducir el incremento en la temperatura corporal (cuadro 4).

Cuadro 4. Ajuste del comportamiento animal en ambientes cálidos

Temperatura corporal	Estrategia de enfriamiento	Ajuste del comportamiento
Normal	Reducción de la producción de calor Radiación térmica	Disminución del consumo Disminución de actividades motoras Evación de radiación solar directa Dispersión del grupo
	Evaporación	Incrementa consumo de agua Incrementa tasa respiratoria Humedecimiento de la superficie corporal (lamido, salivación, introducción en el agua) Incremento de la superficie del cuerpo mediante la expansión. Incremento de los movimientos de aire mediante ventilado.
Incrementos moderados no críticos	Reducción de la producción de calor	Anorexia Letargo
	Evaporación	Tasa respiratoria máxima (jadeo)
Incremento crítico	No	Anorexia, estado de torpeza, aplacamiento, pérdida de equilibrio, tambaleo, convulsiones.

En el trabajo de Valtorta (1994), al igual que en el de Gallardo *et. al.*, (1994); hacen referencia a un rango de temperatura termoneutral entre -5 y 20 °C donde la producción de leche no se vería afectada (apéndice 4). En este rango de temperaturas ningún proceso corporal está directamente involucrado en mantener la homeotermia (Valtorta, 1994).

En cuanto a la temperatura crítica superior es de alrededor de 21 °C y la disminución de la producción de leche es más marcada cuando se supera este valor que cuando se desciende por debajo del límite inferior (-5 °C), suponiendo alimentación *ad libitum* (Valtorta, 1994).

Gorosito (1994), en su trabajo define como clima óptimo para la producción, el que se encuentra a temperatura ambiente de 13 a 18 °C, con humedad baja del 50 al 60% y velocidad del viento de 5 a 8 Km./hora. Con temperaturas superiores al límite crítico (25 a 28 °C) los animales de alta producción no pueden mantener su temperatura corporal normal y entran a un estado de estrés por calor.

Lesser (1994), coincide con Gorosito (1994) en el rango óptimo de temperatura ambiental para producción de leche, indicando que entre los 18 y 25 °C el animal con mecanismos fisiológicos puede disipar el calor. Por arriba de los 25 °C a la vaca le cuesta más irradiar el calor por sus propios medios, como consecuencia eleva la temperatura interna hasta llegar al estrés calórico.

Buckling *et al.*, (1992) definen como rango óptimo de temperatura para la producción de leche al rango comprendido entre los - 7 °C y 23 °C.

En general las razas lecheras pequeñas (Jersey) son más tolerantes a altas temperaturas que las razas grandes (Holstein). Esto se explicaría porque las razas pequeñas tienen, en relación una mayor área de superficie por unidad de peso corporal, que contribuirá a disipar el calor en forma más rápida, Lesser (1994).

Si la temperatura ambiental excede la temperatura corporal, el animal ganará calor de cualquier manera, aun si lograra reducir la producción de calor interno a cero (Hafez, 1973).

Berman y Wolfenson, (1992) mencionan que el intercambio de calor entre el animal y el medio que lo rodea afecta significativamente la temperatura corporal del mismo. El animal gana calor cuando el aire que lo rodea tiene mayor temperatura y por lo contrario el animal pierde calor cuando la temperatura ambiental es inferior a la temperatura corporal. Estos autores citan la conveniencia de proteger a los animales de la radiación solar durante el día y permitir que pierdan calor por radiación durante la tardecita y la noche. Esta relación indica la necesidad de sombra durante el día y permitir durante la noche que permanezcan en lugares abiertos.

El calor del medio ambiente (altas temperaturas), actuando a través de los termorreceptores de la piel, activará los mecanismos para la pérdida de calor, a través del jadeo, el sudor (o difusión superficial), la micción y la disipación del calor por enfriamiento que no es evaporativo. Todavía se alcanza mayor compensación disminuyendo el apetito y sintetizando las hormonas calorígenas como la tiroxina, las hormonas adreno-corticales, la del desarrollo y posiblemente otras más (Yousef *et al.*, 1973).

Blaxter y Wainman, (1961) cit. por Yousef *et al.*, (1973), demuestran que al exponer al ganado a temperaturas que fluctúan hasta los 43 °C durante cortos períodos de 7 horas, la producción de calor aumenta con la ascendente temperatura ambiental. El aumento en la producción de calor se puede atribuir a varios factores: a) hipersecreción de la glándula adrenal; b) actividad relativamente alta de la tiroides durante las primeras horas de exposición al calor (Yousef, *et al.*, 1973); ó c) quizás debido al aumento del

esfuerzo muscular respiratorio. Sin embargo, la exposición prolongada (durante períodos de por lo menos una semana) demuestra que la producción de calor decrece con el aumento de las temperaturas ambientales (Kibler, 1957) cit. por Yousef et. al., (1973).

Es necesario un aumento de más de 1 °C en la temperatura corporal para causar una baja significativa en la producción de calor. La baja en la producción de calor es causada por: a) disminución del consumo de alimento e incrementos de calor en la ordeña, b) disminución de las funciones endócrinas, especialmente de la tiroides c) efecto directo de la temperatura del medio ambiente sobre el centro de producción de calor localizado en el hipotálamo (Hafez, 1973).

En situaciones de altas temperaturas disminuciones en el consumo (considerando consumo de alimento *ad libitum*), dará por resultado menor producción de calor o utilización de energía, así como disminución en la productividad. De ésta manera el animal recibe ayuda para el mantenimiento de su equilibrio térmico (Yousef et. al., 1973).

### **2.2.2. Producción de leche.**

Se ha demostrado que en Verano el efecto combinado de altas temperaturas y humedad (ITH), es proporcional al nivel de producción (apéndice 5). Vacas de alta producción son más sensibles que las de baja producción y el calor afecta la productividad en todas las etapas de la lactancia incluyendo el período seco (Gallardo, et. al., 1994).

Este efecto diferencial sería debido a que en vacas con altos niveles de producción generan mayor producción de calor metabólico (Gorosito, 1994)

El estrés por calor tiene un impacto negativo en la eficiencia productiva y reproductiva durante la lactancia, con disminuciones de hasta un 20% (Gallardo, et. al., 1994).

En cambio Gorosito, (1994) menciona caídas en la producción de leche del orden del 30% o más con temperatura ambiente de 35 °C. Este autor muestra los valores esperados de requerimientos de materia seca para vacas de 600 Kg. de peso vivo, produciendo 27 L. de leche/V/día con el 3,5% de grasa butirométrica a distintas temperaturas ambiente, y los consumos de agua, materia seca y producciones de leche (apéndice 6).

La disminución en el consumo de materia seca, el aumento en la ingestión de agua y el incremento de los requerimientos de mantenimiento, constituyen algunos de los mecanismos que el organismo pone en juego para mantener el balance térmico y la homeostasis (equilibrio corporal interno). 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 pero a costa de un aumento significativo en los requerimientos energéticos (Comerón, *et. al.*, 1985).

Si bien éstos mecanismos resultan efectivos para mantener la condición de equilibrio constituyen las principales causas de la disminución en la producción de leche en situaciones de estrés térmico (Comerón, *et. al.*, 1985; Roman-Ponce, *et. al.*, 1977).

Johnston, (1958) afirma que cuando las vacas eran expuestas repentinamente a condiciones de calor (35, °C) a las cuales no estaban adaptadas, inmediatamente respondían deprimiendo el consumo lo que es seguido por una reducción en la producción de leche. Sin embargo cuando se exponía a los animales a condiciones de incrementos graduales de temperatura y humedad no respondían con una inmediata disminución en la producción de leche, pero sí mostraban una persistente disminución en la producción comparando con las vacas protegidas de altas temperaturas.

Para las condiciones del norte uruguayo, el hecho de que las temperaturas mínimas en todos los meses no superen el índice crítico, indican que las vacas tienen varias horas de recuperación térmica durante la noche, lo que funciona en favor del estado térmico de las vacas y no permite efectos severos del calor en ellas. Vacas en dichas condiciones climáticas inician el día en estado normotérmico, así que el incremento en la temperatura corporal de ellas durante el día, si están bajo sombra, no va a ser significativo y no puede influir significativamente en su comportamiento y productividad (Flamenbaum, 1994).

### **2.2.3. Composición de la leche.**

Cuando la temperatura ambiente sube por encima de la zona termoneutral, no solo comenzaría a disminuir la producción de leche sino también algunos componentes de la misma como grasa, sólidos no grasos y sólidos totales (Comerón, *et. al.*, 1985; Davison, *et. al.*, 1988). Aunque la disminución en la producción puede provocar un aumento en los rendimientos de grasas o proteínas, por un efecto de dilución. (Gallardo, *et. al.*, 1994).

Jacobsen, (1996), en un estudio con más de 20000 observaciones en un clima caluroso y húmedo, el estrés por calor se asoció con una reducción, tanto de la producción de leche como de su contenido de grasa y proteína. El porcentaje de grasa en

la leche era de 3,85% a 8 °C y de 3,42% a 36 °C, mientras que el nivel de proteína era de 3,31% a 8 °C y de 2,98% a 36 °C.

Johnston (1958), sin embargo afirma que si bien para el rango de temperaturas (24 °C - 35 °C) que se registraron durante su ensayo no hubo diferencias en la composición de la leche, existe una tenue tendencia a disminuir el porcentaje de grasa en los animales expuestos a condiciones de calor.

Bandaranayaka y Holmes, (1976) cit. por Roman-Ponce *et. al.*, (1977), encontraron contenidos de proteína en la leche menores en vacas expuestas a 30 °C que en vacas expuestas a 15 °C.

Con alta temperatura y humedad se observan recuentos elevados de células somáticas y un mayor número de casos de mastitis clínica. Debido a que los organismos patógenos proliferan en condiciones ambientales de alta humedad y temperatura (Jacobsen, 1996).

#### **2.2.4. Consumo.**

La magnitud de la disminución del consumo está positivamente relacionada con la temperatura y humedad del ambiente (ITH) pudiéndose llegar a deprimirse más del 30% (Ledesma, 1995).

Comerón *et. al.*, (1985) menciona que la primera reacción de los animales ante las elevadas temperaturas, es la de reducir el consumo a través de un cambio en el comportamiento. El consumo comienza a declinar cuando la temperatura alcanza los 25-27 °C., haciéndose más notorio aún cuando se superan los 30 °C. El grado de éste efecto dependería de numerosos factores como por ejemplo: 1) Estadio de la lactancia: en los primeros 60 días el apetito y el consumo se ven más afectados que en otros estadios. 2) Producción individual: a mayor nivel de producción, mayor es la susceptibilidad. 3) Tipo de alimento: hay mayor reducción en el consumo con alimento fibroso que con concentrado. 4) Factores climáticos: velocidad del viento, humedad relativa, exposición a la radiación solar, amplitud térmica, afectarían la tasa de cambios de calor del animal e indirectamente alterarían la temperatura crítica.

Altas temperaturas disminuyen el consumo entre un 20 y un 40% por problemas de disipación del calor. Esta variación es menor en ausencia de humedad ambiente pero se incrementa con el efecto de la misma (Smith *et. al.*, 1988) cit. por Lena, (1993).

En condiciones de pastoreo la disminución del consumo será mucho más abrupta con respecto a dietas con mayor proporción de concentrados o granos, debido a que los alimentos groseros como los forrajes producen un incremento calórico mucho mayor que los granos, debido a una producción extra de calor originada por la fermentación y metabolismo de la fibra (Ledezma, 1995). Este incremento calórico, que es beneficioso en condiciones por estrés por frío, es altamente perjudicial para el del calor.

Los requerimientos de mantenimiento de vacas en producción podrían aumentar más del 30% cuando las temperaturas se incrementan de 26 a 40 °C, por períodos de 6 o más horas al día. El consumo de alimentos podría disminuir aproximadamente un 55% y el consumo de agua en ésta situación podría pasar de 74 a 106 L. de agua por animal por día (Gallardo *et. al.*, 1994). Según Jacobsen, (1996) el consumo de materia seca disminuye un 10% respecto de los valores normales a 30 °C, un 25% a 32 °C y un 33% a 40 °C.

Como se mencionara anteriormente la tasa de respiración y la ingestión de agua aumentan con el estrés térmico, situación que contribuye a disminuir el consumo de materia seca (NRC, 1978) cit. por (Gallardo *et. al.*, 1994). Así mismo, los efectos asociados de: reducida motilidad ruminal, baja tasa de rumiación y mayor consumo de agua serían 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.*, 1974).

Si el agua que toma las vacas está tibia disminuye el consumo de materia seca y contribuye al estrés calórico. Por ejemplo con temperatura del agua de 10 °C existiría una producción de 27,3 L. de leche y un consumo de MS del 3,67% del peso vivo (PV); mientras que con temperatura del agua de 30 °C la producción disminuye a 25,7 L. de leche y el consumo de MS a 3,36% del PV (Lesser, 1995). Puede existir también un efecto negativo directo de la temperatura sobre el centro del apetito en el hipotálamo (Balle y Forbes, 1974).

Gallardo, (1995) cita la variación en los requerimientos para la ración de vacas de distintos niveles de producción de leche en situación de termoneutralidad (10 a 20 °C) y con temperaturas superiores a los 26 °C (apéndice 7).

En situación de estrés calórico existen respuestas hormonales que tienen una relación muy estrecha con la alteración del balance hídrico y de electrolitos. En estas condiciones se ha encontrado que aumenta la concentración de HAD (Hormona antidiurética) (El-Nouty *et. al.*, 1980). Esta mayor concentración está ligada a la necesidad del organismo de conservar agua e incrementar su consumo en la medida que aumenten las pérdidas por piel y tracto respiratorio (Jadeo). Esto es lógico cuando se

considera que con elevadas temperaturas las pérdidas de agua por evaporación constituyen la principal vía de intercambio de calor con el medio (Blaxter, 1967) cit. por Gallardo et. al., 1994).

Pero con el agua se pierden cantidades apreciables de minerales que son esenciales para regular el balance hídrico del animal. A quedado demostrado que los requerimientos en sodio (Na) y potasio (K) en vacas en lactancia aumentan considerablemente durante veranos cálidos (Coppock and West, 1987). Las necesidades más elevadas de Na se atribuyen a aumentos en la secreción de Na por orina (que a su vez está relacionado con una disminución de K en suero y orina) y con una reducción en las concentraciones plasmáticas de Aldosterona (Hormona que controla la secreción de Na). En cambio, las mayores exigencias en K serían atribuibles a una mayor eliminación de éste elemento con el sudor (Coppock and West, 1987; Huber, 1990).

Gallardo et al., (1994) demuestran aumentos en producción de leche cuando se suplementa con Na y K en condiciones de alta temperatura. En los casos de Na por ejemplo, los aumentos han sido de un 10,8% y en K hasta un 4,6%. En el trabajo de Gallardo, (1995) se detallan los requerimientos de minerales para vacas de distintos niveles de producción de leche, en un ambiente de termoneutralidad. (10 a 20 °C) y con temperaturas superiores a los 26 °C .

En síntesis la baja performance productiva en el verano es una resultante directa del menor consumo y la menor calidad del forraje consumido (Ledesma et. al., 1995).

### **2.2.5. Comportamiento de pastoreo.**

Otro aspecto importante en el manejo de los animales durante el verano, es el comportamiento ingestivo (hábito de pastoreo). Con elevadas temperaturas el ganado no sólo limita sino que hasta puede anular el pastoreo durante los momentos más calurosos del día (Hafez, 1973)

En la mayoría de los estudios de comportamiento se ha comprobado que las vacas en lactancia tienden a dividir el tiempo de pastoreo entre los ordeñes de la mañana y de la tarde en partes iguales, mientras ocurran temperaturas inferiores a los 26 °C. Cuando la temperatura máxima alcanza los 30 °C descendería apreciablemente el tiempo dedicado al pastoreo durante el día y aumentaría, en cierta medida, durante la noche (Gallardo et. al., 1994) (apéndice 8).

En climas cálidos y húmedos, se encontró asimismo, que el tiempo dedicado a pastoreo con temperaturas superiores a los 26 °C declinaría con una tasa de 20 minutos

por cada grado centígrado (Arnold, 1981) cit por Gallardo et. al., (1994). Según éste autor la disminución del tiempo de pastoreo sería una de las principales causas que explicaría la caída de consumo durante el verano. Según Hafez, (1978) los momentos de máxima actividad de pastoreo durante la época calurosa se producirían en las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde.

#### **2.2.6. Ritmo respiratorio y temperatura rectal.**

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 (Jadeo) (Gallardo, et. al., 1994). En el apéndice 9 se ilustran éstas relaciones.

El jadeo, que constituye uno de los mecanismos más efectivos para disipar el calor acumulado, contribuye a incrementar los requerimientos energéticos de mantenimiento (Gallardo, 1995). Este autor cita el ejemplo de una vaca de 600 Kg. de peso vivo produciendo 27 Kg. de leche por día, requerirá a 35 °C un 20% más de energía que a 20 °C.

Blood et. al., (1988) citan como ritmo respiratorio normal entre 10 y 30 respiraciones por minuto mencionando que un aumento en la temperatura ambiente y la humedad relativa puede duplicar el numero de movimientos respiratorios. Animales que se encuentran aclimatados a las temperaturas frías del exterior, son susceptibles a estrés por calor cuando quedan expuestos a temperaturas mas cálidas. En éstas condiciones puede aumentar hasta 6 u 8 veces la cifra normal y en las siguientes 2 horas puede observarse respiraciones con la boca abierta.

Blood, et. al., (1988) citan que la temperatura rectal normal oscilaría en el rango comprendido entre 38,5 y 39,5 °C, mientras que Hansen, (1969); De la Sota, et. al., (1994) mencionan que el bovino mantiene su temperatura dentro de un rango que oscila entre 38,4 y 39 °C.

Harris et. al., (1960) reportaron que la radiación solar era de considerable importancia como una causal directa del incremento en la temperatura corporal y la tasa respiratoria cuando vacas Holstein y Jersey fueron expuestas al sol en Texas (EE.UU.).

Sin embargo en Louisiana (Jhonston, 1958) y Georgia (Johnson, 1962) (EE.UU.) no se detectaron diferencias en temperatura rectal en vacas lecheras expuestas a la sombra y sol.

En el trabajo de Ledesma, *et. al.*, (1995), se contrasta la variación en el ritmo respiratorio y temperatura rectal, para una temperatura termoneutral (18 °C) y condición de estrés (32 °C). La temperatura rectal aumentó de 38,6 °C a 38,9 °C, mientras que la tasa respiratoria pasa de 32 a 94 resp/min. Gorosito, (1994) menciona que en ambientes con temperaturas superiores al límite crítico (25 a 28 °C) la temperatura rectal aumenta de 1 a 1,5 °C sobre lo normal.

### **2.2.7. Eficiencia reproductiva.**

El proceso reproductivo depende del buen estado físico y de la salud de los animales, así como de su interacción con el medio ambiente; es decir, depende de los efectos directos e indirectos del ambiente. El ambiente cálido afecta la fertilidad del ganado lechero a través de la calidad del semen, la actividad sexual de la hembra y la probabilidad de concepción y mantenimiento de la preñez. En el caso de las hembras, en épocas de calor aumenta la proporción de celos cortos y disminuyen los síntomas de celo, lo que dificulta su detección. Las tasas de concepción se ven afectadas por las condiciones, particularmente la temperatura máxima del día siguiente a la inseminación. Este efecto ambiental es más marcado en vacas que en vaquillonas (Valtorta, 1994).

Una serie de observaciones recientes, indican que tal vez el estrés calórico comprometa el desarrollo folicular ya que la dinámica folicular se altera en los períodos de estrés térmico (Badinga *et. al.*, 1993; Wolfenson *et. al.*, 1995). Actualmente, no se sabe que etapa de la jerarquía folicular del ovario afecta el estrés calórico, si en la de foliculo ovárico y/o en la de oocito (Thatcher, 1995).

Valtorta, (1994) en su trabajo muestra para la zona de Santa - Fé (Rca. Argentina), el análisis de las tasas de concepción de rodeos con producciones mayores a 4000 Kg. de leche por lactancia. Encontró que las variables meteorológicas de mayor efecto sobre la tasa de concepción eran la radiación solar del día de la inseminación y la temperatura máxima del día siguiente. Al analizar las tasas de concepción según épocas del año, las tasas más bajas correspondieron al trimestre de verano (Dic-Ene-Feb), 37,0%, contra 46,8%; 47,4% y 50,9% para el Otoño, Invierno y Primavera respectivamente.

Ingraham *et. al.*, (1974) realizaron un ensayo en México a los efectos de evaluar la influencia del ITH sobre la tasa de concepción en vacas Holstein. Se tomaron medidas de ITH para el segundo día previo al día de servicio, el día de servicio y el día siguiente a éste. La tasa de concepción para 191 vacas servidas en días con valores de ITH por debajo de 66 fue de 67%, comparable con el 21% obtenido en 818 vacas servidas en días con ITH mayores a 76. Estos autores concluyen que el valor de ITH promedio del

segundo día previo al servicio fue el mas relacionado a la tasa de concepción. Dicha tasa desciende de 55 a 10% cuando el ITH promedio en ese día pasa de 70 a 84 ( $r = - 0,995$ ). Si el valor de ITH de éstos dos días era mayor al valor de ITH del día de servicio la tasa de concepción era de 31,9%; y si era menor la tasa de concepción era de 42,3%. Esta diferencia del 10,4% fue significante ( $X^2= 12,24, <0,001$ ).

Períodos severos de estrés calórico, en los cuales las temperaturas corporales lleguen a 40 - 41 °C en vacas lecheras en lactación el día del celo (día 0) y los días 1 - 2, ocasionan una alta tasa de desarrollo embrionario anormal y muerte hacia el día 7 (Ealy *et. al.*, 1993; Putney *et. al.*, 1989).

Las pérdidas embrionarias parecen estar asociadas no con la muerte del embrión, sino con la reducción del crecimiento embrionario que conducen a una insuficiente producción de la proteína antiluteolítica, interferon tau. El interferon tau, ocasiona una atenuación en la secreción de prostaglandina F2 alfa (PGF2 alfa) y el mantenimiento del cuerpo luteo durante la duración de la preñez. Una falla en este sistema conduce a una etapa posterior de muerte embrionaria debida a la insuficiente producción de progesterona para sustentar el desarrollo del embrión (Thatcher, 1995). El estrés por calor parece aumentar la secreción uterina de PGF2 alfa, que pueda antagonizar el mantenimiento de la preñez temprana (Wolfenson, *et. al.*, 1995).

La vaca en el período post parto sufre una transición para aumentar su consumo de materia seca en un momento en el cual los requerimientos energéticos para mantenimiento y producción de leche exceden la energía que pueden consumir en la dieta. De aquí que las vacas pasen por un período de 4 a 5 semanas de extensión en el cual el balance energético negativo antagoniza con los cambios endocrinos conducentes a la recuperación de la ciclicidad ovárica. Este problema se agudiza por la ocurrencia de estrés calórico por lo que el animal reduce el consumo de materia seca como medio de reducir la producción de calor (Thatcher, 1995).

## **2.3. EFECTOS INDIRECTOS DEL CLIMA.**

### **2.3.1. Cantidad y calidad de forrajes estivales.**

En sistemas de producción donde existe una alta dependencia de las pasturas, es en algunas etapas del año un factor que frena la productividad de las vacas por la merma en su calidad y/o cantidad (Flamenbaum, 1994).

En general se asocia la disminución de la calidad de forraje con la madurez de la planta. Con la maduración se produce una disminución de la proporción de hojas y un aumento de la relación tallo - hoja, hecho de suma importancia si se tiene en cuenta que generalmente la calidad de los tallos es inferior a la de las hojas. Esta generalización sin embargo, presenta excepciones. La calidad de los tallos, en comparación a la de las hojas, depende de la función de éstas estructuras en las especies consideradas (Gallardo, 1994).

La calidad de un forraje está básicamente determinada por su digestibilidad, definiéndose ésta como la parte de los nutrientes consumidos que es retenida por el animal y que por lo tanto no es excretada por las heces (Ledesma, 1995). Este autor menciona los factores que durante el verano producen alteraciones en dicha digestibilidad, siendo éstos contenido de pared celular, grado de lignificación y los cambios morfológicos que se producen en la estación.

El aumento de la temperatura promueve una mayor actividad metabólica, hecho que disminuye la cantidad de metabolitos en el contenido celular. De ésta manera, los productos fotosintéticos se convierten rápidamente en componentes estructurales (Valtorta, 1994).

En ensayos que correlacionan muestras de forrajes de diferentes zonas de producción mundial se observó que independientemente de la clase de forrajera se produce una caída del 1% en la digestibilidad de la materia seca por cada grado de temperatura ambiente que se incrementa (Ledesma, 1995).

Por otro lado Deinum, (1988) cit. por Gallardo, (1994) obtuvo una regresión parcial que mostró una disminución de media unidad de la digestibilidad por cada grado de aumento de la temperatura, manteniendo controlados otros factores: luz, maduración y fertilización. Mientras que Minson, (1981) cit. por Gallardo, (1994) encontró un valor de 1,14 al comparar forrajes producidos en diferentes ambientes. Este último valor tiene significado práctico cuando se comparan forrajes templados y tropicales. Incluye el efecto asociado de la duración del día porque sus datos provienen de experiencias realizadas en diferentes latitudes.

El mayor impacto de la temperatura se ejerce sobre la digestibilidad de la pared celular potencialmente digestible (Ledesma, 1995).

Existe una alta correlación positiva entre la temperatura ambiental y horas de luz durante el día con el contenido de pared celular de las pasturas. Por el hecho de que el incremento de contenido de pared celular equivale a más fibra indigestible, pasturas que crecen en temperaturas más altas, maduran más rápido (Flamenbaum, 1994; Valtorta, 1994).

En leguminosas como alfalfa (*Medicago sativa*), los tallos son órganos estructurales mientras que las hojas son órganos metabólicos. En las gramíneas, por otro lado, las hojas cumplen una importante función estructural a través de su nervadura central lignificada. Como resultado, la alfalfa mantiene la calidad de sus hojas al avanzar la madurez, mientras que la calidad de las hojas de las gramíneas disminuye, aunque no tanto como la de los tallos (Valtorta, 1994).

### **2.3.2. Efecto sobre el consumo.**

Como se mencionara anteriormente las pasturas que crecen durante el verano alcanzan en poco tiempo la madurez, disminuyendo su valor nutritivo. Estos materiales tienen baja degradación ruminal y lentas tasas de pasaje en el tracto gastrointestinal, limitando el consumo por mecanismos de tipo físico (llenado ruminal), (Flamenbaum, 1994). En consecuencia, baja el consumo voluntario de materia seca y el aprovechamiento del pasto en el sistema digestivo del animal (digestión, absorción y metabolismo celular). La vaca tiene menos energía y proteína disponibles para mantenimiento y producción. Esto coincide con lo afirmado por (Valtorta, 1994; Gallardo, 1994; Ledesma, 1995).

Al mismo tiempo, la baja digestibilidad de las pasturas (altos contenidos en fibra FDN y FDA) incrementa el calor de digestión (Incremento calórico) el cual en condiciones de Verano, es negativo ya que se eleva la temperatura corporal del animal. El incremento calórico está directamente relacionado con la eficiencia de utilización de los nutrientes. Los alimentos que generan mayores incrementos calóricos (generalmente de baja digestibilidad) resultan en menores cantidades de energía para la síntesis de leche (Gallardo *et. al.*, 1994). Por otra parte en condiciones ambientales normales se ha verificado una correlación negativa entre el contenido de fibra de la dieta y el consumo de materia seca y la digestibilidad.

Como consecuencia del consumo reducido de materia seca y de los aumentos significativos en los requerimientos del animal, se producirán balances negativos de nitrógeno en vacas con estrés térmico (Higginbotam *et. al.*, 1989; Kamal and Johnson, 1970). Se ha encontrado por ejemplo, que vacas en producción consumían más y producían más leche cuando fueron alimentadas con una dieta de mayor concentración proteica 20,8% vs 14,5% de proteína bruta (PB).

Sin embargo, no solo tendría influencia la cantidad de proteína sino también su degradabilidad. Trabajos recientes sugieren que dietas con elevados niveles de proteína de alta degradabilidad ruminal serían perjudiciales para vacas en condiciones de extremo calor (Higginbotam *et. al.*, 1989). La producción y el consumo fueron menores en vacas con 19% de PB de alta degradabilidad. Cuando esas mismas dietas se compararon en condiciones de temperaturas moderadas, las respuestas fueron diferentes que en clima cálido (apéndice 10).

Las dietas con proteína de alta degradabilidad (mayor al 65%) 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 compiten por el mismo sustrato que otros nutrientes esenciales, como es el caso de la glucosa para la síntesis de leche (Gallardo, 1994).

### **2.3.3. Concentración energética de las dietas.**

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

Las raciones de alta digestibilidad (mayor al 70%) que producen bajos incrementos calóricos durante la fermentación y permiten por lo tanto una mayor concentración energética por unidad de volumen, constituyen lo que se denomina “dietas frías” (Gallardo *et. al.*, 1994). Estos autores citan varias formas de lograr una dieta fría. Una sería reducir la relación forraje-concentrado en la dieta teniendo en cuenta que se debe mantener un mínimo de fibra (20% como FDA) para mantener un buen funcionamiento ruminal y prevenir disminuciones de grasa butirosa en la leche.

Otra vía efectiva para formular una dieta fría sería la incorporación de alimentos con altos porcentajes de grasa o aceites, debiéndose no exceder el 7% de la materia seca total con grasas no protegidas para no alterar la digestibilidad de la fibra y disminuir la calidad de la ración total. La inclusión de grasas protegidas; o sea aquellas no degradables

en el rumen, como el caso de ácidos grasos neutralizados con calcio o triglicéridos saturados han permitido también disminuir los efectos negativos del estrés térmico en vacas de alta producción como se ha demostrado en Arizona y Florida por Beede and Collier, (1986) y Huber, (1990).

Se genera menos calor con la digestión y metabolismo de la grasa, que el que se genera con carbohidratos o proteínas. Consecuentemente, la administración de grasa en el alimento durante los períodos de estrés calórico achica la carga calórica en el animal y podrá incrementar la densidad energética de la dieta durante períodos en los cuales el consumo está deprimido (Thatcher, 1995).

## 2.4. EFECTO DE LA SUPLEMENTACION.

### 2.4.1. Producción de leche.

La respuesta a la suplementación depende del potencial de producción de la vaca (potencial genético, etapa de lactancia, estado corporal), de la cantidad y calidad de la pastura disponible y de la cantidad, características y momento en que se suministra el concentrado (Orcasberro, 1992). La suplementación puede influir sobre la producción de leche en el corto y largo plazo. La respuesta en el corto plazo o efecto directo, es el aumento en la producción que se logra cuando se suministra el suplemento por encima de lo que permite el forraje como único alimento. El efecto a largo plazo o residual, es el aumento en la producción obtenido en la misma lactancia una vez finalizado el periodo de suplementación (Orcasberro, 1992; Leaver, 1985; Durán, 1982).

Existe una interacción muy fuerte entre la respuesta en producción de leche y la oferta de forraje por animal como lo muestran los experimentos de Cae (1987) y Grainger y Mathews (1989) cit. por Fernandez y Rivoir, 1995. En éstos trabajos se demuestra como al aumentar la oferta de forraje por animal, disminuye la eficiencia del concentrado en términos de respuesta explicado por un mayor efecto sustitutivo.

En situaciones donde los alimentos son fibrosos y con bajos tenores proteicos, la suplementación con concentrados que aporten proteína degradable en el rumen puede incrementar la producción de leche (Orcasberro, 1992), siendo esto explicado por un aumento significativo en el consumo total de materia seca (Huber y Limin Kung, 1981) cit. por Fernandez y Rivoir, (1995).

En el cuadro 5 se muestra el resultado de 2 ensayos donde se evaluó el efecto de la suplementación de vacas lecheras pastoreando verdeos de verano sobre la producción de leche.

Cuadro 5. Respuesta en producción de leche a la suplementación en verdeos de verano

<b>Asignación de pastura</b> (Kg.MS/a/día)	<b>Utilización de pastura</b> (%)	<b>Nivel de concentrado</b> (Kg./animal/día)	<b>Tipo de concentrado</b>	<b>Producción de leche</b> (LV/día)	<b>Respuesta al concentrado</b> (L/Kg.)	<b>Autor</b>
15,3	90,8	0		7,8		Montossi y Barretto, (1989)
15,3	85,1	3,2	PR	11,6	<b>1,2</b>	
13,8	85	0		10,0		Geymonat, (1992)
13,8	85	5,5	E-A	13,4	<b>0,6</b>	
27,5	48,7	0		12,4		
27,5	48,7	5,5	E-A	16,4	<b>0,7</b>	

PR = Proteico

E-A = Energético almidonoso

La producción de leche que se logra a inicios de la lactancia depende en parte, del aporte de nutrientes del tejido movilizado en ese período, cuando el consumo de la vaca es bajo y su potencial de producción alto. Es por ello que existe respuesta al estado corporal preparto que interacciona con la suplementación condicionando la respuesta vía potencial de la vaca (Orcasberro, 1992). En ésta etapa es donde se dan las mayores respuestas (tanto directa como residual) a la suplementación, ya que por cada litro extra logrado en el pico es generalmente aceptado que repercute en un aumento de 200 litros en toda la lactancia (Broster *et. al.*, 1969; Orcasberro, 1992; Durán, 1982; Shaver, 1993; Schingoethe, 1988).

#### **2.4.2. Composición de la leche.**

La leche sintetizada en la glándula mamaria dependerá del flujo sanguíneo, de la concentración de precursores de leche en plasma y de la eficiencia de captación por parte de la glándula de dichos precursores (Rearte, 1992) cit. por Fernandez y Rivoir, (1995).

Los constituyentes osmóticamente activos de la leche y que determinan el volumen producido son la lactosa y los minerales. Las concentraciones de éstos componentes son relativamente constantes pero la concentración de proteína y particularmente la grasa, varían ampliamente (Oldham y Sutton, 1983) cit. por Fernandez y Rivoir (1995).

##### **2.4.2.1. Grasa.**

La grasa de la leche está compuesta casi en su totalidad por triacilglicéridos (TAG) presentes en forma de glóbulos, sintetizados en las inmediaciones del retículo endoplasmático de las células secretoras (Rearte, 1992; Bath *et. al.* ), 1982 cit. por Fernandez y Rivoir, (1995).

Los precursores para la síntesis de grasa provienen de la movilización de reservas corporales y de la dieta. Los ácidos grasos (AG) de cadena corta de 4-14 C sintetizados en la glándula mamaria derivan del acetato y del B-hidroxibutirato, mientras que los AG de cadena larga de 18 o más átomos de carbono son transferidos directamente desde los TAG del plasma sanguíneo (de origen dietario o de movilización). Los AG de cadena media de 16 C son originados tanto por síntesis en la glándula como por absorción directa del plasma sanguíneo (Oldham y Sutton, 1983) cit. por Fernandez y Rivoir (1995). Los AG de cadena larga de origen dietarios se encuentran en su mayor parte saturados debido a la alta capacidad de hidrogenación que posee la población ruminal (Rearte, 1992; Bath *et. al.*, 1982) cit. por Fernandez y Rivoir, (1995).

De los tres componentes mayoritarios de la leche, la grasa es el componente en que la nutrición ofrece el mayor potencial para modificar su concentración (Sutton, 1989) cit. por Fernandez y Rivoir, (1995).

Los efectos de la suplementación sobre la concentración de grasa pueden ser explicados principalmente por las variaciones ocurridas en las relaciones de ácidos grasos volátiles (AGV), acético, propiónico y butírico producidos a nivel ruminal (Sutton, 1985, 1989; Sutton y Morant, 1989; Rearte, 1992) cit. por Fernandez y Rivoir, (1995).

A medida que aumenta el nivel de concentrado energético en la dieta (disminuye la relación forraje:concentrado), se produce un cambio en el tipo de fermentación, favoreciendo la producción de propiónico en detrimento del acético y butírico. En situaciones con alta participación de concentrado en las dietas pueden ocurrir descensos en el ph ruminal el cual deprime la digestión celulolítica provocando déficit de acetato (Rearte, 1992) cit. por Fernandez y Rivoir, (1995).

La caída en la grasa de la leche estaría asociada al incremento de precursores glucogénicos (propiónico y glucosa proveniente de la digestión postruminal del almidón), y a un descenso en la disponibilidad de precursores lipogénicos (acético y butírico) en rumen (Rearte, 1992; Sutton, 1985) cit. por Fernandez y Rivoir, (1995). Esto provoca mayor síntesis de lactosa (componente osmóticamente activo de la leche) cuyo efecto principal es el aumento en el volumen de la leche diluyendo la grasa aunque no necesariamente disminuya su producción total (Rearte, 1992). Sutton y Morant, (1989) cit. por Fernandez y Rivoir, (1995); sugieren que por debajo de una relación 3,5:1 acético/propiónico cae el contenido graso de la leche.

Según Rearte, (1992) cit. por Fernandez y Rivoir, (1995) en sistemas pastoriles de producción en donde los niveles de suplementación no superan el 30% de la dieta, no se producen cambios en el ambiente ruminal tales que se traduzcan en cambios significativos de la composición de la leche. En éstas situaciones, generalmente el volumen de leche y el rendimiento de los distintos componentes sí se ven aumentados.

#### **2.4.2.2. Proteína.**

Aproximadamente el 90% de las proteínas de la leche se sintetizan en la glándula mamaria, específicamente en el retículo endoplasmático rugoso de las células secretoras, a partir de aminoácidos provenientes del plasma sanguíneo. Estas son secretadas junto con la lactosa al lumen alveolar en vesículas, que al alcanzar la membrana apical liberan su contenido (Rearte, 1992; Sutton, 1989) cit. por Fernandez y Rivoir, (1995).

La mayor parte de la proteína de la leche son caseínas sintetizadas en la glándula mamaria y el resto son pequeñas cantidades de proteínas que pasan por difusión desde el plasma sanguíneo a través de las células secretoras al lumen alveolar (Rearte, 1992) cit. por Fernandez y Rivoir, (1995).

Los cambios en la concentración de proteína a través de la dieta es posible, sin embargo, su manipulación es muy limitada comparada con las alteraciones posibles de lograr en el tenor de grasa (Sutton, 1989) cit. por Fernandez y Rivoir, (1995).

Los altos consumos de energía favorecen la síntesis de proteína en la glándula mamaria y pueden provocar aumentos en su concentración (Rearte, 1992; Sutton, 1989; Sporndly, 1989) cit. por Fernandez y Rivoir, (1995). Cuando se suplementa con concentrados que provocan aumentos de precursores glucogénicos a nivel de rumen (ácido propiónico), se favorece la síntesis de glucosa en el hígado disminuyendo la gluconeogénesis a partir de aminoácidos quedando éstos disponibles para ser utilizados en la glándula mamaria (Rearte, 1992).

Por lo tanto, la suplementación y el mayor consumo de energía digestible pueden aumentar la síntesis de proteína y aumentar su tenor en la leche (Sutton y Morant, 1989) cit. por Fernandez y Rivoir, (1995).

## 2.5. VERDEOS DE VERANO.

Dentro de los verdes de verano el sorgo forrajero es el más utilizado por los productores lecheros, por poseer características como la de brindar grandes cantidades de forraje por hectárea en lapsos relativamente cortos (Manejo, 1994).

Otra posibilidad de recurso forrajero para el verano, es el maíz, muy difundido en todas las zonas productoras del mundo, en razón de sus cualidades y su plasticidad de adaptación. Si bien no tiene capacidad de rebrote luego del pastoreo, presenta la ventaja de suministrar una masa de forraje verde de uso estratégico a fin de primavera o en verano, dado que admite siembras de fin de setiembre, siendo un alimento de buen valor incluso en etapas avanzadas de madurez (Perez Arrarte, 1984).

Tanto sorgo como maíz son cultivos tropicales adaptados a altas temperaturas e intensidades de luz. Sus tasas de crecimiento superan ampliamente a las registradas en los cultivos invernales (Perez Arrarte, 1984; Luizzi y Carrasco, 1978).

Mieres, *et. al.*, (1984) en un trabajo realizado en el INIA La Estanzuela evaluaron maíces en dos estados fisiológicos diferentes bajo pastoreo en comparación con sudangras a través de la producción de leche (cuadro 6).

Cuadro 6. Promedio de producción de leche diaria y grasa para sudangrás, maíz vegetativo y maíz lechoso.

	<b>Sudangras</b>	<b>Maíz vegetativo</b>	<b>Maíz lechoso</b>
<b>Leche s/corregir</b>	14,6	14,5	14,3
<b>LCG al 4%</b>	12,7	13,5	13,2
<b>Grasa %</b>	3,28	3,54	3,51
<b>Var. PV (gr./día)</b>	+ 127	- 327	- 809

No existió prácticamente diferencia en la producción de leche sin corregir ni corregida para los diferentes tratamientos, habiendo una pequeña diferencia en el contenido graso a favor de los maíces que es compensada con una menor producción de leche. Si se encontró diferencia significativa en la variación del peso vivo para los tratamientos sudangras y maíz lechoso ( $P < 0,1$ ).

En conclusión desde el punto de vista de producción individual, los rendimientos en términos generales no serían diferentes si se pastorea sudan o maíz y dentro de éstos tampoco su estado (Mieres *et. al.*, 1984).

Acosta et. al., (1984), compararon el maíz en estado de grano lechoso con sudangrás para la producción de leche bajo pastoreo. No se registró diferencia en la producción de leche (sudangrás 11,7 L. vs Maíz 12 L.), lo mismo ocurrió con el porcentaje de grasa butirométrica (3,5 % vs 3,5%); solo hubo diferencia en la variación de peso diario, siendo ésta de 0,896 y 0,658 Kg./día para el sudangrás y maíz respectivamente.

### **2.5.1. Características forrajeras del maíz.**

Este cultivo presenta potenciales de rendimiento que varían entre 2840 y 16100 Kg. MS/Ha. con contenidos de MS de 15 a 37,7% respectivamente (Kachele y De León, 1983).

En maíz los valores de crecimiento diario registrado, presentan rangos de 30 a 60 Kg.MS/Ha/día en los primeros 60 días de crecimiento, con un máximo de 200 a 300 Kg.MS/Ha/día hacia los 100 días del ciclo; a posteriori disminuye a tasas de 30 Kg.MS/Ha/día a la madurez (Perez Arrarte, 1978).

Varios autores indican que la digestibilidad de la MS. de la planta entera, permanece estable a medida que avanza la madurez del cultivo, en razón de que la pérdida de digestibilidad que experimenta la planta desprovista de grano (60-70%) es compensada por la contribución del mismo (84%) a la digestibilidad de la materia seca (Demarquilli et. al., 1974).

Demarquilli et. al., (1969) cit por. Mesa et. al., (1978) encontraron que a medida que madura la planta, aumenta la digestibilidad de la materia orgánica y de la espiga y Kachele y De Leon, (1983) no observaron reducción en la digestibilidad de la materia orgánica al estado mas avanzado de madurez.

Los valores de proteína cruda oscilan entre 7,5 y 11,6% (Perez Arrarte, 1978; Bunting, 1966; Boever, 1983). Estos autores indican que la planta disminuye rápidamente su contenido de proteína cruda en el estado de madurez final y particularmente a medida que avanza el estado de madurez, desde floración hasta grano maduro.

La reducción del porcentaje de proteína cruda con la madurez se compensa con el incremento en la producción de materia seca y proteína cruda (Phipps, 1975) cit. por Mesa et. al., (1988).

### **2.5.2. Características forrajeras del sorgo.**

Los sorgos híbridos presentan tallos mas gruesos y mayor precocidad que el sudangras, por lo tanto permiten ser pastoreados con antelación, además se adaptan para pastoreo, picado, heno y ensilaje (Carámbula, 1977).

Entre las características mas destacables de este cultivo se encuentra el alto potencial de producción de forraje. Los registros obtenidos por diferentes autores, bajo distintas condiciones (clima, suelo, manejo), establecen rendimientos que oscilan entre 1800 y 27100 Kg. MS/Ha.(Kachele, 1970; De Saibro et. al., 1976; Moliterno, 1981).

Carrasco, (1983) cit. por Mesa et. al., (1988) indica que el sorgo (granífero) presenta un crecimiento inicial (20-25 días) lento, que se incrementa con el desarrollo y se hace máximo cuando se alcanza el estado de hoja bandera visible, con tasas de crecimiento del orden de 190 Kg.MS/Ha/día. En sorgo granifero, así mismo, Luizzi y Carrasco (1978), citan tasas máximas de crecimiento registradas en períodos semanales de 46-51gr./m<sup>2</sup>/día.

Los sorgos forrajeros híbridos se caracterizan por una gran precocidad, superior a la de los sudangrases, alcanzando tasas máximas de crecimiento de 106 Kg.MS/Ha/día. Posteriormente, a medida que avanza la estación de crecimiento, la tasa desciende (Artola y Carámbula, 1978).

Kachele, (1970) trabajando con sorgo híbrido sudax SX 11, efectuó cortes en tres estados de crecimiento, a saber: emergencia de panoja, grano lechoso y grano duro. Concluyó que con el avance de la madurez hay un incremento en el porcentaje de MS. En cuanto a la producción de forraje, aumentó rápidamente del estado de emergencia de la panoja al de grano lechoso, decayendo luego hacia el estado de grano duro. El autor atribuye esta reducción en la materia seca, a la caída de las hojas inferiores de la planta.

Pereira, (1976), trabajando con el cultivar sordan NX, efectuó cortes en tres estados de crecimiento: estado vegetativo (45 cm.), embuchamiento inflorescencia dentro de la vaina (antes de la emergencia floral) y floración (50% en anthesis), concluyendo el porcentaje de materia seca aumenta a medida que el estado de crecimiento avanza. Hernandez y Abiusso, (1969) coincidiendo con los autores previamente citados, indican aumentos en los Kg.MS/Ha y en el % MS a mayor altura de corte y por lo tanto a estados más avanzados de crecimiento.

La planta de sorgo presenta un descenso en los índices de digestibilidad de materia seca y materia orgánica del estado de emergencia de la panoja, a estado de grano lechoso y lo explica por un incremento de la fibrosidad de las plantas al aumentar la

relación tallo-hoja (Kachele, 1970). Wedin, (1970) coincide con esta afirmación destacando un descenso de la digestibilidad de la materia seca a medida que aumenta la altura de la planta.

El contenido de proteína cruda es afectado por el estado de madurez del cultivo, disminuyendo a medida que avanza el mismo (Carámbula, 1977; Kachele, 1970; Gomez de Fleitas y Desaibro, 1976).

Según Kachele y Paladini, (1969) cit. por Geymonat, (1992), con datos para el sorgo sudan SX-11 en tres estados de crecimiento se indicó un descenso rápido en el contenido de proteína cruda a medida que se avanza el estado de madurez. Pasando desde un porcentaje de proteína cruda de 9,7% en la emergencia de la panoja a 7,3% con grano lechoso y llegando a 5,8% con grano duro.

Faggi y Duran, (1978) cit. por Geymonat (1978) citan producciones de 12,6 Kg. de leche por vaca, alimentadas con sorgo forrajero, variando entre 12,53 y 12,69 L./día utilizando pastoreos de cambio diario y semanal respectivamente.

Leborgne y Buzy, (1972) cit. por Durán (1978), obtuvieron producciones de 11,04 Kg. de leche por vaca por día con un contenido de grasa de 3,28%. Estos autores destacan así mismo, que las vacas pastoreando sorgo en avanzado estado de madurez no logran mantener el nivel de producción de leche anterior.

Cortabarría, (1980), en un estudio comparativo de sorgo NK Sordan SX-121 y sudangrás Estanduela Comiray para producción de leche obtuvo resultados de mayor producción por animal y leche corregida por grasa al 4% pastoreando sudangrás. Se obtuvieron producciones de leche corregida por grasa de 12,75 (sin corregir 13,3) y 14,74 (sin corregir 14,8) Kg./V/día para sorgo híbrido y sudangrás respectivamente. En tanto que los promedios de porcentaje de grasa en grasa fueron 3,76% para el sorgo híbrido y 3,99 para el sudangrás.

Wedin, (1970) afirma que uno de los factores determinantes en la obtención de buenos niveles de PC. en el forraje de sorgo, es la altura de la planta cuando acceden los animales al pastoreo. Este autor, experimentando con cuatro alturas de acceso (46,92, 137 cm. y estado pastoso) encontró un decrecimiento en el porcentaje de proteína cruda a medida que aumentaba la altura de acceso. La mayor caída en el nivel de proteína cruda se registraba entre la medida de 137 cm. de altura y el estado pastoso.

Los resultados de trabajos realizados en INTA Balcarce determinaron que cuando los animales pastoreaban rebrotes de sorgo, las ganancias de peso eran menores que cuando consumían el primer crecimiento. Si bien esta diferencia se daría en condiciones

similares de digestibilidad, proteína y fibra, habría otras razones que podrían explicarla. La fracción proteica degradable fue mayor en el rebrote, con una proporción soluble de la fracción degradable también mayor. Sin embargo, la concentración de N-NH<sub>3</sub> no difirió significativamente aunque es mayor en el rebrote (Santini y Dini, 1985).

La tasa de degradación fue significativamente menor en el rebrote, mostrando algún factor limitante en el proceso digestivo ruminal. Las mismas tendencias se encuentran para la fracción fibra potencialmente digestible y tasa de digestión (Santini y Dini, 1985).

*En cuanto a los componentes de tasa de pasaje existen diferencias significativas en la tasa de recambio ruminal y tiempo medio de retención total, siendo el rebrote el que tiene una mayor tasa de pasaje. El peso fresco ruminal fue significativamente mayor en el primer crecimiento que en el rebrote, no llegando a ser significativa la diferencia en peso seco y contenido en pared celular del mismo (Santini y Dini, 1985).*

Como conclusión de este trabajo se puede decir que el menor llenado en contenido fresco ruminal del rebrote estuvo asociado a una mayor extensión de la digestión de la pared celular y menor tiempo de retención ruminal. Este menor contenido ruminal sugeriría que la digestión ruminal no controle el consumo en forrajes de ésta calidad (Santini y Dini, 1985).

## **2.6. ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAR EL ESTRES CALORICO.**

### **2.6.1. Tecnologías aplicadas.**

Existe un amplio espectro de estructuras y sistemas de manejo que pueden utilizarse para atemperar los efectos adversos de los ambientes cálidos (Valtorta, 1994).

Según Hahn, (1981) existen distintas alternativas de modificación del ambiente que pueden dividirse en dos grandes grupos: 1. Sistemas que presentan sólo una función de protección sobre el animal, 2. Sistemas que tienen función de provocar un ambiente controlado. Entre los primeros se encuentran, fundamentalmente, la provisión de sombras, ventiladores y donde las condiciones de humedad ambiental lo permitan, los aspersores. Entre los segundos, se pueden mencionar el aire acondicionado parcial y el control ambiental total. Entre ambos sistemas podría ubicarse el enfriamiento evaporativo. Cuanto más estresante sea el ambiente menor impacto producirán los sistemas del primer grupo, y mayor los del segundo grupo.

En zonas cálidas y secas, (por debajo del 50% de humedad realtiva) principalmente se utilizan los sistemas evaporativos. Estos sistemas se basan en las pérdidas evaporativas de calor, ya sea desde la superficie humedecida del animal o de los techos de estructuras que les sirven de reparo. En Israel se utilizan en la mayoría de los establos ventiladores, cuya función tiene doble propósito: 1.- secar los corrales y 2.- disipar el calor por vía convectiva. Sin embargo, tanto el efecto de los sistemas evaporativos como la ventilación forzada por medio de ventiladores tienen eficiencia limitada, siendo más efectiva la primera (Valtorta, 1994).

El sistema de enfriamiento evaporativo trabaja mejor en areas donde existe baja humedad (Bray *et. al.*, 1992). Con éste sistema las vacas inhalan aire frío y no pueden intercambiar calor con el medio y remover el calor del cuerpo. Esta metodología suele ser mas efectiva en condiciones donde hay viento o mejor aun cuando se complementa con ventiladores; ademas el hecho de no existir ventilación puede provocar problemas respiratorios (Bray *et. al.*, 1992).

Armstrong *et. al.*, (1985) y Ryan *et. al.*, (1988) cit. por Bray *et. al.*, (1992) realizando trabajos con enfriamiento evaporativo, muestran no solo un incremento en producción de leche del orden de los 2,7 L/V/día, sino también un incremento del 50 % en la eficiencia reproductiva. También Wiersma y Stott (1974) encontraron una diferencia de 1,8 L/V/día y mejoras en la performance reproductiva.

Bray et. al., (1990) cit por Bray et. al., (1992) comparó 2 métodos como ventilado y aspersión contra ventilado y microaspersión en un tambo de Florida (Estados Unidos). Las vacas que recibían ventilado y microaspersión tenían tasa respiratoria menores que el tratamiento con aspersión y ventilado 87 vs 72 resp/min, mientras que la temperatura rectal se logró disminuir 0,5 °C con el sistema con microaspersión (39 vs 39,5 °C).

Flamenbaum, (1986) con el fin de mejorar la eficiencia de éstos sistemas los utilizó en forma combinada (aspersión y ventilado). En este ensayo se produjo primero el mojado de la superficie de la vaca y luego de unos minutos se aplicó ventilación intensa para aumentar el ritmo de evaporación desde la piel mojada, al producir la rápida remoción de la capa límite del aire. Se contrastó este tratamiento (33 animales) con un grupo control (32 animales), obteniéndose un aumento en la producción de 3,4 litros (33,7 L. vs. 30,3 L.) por vaca ordeñe por día, disminuyendo los servicios por concepción de 2,3 a 1,6 y manteniendo la temperatura corporal (en las horas de mayor temperatura ambiente) en 38,5 °C vs 40 °C.

Este autor y colaboradores realizaron un trabajo similar con el objetivo de definir los tiempos de aplicación de éstas medidas de enfriamiento. El máximo decrecimiento en la temperatura corporal se dió a los 30 minutos después de cesar el enfriado. El mojado de la piel del animal durante 10 segundos fué menos efectivo que para 20 y 30 segundos. El enfriado de animales por 15, 30 y 45 minutos produjo decrecimientos en la temperatura corporal de 0,6, 0,7, y 1,0 °C respectivamente. Cuando las vacas eran enfriadas 5 veces por día durante 30 minutos la temperatura corporal era mantenida entre 38,2 y 38,9 °C durante el día, lo que es significativamente menor que para los animales no enfriados (Flamenbaum et. al., 1986).

Bray et. al., (1992) mencionan las ventajas y desventajas de distintos sistemas que mejoran el confort térmico animal. Estas autoras afirman que para tambos con altos niveles de producción la sombra por sí sola no es suficiente para aliviar el efecto del estrés calórico.

Berman et. al., (1985) cit. por Bray et. al., (1992) concluyó que la ventilación forzada reduce en un 50% la tasa de incremento de la temperatura rectal al pasar de 34 a 25 °C. La ventilación forzada provee cierto alivio, pero, cuando existen niveles altos de humedad éste sistema no provee suficiente confort.

Los metodos de enfriamiento por aspersión de agua incrementa la producción de leche y la eficiencia reproductiva en clima seco. El agua sola no suele ser un método eficiente para aliviar al animal en condiciones de un ambiente cálido y húmedo. El uso exesivo de agua puede ser perjudicial debido a que a las vacas no les gusta comer cuando

llueve y la constante aspersión puede provocar disminución en el consumo, Bray *et. al.*, (1992).

Otro método citado por Bray *et. al.*, (1992) son los estanques o piletas de enfriamiento los cuales son utilizados en el 30% de los tambos de Florida (Estados Unidos) Este sistema es practico y económico para enfriar vacas logrando disminuir la temperatura corporal hasta 1,2 °C dependiendo de la hora del día en que se encuentran en el estanque. Las vacas permanecen durante cortos períodos (12-18 minutos).

Stermer *et. al.*, (1986) cit. por Bray *et. al.*, (1992) en Texas (Estados Unidos) evaluaron el efecto de suministrar agua de bebida a 2 temperaturas 10,6 y 27,2 °C a vacas en ordeño. Las vacas que consumían el agua fría tomaban más, consumían mas alimento y tenían menores niveles de temperatura rectal y tasa respiratoria comparado con las vacas que tomaban agua tibia. Con ésto se obtuvo un incremento del 5% en producción de leche.

Wolfenson *et. al.*, (1988a) aplicando enfriamiento a un grupo de 84 vacas con una combinación de aspersión y ventilado, concluyeron que ésta tecnología incrementaba promedialmente la producción de leche en 3,6 Kg./día (3,1 Kg. de LCG) en 150 días de lactancia. El rango de temperatura rectal para el grupo con enfriamiento fué de 38,5 °C a 38,9 °C, los incrementos diurnos eran de 0,1 °C a 0,2 °C. Esto se contrasta con niveles de temperatura rectal mayores para el grupo testigo (sin aplicación de enfriamiento) 38,7 °C a 39,2 °C, e incrementos diurnos del orden de 0,5 °C.

Con la utilización de sistemas eficaces de enfriamiento y con el mantenimiento de temperaturas corporales menores a 39,5 °C se ha retrasado el tiempo de ocurrencia de pérdidas embrionarias hasta el día 7 (Ryan *et. al.*, 1993; Drost *et. al.*, 1994).

Thatcher, (1974) realizó un ensayo durante 2 años (1970-1971) 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 durante las 24 hs. del día) se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) para leche corregida al 4% de grasa entre los tratamientos 1 y 4 (14,23 y 15,57 Kg.LCG). Esta diferencia de 1,34 Kg.LCG es comparable con los estudios realizados por Hahn, (1969) para la región de Florida (EE.UU.). Los resultados reproductivos se resumen en el cuadro 7.

Cuadro 7. Porcentaje de concepción según tratamientos.

<b>Tratamientos</b>	<b>Total de servicios</b>	<b>% concepción</b>
1	89	28,1 (22,6)
2	81	28,4 (19,0)
3	55	40,0 (41,9)
4	80	38,8 (40,0)

*Paréntesis contiene el % de concepción de 1970*

El análisis de Chi-cuadrado indicó una mayor tasa de concepción para los tratamientos 3 y 4 comparados con los tratamientos 1 y 2. El autor afirma que ésta es una alternativa que logra reducir el estrés térmico ambiental previniendo decrecimientos en la fertilidad durante los meses de verano en el sur de Florida (Estados Unidos). Bray *et. al.*, (1992) haciendo mención a éste sistema, dice que es una alternativa muy cara para implementarla y mantenerla.

A continuación se presenta, en el cuadro 8, los resultados obtenidos en distintos trabajos donde se aplicó sistemas de enfriamiento en ganado lechero (Bucklin, *et. al.*, 1991) cit. por Shearer, *et. al.*, (1991).

Cuadro 8. Sumario de resultados de aplicación de enfriamiento por aspersión y ventilación en vacas lecheras.

		<b>Grupo control</b>	<b>Grupo enfriado</b>	<b>% diferencia</b>
<b><u>Consumo</u></b>				
Florida (Strickland, <i>et. al.</i> , 1989)	(MS)(Kg./día)	17,8	18,2	(+ 2,2)
Kentucky (Turner, <i>et. al.</i> , 1989)	(MV)(Kg./día)	34,9	38,1	(+ 8,4)
Missouri (Igono, <i>et. al.</i> , 1987)	(MV)(Kg./día)	32,8	35	(+ 6,3)
<b><u>Producción de leche</u></b>				
Florida (Strickland, <i>et. al.</i> , 1989)	(Kg./día)	18	20,1	(+ 10,4)
Kentucky (Turner, <i>et. al.</i> , 1989)	(Kg./día)	22,7	26,3	(+ 13,7)
Missouri (Igono, <i>et. al.</i> , 1987)	(Kg./día)	23,3	25,3	(+ 7,9)
Israel (Flamenbaum, <i>et. al.</i> , 1986)	(Kg./día)	33	35,3	(+ 6,5)
<b><u>Temperatura rectal</u></b>				
Kentucky (Turner, <i>et. al.</i> , 1989)	(11:00am) °C	39,2	38,6	
Missouri (Igono, <i>et. al.</i> , 1987)	(PM) °C	39,2	38,8	

*Adaptado de Bucklin, et. al., (1991) cit. por Shearer, et. al., (1991)*

Lough *et. al.*, (1984) cit. por Flamenbaum *et. al.*, (1986) estudió el efecto combinado de la disponibilidad de alimento y el confort ambiental. Las vacas se dividieron en tres tratamientos: 1- Consumo *ad libitum* con confort ambiental 2- Consumo restringido (70% de *ad libitum*) en situación de estrés térmico 3 - Condición de

estrés con consumo *ad libitum*. La temperatura en el cuerpo negro fué de 20 °C a 25 °C en condiciones de confort y 39 °C en condiciones de estrés. La temperatura disminuía en todos los tratamientos a 20 °C a las 18:30 hs. Las vacas de los tratamientos 2 y 3 consumieron menos ( $P<0,01$ ) (12,5 y 14,8 Kg./d) comparado con el tratamiento 1 (17,8 Kg./d). En consecuencia las vacas de los tratamientos 2 y 3 produjeron menos ( $P<0,01$ ) leche (22,2 y 21,6 Kg./d) respectivamente, comparado con el tratamiento 1 (23,9 Kg./d.)

Wolfenson et. al., (1988b) evaluaron el efecto del estado corporal al parto (3.8 y 2.6) y el enfriamiento posparto por aspersión y ventilado (aplicado a la mitad de cada grupo), en vacas Holstein en Israel. La temperatura corporal media para las vacas enfriadas y no enfriadas fué de 38.6 y 39.2 °C respectivamente, lográndose diferencias de 1 °C o más durante las horas calurosas. El estado corporal afectó el intervalo entre el parto y el comienzo de la actividad ovárica (26 días para alta y 32 días para baja condición corporal). Para las vacas con baja condición corporal existió una diferencia en la duración del estro (16 horas para el grupo enfriado y 11.5 horas para el grupo sin enfriar). La tasa de concepción fué mayor en el grupo enfriado que en el no enfriado (59 vs. 17%). Como resultado, la tasa de preñez a los 90 días posparto fué mayor en el grupo enfriado (44%) que en el no enfriado (14%).

### **2.6.2. Utilización de sombra.**

Una estrategia de manejo mediante la cual se pueden lograr buenos resultados es la de proveer de sombra (natural o artificial) a las vacas, sobre todo a las de mayor producción, durante los momentos del día que ocurren las máximas temperaturas. Esta simple práctica por sí sola, ha demostrado mejorar los rendimientos, la composición de la leche y disminuir el estrés térmico (Beede and Collier, 1986; Collier, 1985; Huber, 1990; Roman-Ponce et. al., 1977).

La sombra natural es un medio eficiente y económico para atemperar el ambiente ya que no sólo intercepta la radiación sino que disminuye la temperatura por la evaporación desde las hojas (Gallardo, 1994; Shearer et. al., 1991 y Hahn, 1986 cit. por Cromwell et. al., 1992).

Los árboles son una excelente fuente de sombra y si se brinda la opción, las vacas generalmente prefieren la protección de éstos antes que la de una estructura de sombra artificial (Shearer et. al., 1991). Sin embargo trabajos realizados con sombra artificial indican incrementos en la producción de leche del orden del 10 al 19% (Roman-Ponce et. al., 1977; Shearer et. al., 1991).

### 2.6.2.1. Efecto sobre la producción y composición de la leche.

En la EEA Rafaela del INTA (Santa Fé-República Argentina), Comerón *et. al.*, (1985) evaluaron durante 25 días la incidencia del libre acceso a una sombra natural de paraiso (*Melia azedarach*) en la producción de leche de vacas Holando Argentino. Utilizaron 20 vacas en ordeño con 2 o más lactancias que se encontraban en el segundo tercio de la misma con recuperación del peso vivo y con preñez detectada. Se separaron en 2 grupos: sin acceso a sombra y con acceso a sombra natural pastoreando una pastura compuesta por achicoria (*Cychorium intibum*), trebol blanco (*Trifolium repens*) y raygrass (*Lolium multiflorum*). Para un promedio de temperatura registrada al sol de  $32,8 \pm 4$  °C, y a la sombra de  $29,7 \pm 2,9$  °C se obtuvieron 17,19 y 18,08 litros de leche por animal por día para los tratamientos sol y sombra respectivamente. El porcentaje de grasa fue de 3,63 % en las vacas con acceso a sombra y 3,72% en los animales con acceso a sombra. De esta forma la leche corregida (4%) fue de 16,22 y 17,31 L/V/día respectivamente. Estos autores concluyen que con el libre acceso a sombra natural en épocas de temperaturas elevadas, se pueden lograr incrementos en la producción de leche del orden del 7%.

Gallardo, (1994) en la misma Estación Experimental llevó a cabo un experimento con fines de evaluar, con vacas de alta producción, un sistema de manejo combinando el encierre diurno de los animales con la protección bajo sombra artificial (malla 80% sombra). Este sistema se comparó con el manejo tradicional (vacas pastoreando todo el día sin opción a sombra). Se obtuvo en las vacas alojadas bajo sombra un incremento en la producción de leche del orden del 12% con respecto al manejo tradicional (apéndice 11); la suplementación (concentrado a razón de 3,5 Kg. de MS/vaca/día, suministrado a la mitad de vacas de cada grupo) mejoró los rendimientos de grasa y proteína de la leche en ambos grupos. Las respuestas halladas se explican a través de: 1.- un mayor confort de las vacas con sombra, debido a que el encierre no sólo ofreció la protección contra la radiación, sino que también disminuyó el estrés por una baja actividad de pastoreo durante los momentos del día de mayor intensidad calórica. 2.- una compensación del tiempo dedicado al pastoreo de las vacas con sombra, especialmente luego de los ordeños. 3.- las vacas con protección derivarían buena parte de la energía de la dieta a producción de leche, mientras que las otras lo harían para disipar el calor acumulado. 4.- no se observaron efectos significativos sobre el recuento de células somáticas (Gallardo, 1994)

Roman-Ponce *et. al.*, (1976) realizaron un ensayo durante dos veranos consecutivos (1974-1975) en la localidad de Gainesville, Florida (EE.UU.), para evaluar el efecto de la sombra sobre aspectos productivos y reproductivos del ganado lechero. Se obtuvo diferencia del 10,7% en producción de leche en vacas a la sombra (28,4 °C en cuerpo negro) 16,6 Kg./vaca/día, versus 15 Kg./vaca/día en vacas expuestas a radiación

solar directa (36,7 °C en cuerpo negro). En la composición de la leche no se encontraron diferencias significativas en los porcentajes de grasa (3,69% para ambos tratamientos), proteína (3,37% sombra y 3,29% sol) y sólidos totales (12,52% sombra y 12,39% sol); mientras que si la hubo para los sólidos no grasos ( $P<0,10$ ), siendo de 8,86% y 8,69% para sombra y no sombra respectivamente. Aparentemente las condiciones del medio ambiente y el efecto del estrés en las vacas de no sombra conducen a una mayor frecuencia de mastitis clínica; encontrándose diferencias significativas ( $P<0,10$ ) (15,8% y 32,2%) para los tratamientos sombra y sol.

Schneider *et. al.*, (1984) cit. por Lenna, (1996) midiendo el efecto de la radiación solar directa sobre producción en vacas lecheras en zona cálida (41 °C) contrastando con la utilización de sombra (29 °C) obtuvo los siguientes resultados. Producción en Kg./día de 19,4 L. a la sombra y 17,6 al sol; consumo de materia seca en Kg./día de 20,7 a la sombra y 16,8 al sol.

Davison y Silver, (1986) estudiaron el efecto de la sombra natural en vacas Friesian de lactancia temprana. Encontraron diferencias significativas ( $P<0,01$ ) para producción de leche (16.3 y 17.8 Kg./vaca/día) para sol y sombra respectivamente. También existió diferencia ( $P<0,01$ ) en la temperatura rectal siendo de 40 °C en las vacas al sol y 39.4 °C para las vacas con acceso a sombra.

### **2.6.2.2. Efecto sobre ritmo respiratorio y temperatura rectal.**

En el ensayo de Roman-Ponce *et. al.*, (1977) se tomaron medidas de tasa respiratoria y temperatura rectal en los dos tratamientos, como indicadores de la severidad del estrés calórico. Las respiraciones por minuto (54<82) y la temperatura rectal (38,9 °C<39,4 °C) fueron menores para las vacas a la sombra.

Para una temperatura a la sombra de 29 °C y al sol de 41 °C se midió la temperatura rectal, siendo de 39,2 °C a la sombra y 40,8 al sol, y la tasa respiratoria fue de 83 y 133 resp./min. respectivamente (Schneider *et. al.*, 1984) cit. por Lenna (1996).

### 2.6.2.3. Efecto sobre la reproducción.

En Florida EE.UU., Wilcox, (1978) cit. por Lesser, 1995 evaluó el efecto de la sombra sobre la reproducción obteniendo los resultados que se describen en el cuadro 9.

Cuadro 9. Efecto de la sombra sobre la reproducción.

	Con Sombra	Sin Sombra
<i>Número de Servicios</i>	54	75
<i>Número de vacas preñadas</i>	24	19
<i>Porcentaje de gestación</i>	44	25
<i>Servicios por concepción</i>	2,2	4
<i>Número de muertes embrionarias</i>	0	2

Roman-Ponce *et. al.*, (1977) encontró diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en los porcentajes de concepción (44,4% , 25,3%) para un sistema con sombra y sin sombra. Por el hecho de utilizar sombra, se redujeron los servicios por concepción de 3,95 a 2,25.

Diversos autores sugieren que una simple estructura de sombra reduce el estrés calórico suficientemente como para minimizar en verano la depresión de la fertilidad en el ganado (Ingraham *et. al.*, 1974; Seath y Staples, 1944; Stott *et. al.*, 1972; Stott y Wiersma, 1974; Thatcher, 1974; Vincent, 1972).

### 2.6.2.4. Efecto sobre el comportamiento de pastoreo.

Muller *et. al.*, (1994) estudiaron el comportamiento en pastoreo de ganado lechero en la Estación Experimental de Elsenburg (Sud-Africa). El rango de temperatura para ésta zona oscila entre los 20 y 26 °C, ocurriendo periodos de 6 hasta 12 hs con temperaturas superiores a 25,1 °C. Se contrastaron situaciones de sombra y no sombra, encontrándose diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en el tiempo dedicado al pastoreo durante el día con una mayor actividad de las vacas a la sombra, mientras que no se encontraron diferencias en el tiempo de consumo durante la noche. Las vacas a la sombra tienen periodos de alimentación más largos durante el día y la noche ( $P < 0,01$ ). Mas del 80% de las vacas de ambos tratamientos consumen al regreso del ordeño. Durante la mañana las vacas finalizan el consumo después de 2,5 hs. aproximadamente. Las vacas que no tenían sombra pasaban más tiempo ( $P < 0,05$ ) paradas durante el día que las vacas de la sombra y además se reunían en grupos al rededor del bebedero, mientras que éste comportamiento no era observado en las vacas a la sombra. Las vacas a la sombra pasaban mas tiempo ( $P < 0,10$ ) echadas durante el día que las vacas del sol, sin embargo ambos grupos de vacas estaban mas tiempo echadas durante la noche que durante el día. Durante el tiempo dedicado a la rumia el 80% de los animales se encontraban echados.

En el ensayo realizado en la EEA Rafaela del INTA (citado en sección 2.6.2.1), no obstante las 6 horas diurnas de encierro en el sistema con sombra, no hubo diferencias en el tiempo total dedicado al pastoreo. El patrón diario (apéndice 12), si bien fué similar mostró una mayor actividad durante el inicio de la mañana y el atardecer en las vacas del grupo “sombra”(Gallardo, 1994).

En clima caluroso (35 °C), cuando se le suministra sombra a las vacas existe una disminución en la actividad de pastoreo durante el período comprendido entre las 8 de la mañana y las 4 de la tarde, pero aumenta durante la noche. Las vacas Holstein aumentan en un 75% o más la actividad de pastoreo durante las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde (Johnston, 1958).

#### **2.6.2.5. Efecto sobre la vaca seca**

La práctica de concentrar los partos en el otoño puede afectar la productividad de las vacas de manera indirecta a través del posible efecto negativo de la radiación solar directa y el calor en las vacas secas (Flamenbaum, 1994).

La circulación sanguínea en la placenta se ve reducida cuando las vacas en el período parto sufren estrés calórico. Debido a que el 60% del crecimiento fetal se produce en el último trimestre de la gestación, las vacas que sufren éste problema durante la etapa del parto producen terneros con menor peso al nacer (Jacobsen, 1996). Esto se debe a que al útero llegan menos nutrientes debido a que la vasodilatación periférica demanda mayor flujo sanguíneo para perder calor por radiación, conducción y convección (Flamenbaum, 1994). Esto causa un retraso en el desarrollo del feto que puede llegar hasta 5 Kg. de peso menos en comparación con fetos de vacas normotérmicas.

El desarrollo del tejido secretor de leche en la glándula mamaria de la vaca es influenciado por hormonas estrogénicas, secretadas por la placenta y el feto durante las últimas semanas de gestación. Placentas y fetos menos desarrollados pueden causar un retraso en el desarrollo de la ubre y en consecuencia menor producción de leche en la lactancia siguiente (Flamenbaum, 1994).

Los menores pesos al nacer se correlacionan con la menor producción de leche en la lactancia siguiente (Jacobsen, 1996).

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

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. LOCALIZACION Y DURACION**

El presente ensayo se realizó en el Establecimiento Los Charabones perteneciente a la firma Elsa Maldini de Azanza e hijos, (Estación Itapebí - Departamento de Salto).

Se inició el 12 de Diciembre de 1995 finalizando el 12 de Febrero de 1996. Este período comprende el acostumbramiento a los distintos tratamientos aplicados de 14 días y los 46 restantes de período experimental propiamente dicho.

#### **3.2. SELECCION DE ANIMALES**

Se utilizaron 48 vacas Holando del rodeo general del establecimiento, 12 de parición de primavera y 36 de parición de otoño bloqueadas por nivel de producción previo al inicio del experimento (30/11/95), días de lactancia y número de lactancia en ese orden de prioridad (apéndice 13). El promedio general para las tres características utilizadas se presenta en el cuadro 10.

Cuadro 10. Promedio de las variables utilizadas en la selección de los animales.

<b><i>Característica</i></b>	<b><i>Media y Desviación estándar</i></b>
Producción de leche (L/V/d)	19,65 ± 3,80
Días de lactancia	173,3 ± 79,4
Número de lactancias	2,7 ± 1,7

#### **3.3. TRATAMIENTOS.**

Los tratamientos surgen de la combinación de dos factores, disponibilidad de sombra natural (con acceso a sombra y sin acceso a sombra) y nivel de concentrado (8 y 3 Kg/V/d base fresca). De ésta manera se obtienen cuatro tratamientos con 12 vacas cada uno. La abreviación utilizada para identificar cada tratamiento es la siguiente:

**Sombra alto:** Acceso a sombra y nivel de concentrado 8.

**Sombra bajo:** Acceso a sombra y nivel de concentrado 3.

**Sol alto:** Sin acceso a sombra y nivel de concentrado 8.

**Sol bajo:** Sin acceso a sombra y nivel de concentrado 3.

La dieta base para todos los tratamientos fue pastoreo directo de Sorgo forrajero *ad libitum*.

Con los distintos niveles de suplementación se pretendía lograr producciones de leche contrastantes para evaluar la respuesta a la asignación de sombra .

### 3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado, es un diseño de bloques completos aleatorizados, donde los tratamientos son la combinación factorial (2 x 2) de los factores concentrado y protección; con 2 niveles de protección para el efecto sombra y 2 niveles para el efecto nivel de concentrado.

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

Se aplican dos modelos lineales al análisis de los resultados de producción animal en el presente experimento, siendo éstos:

#### Modelo 1

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + S_j + C_k + S_j \times C_k + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Observación asociada a el acceso a sombra i, nivel de concentrado j, y bloque k.

$\mu$  = Media poblacional.

$B_i$  = Efecto del bloque i.

$S_j$  = Efecto de la disponibilidad de sombra j.

$C_k$  = Efecto del nivel de concentrado k.

$S_j \times C_k$  = Interacción de la disponibilidad de sombra j por el nivel de concentrado k.

$E_{ijk}$  = Error aleatorio asociado a la observación ijk.

### Modelo 2

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + T_i \times B_j + F_k + T_i \times F_k + E_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Observación asociada al tratamiento i, bloque j, y fecha k.

$\mu$  = Media poblacional.

$T_i$  = Efecto del tratamiento i.

$B_j$  = Efecto del bloque j.

$F_k$  = Efecto de la fecha de control lechero k.

$T_i \times B_j$  = Interacción entre los tratamientos i con los bloques j.

$T_i \times F_k$  = Interacción entre los tratamientos i con las fechas k.

$E_{ijk}$  = Error aleatorio asociado a la observación ijk.

El modelo estadístico 1 (Análisis univariado con bloques completos al azar), muestra lo sucedido a lo largo de todo el ensayo y determina cual fué el mejor tratamiento en promedio. Tiene la desventaja de que no muestra lo que ocurre durante el experimento. Pero a los efectos de evaluar las variables de producción (sección 3.7) durante un verano, el modelo fue considerado adecuado. De todas maneras se complementa con el modelo 2 (Análisis de parcelas divididas) el cual analiza las variables de producción durante todo el ensayo demostrando que un tratamiento no siempre es superior al otro (interacción).

También se aplica éste modelo a las variables peso vivo, ritmo respiratorio, temperatura rectal. La performance reproductiva se analizó a través del test de Chi-cuadrado de Pearson por intermedio del procedimiento FREQ del Sistema SAS.

### 3.5. ALIMENTOS

Durante el experimento todas la vacas pastorearon Sorgo forrajero. El concentrado suministrado consistió en una ración balanceada con la siguiente composición química.

Cuadro 11. Composición física y química del concentrado

<b>Componentes</b>	<b>Composición química</b>
Grano de sorgo 40%	Proteína cruda 16%
Afrechillo de arroz 30%	Energía neta de lactación 1,75 Mcal
Harina de soja 13%	Calcio 1,12 Kg
Harina de carne 8%	Fosforo 1,0 Kg
Grasa 7%	Asufre 1,6 Kg
Sal entrefina 0,5%	
Premezcla de vitaminas y minerales	

### 3.6. MANEJO

Las vacas eran ordeñadas dos veces al día (14:30 hs. y 0:40 hs.). El concentrado era pesado y se ofrecía en mitades iguales en cada ordeño en forma diferencial según el nivel de suplementación (Sombra alto y Sol alto 4Kg/V/ordeño, Sombra bajo y Sol bajo 1,5 Kg/V/ordeño).

Se realizó un período de acostumbramiento al nivel y tipo de suplementación. Previo al comienzo del acostumbramiento el rodeo en su conjunto consumían promedialmente 5 Kg. de concentrado por animal por día. Los tratamientos de alto consumo de concentrado pasaron a 8 Kg. por animal por día aumentando 1 Kg. cada 5 días. En el tratamiento de bajo consumo de concentrado se disminuyó 1 Kg. cada 8 días hasta llegar a los 3 Kg. por animal por día.

Durante todo el ensayo se manejaron dos lotes separados de 24 vacas según pertenecieran a los tratamientos con o sin acceso a sombra, independientemente del nivel de suplementación. Los tratamientos con acceso a sombra se mantuvieron junto con el rodeo general.

Se realizaron tres manejos de horas de pastoreo, el cual fue igual para los dos lotes, describiéndose a continuación:

Cuadro 12. Manejo del pastoreo

	Hs. Pastoreo	Hs. Encierre	Hs. Ordeño	Hs. Pastoreo	Hs. Encierre	Hs. Ordeño
<b>1er. manejo</b>						
12/12/95 al 2/1/96	6:30 a 10:30	3,5 horas	14:30 a 16:30	17:00 a 19:30	4,5 horas	0:40 a 2:00
<b>2do manejo</b>						
3/1/96 al 24/1/96	2:30 a 9:30	4,5 horas	14:30 a 16:30	17:00 a 19:30	4,5 horas	0:40 a 2:00
<b>3er. manejo</b>						
25/1/96 al 12/2/96	2:30 a 13:00	1 hora	14:30 a 16:30	17:00 a 19:30	4,5 horas	0:40 a 2:00

Las horas de encierre que aparecen en el cuadro corresponden a momentos en los cuales los animales se mantenían cerca de la sala de ordeño sin disponibilidad de alimento. El lote con acceso a sombra permanecía en un potrero con disponibilidad de sombra, mientras que el lote sin acceso a sombra permanecía en un corral expuesto al sol. Ambos lotes disponían de agua.

El lote sin acceso a sombra se manejaba en una franja cerrada con disponibilidad de agua, mientras que el lote con acceso a sombra se manejaba con franja abierta hacia el bosque y disponibilidad de agua. Para ambos lotes se asignaban franjas de 2 y 3 días de duración delimitadas por alambre eléctrico con disponibilidades no limitantes para lograr consumos *ad libitum*.

## **3.7. DETERMINACIONES**

### **3.7.1. En el ambiente**

#### **3.7.1.1. Temperatura y humedad realtiva**

Estas mediciones se realizaron en la Est. Exp. de San Antonio a través de su estación meteorológica ubicado en el parque meteorológico de dicha estación. El instrumento utilizado (Weather monitor II, marca Davis), ubicado al abrigo meteorológico (1,5 mts de altura), aportó datos horarios de temperatura (°C) y humedad relativa (%). Con éstos datos se calculó el ITH para el período comprendido entre el 14/12/95 y 12/2/96.

#### **3.7.1.2. Temperatura del cuerpo negro**

Se utilizaron 2 cuepros negros, ubicándose uno bajo la sombra y el otro expuesto al sol. Se tomaron lecturas de temperatura 3 veces al día, a las 0:15 Hs., 14:30 Hs. y 19:50 Hs durante todo el experimento.

### **3.7.2. En los animales**

#### **3.7.2.1 Producción de leche**

Durante todo el ensayo se realizaron dos controles de producción de leche semanales, en los cuales se registraba el nivel de producción individual para los 2 ordeños diarios. Se realizaron en total 18 controles de los cuales 4 corresponden al período de acostumbramiento y los restantes al experimento propiamente dicho.

El rendimiento de leche se expresa en L/V/d para leche sin corregir como para leche corregida por grasa al 4% (L.C.G.) la cual se calculó según la ecuación de Gaines:

$$\text{L.C.G.} = (0,4 \times \text{Kg. de leche}) + (15 \times \text{Kg. de grasa})$$

#### **3.7.2.2. Componentes de la leche**

Se realizó análisis de grasa de la leche para 7 controles, análisis de proteína de la leche para 5 controles y de conteo de células somáticas para 2 controles. Se muestreó una alícuota de leche formando una muestra compuesta por la producción diaria de cada individuo. Las muestras de los dos primeros controles se analizaron en INLACSA S.A.

(Industria Láctea Salteña), donde se determinó solamente el porcentaje de grasa de la leche. Las muestras de los controles restantes fueron analizadas en el Laboratorio de calidad de leche de INIA LE , donde se determino porcentaje de grasa y proteína.

### **3.7.2.3. Temperatura rectal**

A 3 animales de cada tratamiento sorteados al azar se midió la temperatura rectal en forma semanal. Las siguientes mediciones se realizaron sobre los mismos animales contabilizando un total de 6 mediciones durante el experimento, en ambos ordeñes.

### **3.7.2.4. Ritmo respiratorio**

A los mismos animales que se les midió la temperatura rectal y en el mismo día se midió la tasa respiratoria. Se determinó contando el número de respiraciones por minuto, únicamente para el ordeño de la tarde.

### **3.7.2.5. Peso vivo**

Se realizaron 3 pesadas a todos los animales; al comienzo del período de acostumbamiento, a mitad y al final del ensayo.

### **3.7.2.6. Reproducción**

Se inseminaron 29 vacas en el período comprendido entre el 28/11/95 y 28/12/95 lo que correspondió a 8 vacas del tratamiento Som. alto, 6 Som. bajo, 8 Sol alto y 7 Sol bajo. Mediante el tacto realizado en 14/5/96 se determinó el % de preñez y vacas falladas.

### **3.7.2.7. Comportamiento de pastoreo**

Esta medición se realizó en los días 7 y 8 de Febrero de 1996 dónde se observó durante 24 Hs. el hábito de pastoreo de los animales. Se contó cada media hora el número de animales que se encontraban comiendo, rumiando o en ninguna de estas dos situaciones.

### **3.7.3. En la pastura**

#### **3.7.3.1. Disponibilidad**

Se medía disponibilidad de cada franja previo a la entrada de los animales. Esto se hacía mediante 5 cortes al azar y al ras del suelo con tijera de aro utilizando cuadros de varilla de hierro de 0.5m por 0.5m.. Una vez obtenida la muestra se pesaba en una balanza electrónica (en el establecimiento) y luego se retiraba al azar una muestra entera que se secaba en estufa (Est. Exp. San Antonio) para determinar Kg. de materia seca. Este mismo procedimiento se realizaba en cada franja luego de retirado los animales para medir el rechazo. Con éstas medidas de Kg. de materia seca y la medición previa de las dimensiones de la franja se obtiene la materia seca desaparecida.

Se pretendió hacer un manejo no restrictivo de la pastura, asignando a los animales franjas que duraban 2-5 días, según el volumen de forraje y el estado de desarrollo del mismo, de tal forma de minimizar un efecto no deseado de alimentación sobre los tratamientos.

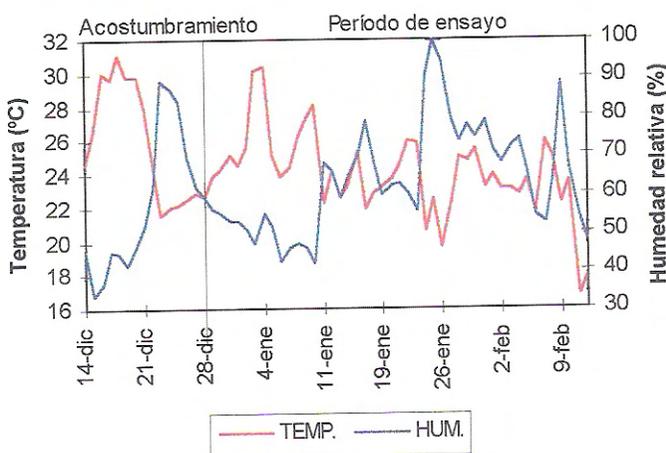
## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. RESULTADOS DE MEDICIONES AMBIENTALES

#### 4.1.1. Temperatura y humedad relativa

Las medidas de temperatura y humedad relativa registradas durante el periodo de ensayo se presentan a continuación:

Figura 1. Temperatura y humedad relativa medias para el período 14/12/95 al 12/2/96.



La temperatura promedio para el mes de diciembre tomados durante el ensayo es superior a la serie histórica de 30 años registrados en la Estación Meteorológica de Salto; mientras que en los meses de enero y febrero se registraron temperaturas inferiores al promedio histórico (cuadro 13).

Cuadro 13. Temperatura media, temperatura máxima media y humedad relativa media para el período diciembre 1995 - febrero 1996.

	Temperatura media (°C)	Temperatura máxima media (°C)	Humedad relativa media (%)
<b>Diciembre</b>	24,6 (23,5)	32,2 (30,2)	62 (64)
<b>Enero</b>	24,6 (25,0)	30,2 (31,5)	64 (63)
<b>Febrero</b>	23,4 (23,9)	28,1 (30,3)	70 (68)

*Valores entre paréntesis corresponden a datos registrados en Salto (1961-1990)*

En cuanto a las máximas temperaturas que se registraron durante el período experimental se puede observar que en el mes de diciembre es mayor que el promedio histórico; en los meses de enero y febrero es sensiblemente inferior a los de la serie histórica (cuadro 13).

#### **4.1.2. Índice de temperatura y humedad**

Comparando el ITH del verano en que se realizó el ensayo con los veranos de la serie histórica de 30 años, vemos que no existen diferencias en el promedio; pero sí difieren cuando se comparan mes a mes (cuadro 14).

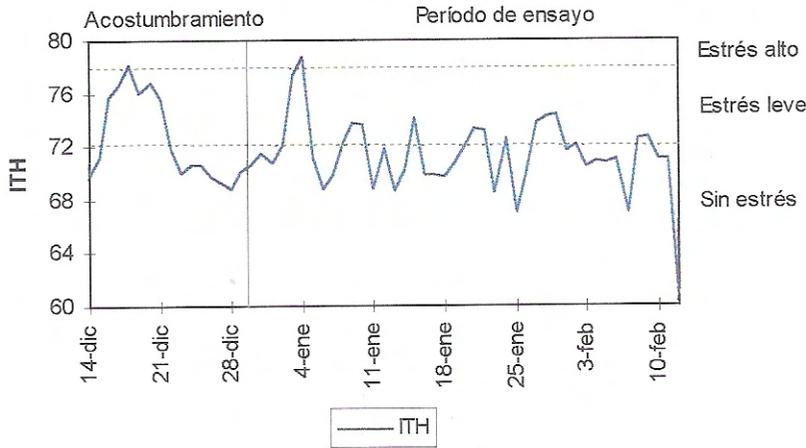
Cuadro 14. Cuadro comparativo del ITH promedio mensual para el período diciembre 1995 - febrero 1996 versus datos registrados en la serie histórica.

	<b>Diciembre</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Promedio</b>
<b>1995-1996</b>	72	73	71	72
<b>1961-1990</b>	71	73	72	72

Desde el punto de vista del estrés calórico, para Salto se dan condiciones climáticas (temperatura y humedad) que determinan que el ITH promedio para los meses de enero y febrero alcance y supere el valor crítico (72); no siendo así para el mes de diciembre. Durante el ensayo en los meses de diciembre y enero existieron condiciones de estrés dado que el ITH promedio llegó al valor crítico, mientras que en febrero no se superó dicho valor. Comparando el ensayo con la serie histórica, se puede ver que el mes de diciembre fue mas estresante que el mes de febrero; no existiendo diferencias para enero.

La evolución del ITH promedio diario muestra una gran variabilidad a lo largo del verano, observándose que durante el período de acostumbamiento el ITH promedio superó el valor crítico (72) en 7 de los 14 días; mientras que en el período de ensayo el ITH promedio fué de 71 y superó el valor crítico en 19 de los 46 días (figura 2). Es importante aclarar que el ITH promedio para todo el ensayo (28/12/95 al 12/2/96) es inferior al promedio presentado para todo el verano (cuadro 14).

Figura 2. ITH promedio diario para el período 14/12/95 al 12/2/96



Además de la variabilidad del ITH que existió entre días hay variación dentro de cada día (dada por la variación de temperatura y humedad a lo largo del día), que determina que el promedio no refleje el estrés calórico que en algunas horas del día pueden estar sometidos los animales (ITH máximo). En el apéndice 14 se muestra la evolución diaria del ITH para 3 horas del día contrastantes que muestra dichas variaciones.

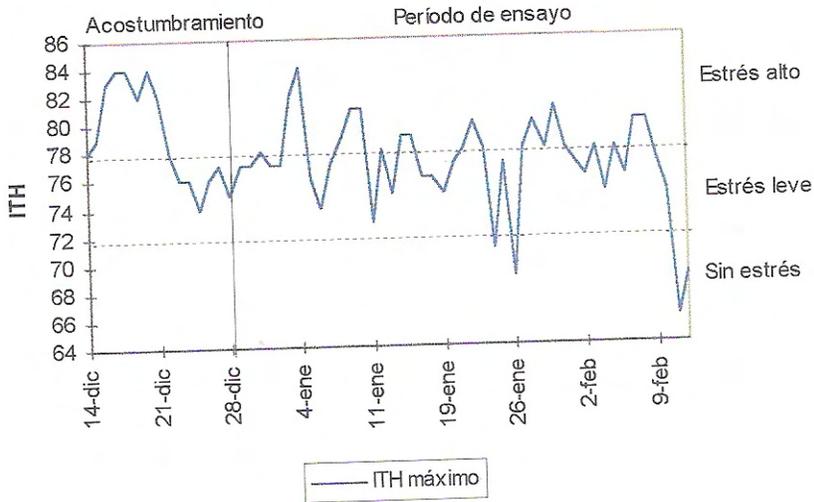
Para reafirmar lo dicho anteriormente se calculó las horas en que el ambiente provocó estrés sobre los animales (cuadro 15) y el ITH máximo alcanzado en cada día del ensayo (figura 3).

Cuadro 15. Cálculo de horas de estrés térmico para el período de ensayo.

<b>Horas promedio por encima de 72</b>	11,7 Hs.
<b>Horas mínimas por debajo de 72</b>	0 Hs.
<b>Horas máximas por encima de 72</b>	23 Hs.

El promedio de horas con ITH menor al crítico para todo el ensayo fue de 12,3 Hs. Esto último coincidiría con lo citado por Flamenbaum, (1994) en cuanto a que existe un período prolongado de recuperación térmica. Este autor menciona que las horas durante las cuales existen estrés serían durante el mediodía y la tarde lo cual no siempre es así ya que durante muchos días a partir de las 8 ó 9 de la mañana se supera el valor de 72.

Figura 3. ITH máximo diario (14/12/95-12/2/96)

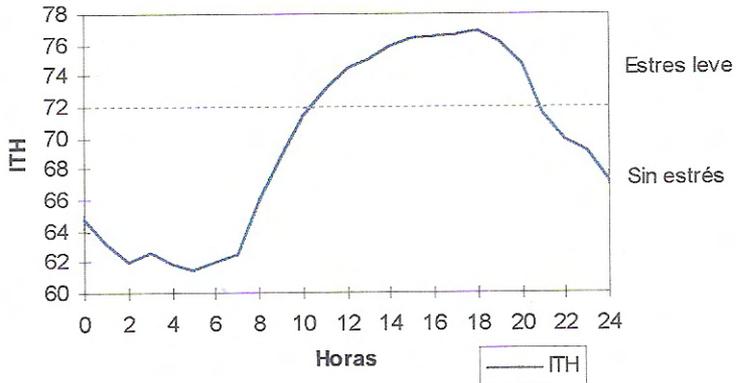


Durante todo el período de ensayo el ITH máximo diario superó el valor crítico (72) e inclusive llegó a niveles de alto estrés exceptuando 4 días en los cuales no se alcanzó un nivel que provocara estrés calórico (figura 3).

A continuación se presentan gráficamente la evolución del ITH horario para varios días, de forma de visualizar claramente las horas donde efectivamente ocurrió estrés térmico y la magnitud del mismo.

Un ejemplo de un día donde las horas bajo estrés térmico es representativa de un día promedio es el 7 de enero (figura 4). Se puede observar que el ITH supera el valor crítico en el rango comprendido entre las 10 y las 21 Hs. aproximadamente, determinando que los animales se encuentren 11 horas bajo estrés térmico leve.

Figura 4. ITH horario (7/1/96)



Hay que destacar algunos días en dónde el ITH no supera el valor crítico (0 Hs de estrés térmico), como el 11 de febrero (figura 5), y otros en donde el ITH se encuentra por encima del valor crítico en 23 de las 24 Hs (figura 6), como por ejemplo el 4 de enero.

Figura 5. ITH horario (11/2/96)

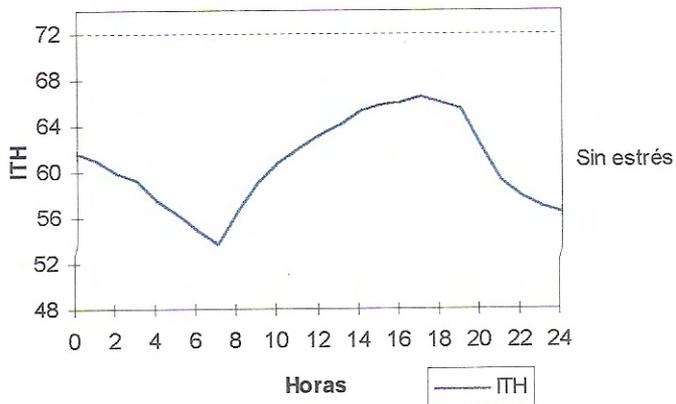
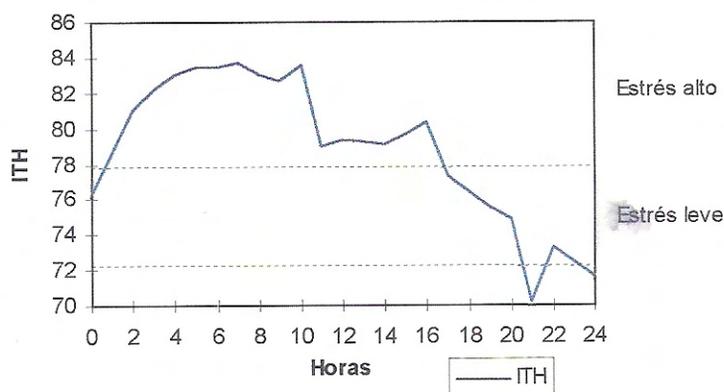


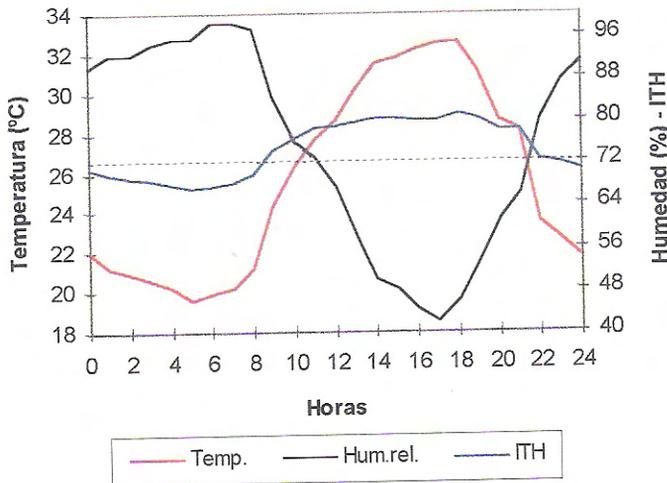
Figura 6. ITH horario (4/1/96)



Como se muestra en la figura 6, no existió un período prolongado de recuperación térmica (1 hora); no siendo esto lo característico de esta zona. Tenemos aquí un día en donde las horas en las que ocurre estrés no son las típicas debido a que el máximo valor de ITH se registró a las 6 Hs, mientras que lo normal es que el máximo se registre al rededor de las 17 Hs. y el mínimo a las 5 Hs aproximadamente (figura 4). Esto mismo ocurrió el día 11/1/96 y se atribuye a que ingresa en el medio una masa de aire caliente la cual distorsiona la curva normal de enfriamiento y calentamiento de la atmósfera (Saravia, 1996 comunicación personal).

Para observar el comportamiento animal en un día bajo estrés térmico (30/1/96), se tomaron fotografías. Este día a las 9:00 Hs. el ITH supera el valor crítico y una hora mas tarde se observa a las vacas de los tratamientos con acceso a sombra abandonar el pastoreo para dirigirse hacia el bosque (apéndice 15), mientras que las vacas de los tratamientos sin acceso a sombra igualmente abandonan el pastoreo agrupándose en el bebedero (apéndice 16). El ITH llega a un máximo de 81 a las 18 Hs. para luego comenzar a descender pero manteniéndose sobre el nivel crítico hasta las 23 Hs. inclusive, determinando que existiera una situación de estrés durante 15 Hs (figura 7). La humedad relativa fue muy elevada, 84% a las 9 Hs. y disminuyendo a medida que avanzó el día, pero siendo igualmente alta en comparación con el promedio diario. Esto determinó que el estrés sea mas severo observándose en el comportamiento animal (apéndice 17).

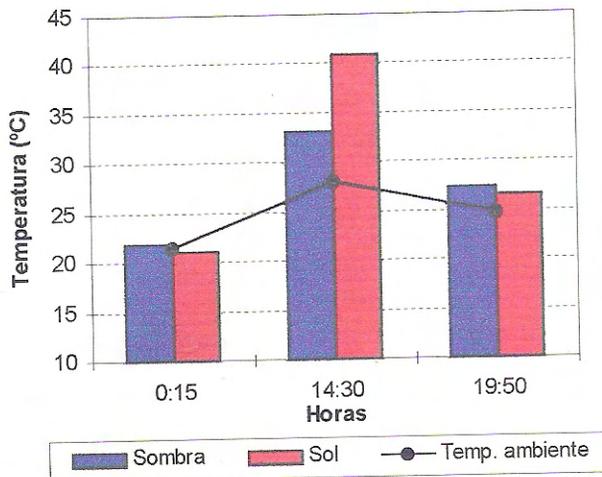
Figura 7. Temperatura, humedad relativa e ITH horario (30/1/96)



#### 4.1.3. Temperatura del cuerpo negro

En la figura 8 se presentan las temperaturas de los cuerpos negros promedio del ensayo para las situaciones sombra y sin sombra, y la temperatura ambiente media en tres horas del día. La evolución diaria de dichas temperaturas se presentan en el apéndice 18.

Figura 8. Temperatura media de los cuerpo negros y temperatura ambiente.

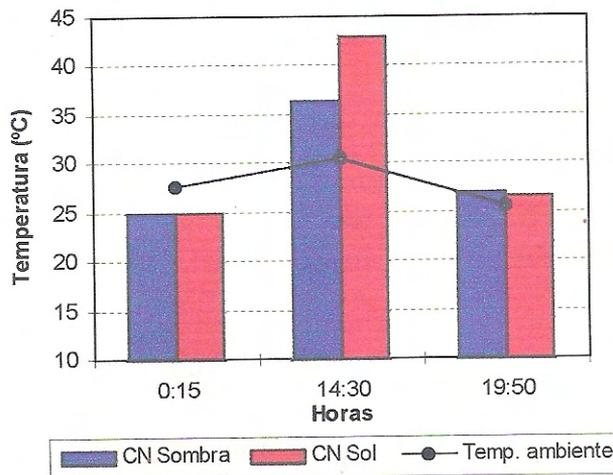


Se puede ver que las temperaturas de los cuerpos negros mínimas (0:15) no difieren mayormente mientras que las máximas (14:30 Hs) difieren en 7,8 °C siendo mayor al sol. La amplitud térmica (diferencia entre la temperatura de 0:15 y 14:30 Hs) para el cuerpo negro a la sombra fue de 11,4 °C, mientras que al sol fue de 19,9 °C. Esto determina que el hecho de disponer de sombra, hace que los animales experimenten una sensación térmica menor. A las 19:50 Hs la temperatura, tanto a la sombra como al sol, era similar. La temperatura ambiente acompaña la tendencia de las temperaturas de los cuerpos negros, como es lógico de esperar, pero existiendo una menor amplitud térmica (6,6 °C) debido a las condiciones en que se toma ésta temperatura (abrigo meteorológico).

Hay que señalar que no se puede calcular el valor promedio diario de temperatura de cuerpo negro, por carecer de las temperaturas horarias que son necesarias para confeccionar dicho promedio. Esto nos limita poder analizar las respuestas obtenidas en las variables de producción a través de ésta metodología.

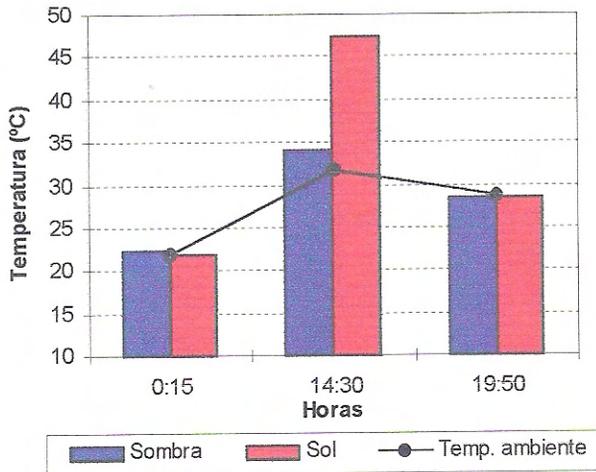
Para el día 4/1/96 dónde se registró un severo estrés térmico como se mencionara en la sección anterior (figura 6), el cuerpo negro registró una temperatura máxima de 43 °C al sol y de 36,5 °C a la sombra, mientras que la temperatura ambiente ascendió a 30,4 °C (figura 9).

Figura 9. Temperatura de los cuerpos negros y temperatura ambiente para el 4/1/96



En la figura 10 se presentan las temperaturas alcanzadas por los cuerpos negros a la sombra y al sol para el día 30/1/96.

Figura 10. Temperatura de los cuerpos negros y temperatura ambiente para el 30/1/96



Para éste día la diferencia en temperatura que registró el cuerpo negro a las 14:30 Hs fue de 13,5 °C menor en la sombra que en el sol con una temperatura de 31,8 °C, mientras que a las 0:15 y 19:50 Hs la temperatura ambiente y la de ambos cuerpos negros eran prácticamente iguales (apéndice 18).

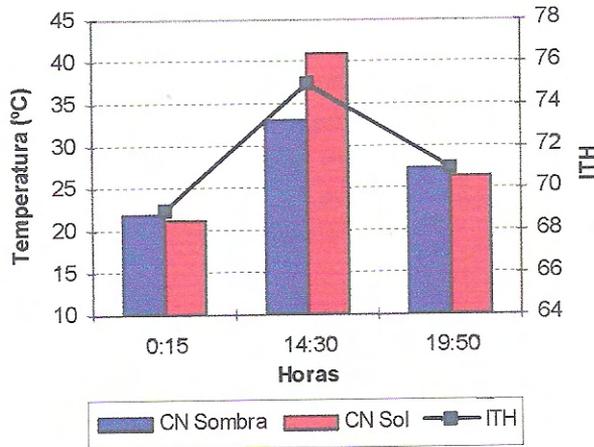
Como comentario final se puede decir que a mayores temperaturas ambientales se experimenta mayor sensación térmica, variando la magnitud de acuerdo se trate de condiciones de sombra o sin sombra. Se da que para las 0:15 y 19:50 Hs. la sensación térmica sería prácticamente igual a la temperatura ambiente del momento.

#### **4.1.4. Correlación entre ITH y temperatura del cuerpo negro.**

Se estudió la correlación entre ITH y cuerpo negro para 3 horas del día contrastantes, como forma de ver si ésta última metodología es un buen estimador del estrés calórico cuantificado por el ITH. Si fuera así se podría utilizar en sistemas de producción por su fácil utilización y rápida interpretación del ambiente al que está sometido el animal.

En la figura 11 se puede ver cómo éstas dos metodologías muestran la misma tendencia a lo largo del día para las 3 horas en que se registró temperaturas de los distintos cuerpos negros.

Figura 11. Promedio diario de temperatura de los cuerpos negros e ITH para 3 horas del día (18/12/95 al 12/2/96).



Los valores diarios para éstas 3 horas de ITH y los diferentes cuerpos negros se presenta en el apéndice 19.

Cuadro 16. Correlación entre ITH y temperatura del cuerpo negro para tres horas (28/12/95 - 12/2/96).

	Horas		
	0	15	20
ITH - CN sol	0,64 **	0,51 **	0,36 *
ITH - CN sombra	0,68 **	0,46 **	0,34 *

\*\* Estadísticamente significativo con  $P < 0,01$

\* Estadísticamente significativo con  $P < 0,05$

Este cuadro nos indica que existe una correlación altamente significativa para los tres horarios evaluados lo que pone en evidencia que sería factible incorporar esta metodología de trabajo como se mencionó anteriormente. Sin embargo repetidas veces se ha encontrado que a mayores temperaturas del cuerpo negro corresponden menores valores de ITH.

Un ejemplo de ello es el día 2/1/96 donde la temperatura del cuerpo negro al sol fue de 53 °C y a la sombra 42°C a las 14:30 Hs respectivamente a las que corresponde un ITH de 70. Contrastando con el día 4/1/96 donde la temperatura del cuerpo negro al sol para la misma hora fue de 43 °C y a la sombra 36,5° C con un ITH de 80, ocurriendo varias veces a lo largo de todo el ensayo. Esto se debe a que la temperatura que se utiliza para calcular el ITH es la que se registra al abrigo meteorológico, mientras que los cuerpos negros están bajo condiciones ambientales diferentes.

Otro aspecto a señalar es que el ITH toma en cuenta temperatura y humedad, mientras que el cuerpo negro es afectado por la radiación solar, temperatura del aire y velocidad del viento. Esto determina que en el caso del 4/1/96 y 11/1/96 donde el máximo valor de ITH se registró en horas atípicas 6 Hs y 8 Hs respectivamente, el cuerpo negro no sea un buen estimador del estrés térmico, ya que la radiación solar en éstas horas no es la máxima.

## 4.2. RESULTADOS EN LA PASTURA

### 4.2.1. Disponibilidad

Durante todo el experimento se manejaron niveles de disponibilidad no limitantes de sorgo forrajero para todos los animales. De ésta manera se intentó minimizar que existiera un efecto del pastoreo en los resultados. La presión de pastoreo promedio utilizada para todo el ensayo fué de 31 Kg./MS/animal/día (apéndice 20).

A continuación se muestra un cuadro que resume la información en porcentaje de materia seca de las diferentes partes de la planta: entera, hoja y tallo, para los pastoreos y rebrotes a lo largo del experimento.

Cuadro 17. Resumen de datos del sorgo forrajero.

		Primer pastoreo			Segundo pastoreo (rebrote)		
		Diciembre	Enero	Enero	Enero	Febrero	Febrero
		3/3.	1/3.	2/3.	3/3.	1/3.	2/3.
<b>Planta entera</b>	(% MS)	20,5	21,5	21	25	18	22
<b>Hoja</b>	(% MS)	25,5	27	29	25	23	26
<b>Tallo</b>	(% MS)	14,5	17,5	19	20	13	16
<b>Disponibilidad</b>	(Kg. MS/Ha)	4862	4504	6974	5585	6784	10671
<b>1/3.</b>	0-10 días	<b>2/3.</b>	10-20 días	<b>3/3.</b>	20-30 días		

Si observamos los datos para el primer pastoreo, vemos que el porcentaje de materia seca se incrementa con el grado de madurez, coincidiendo con lo investigado por Hernandez y Abiusso, (1969); Kachele, (1970); Pereira, (1976).

Santini y Dini, (1985) mencionan que el rebrote de sorgo tiene menor tiempo de retención ruminal y mayor tasa de pasaje comparado con el primer pastoreo. Esto podría explicarse, para éste ensayo, en el menor porcentaje de materia seca de los tallos del rebrote. La conformación del canopy es diferente entre el primer y el segundo pastoreo, existiendo para el rebrote una mayor proporción hoja-tallo en las primeras etapas.

En el apéndice 20 se muestran los datos de todas las franjas medidas; se puede observar que la presión de pastoreo nunca fue limitante y los datos del desaparecido por animal por día reflejan el consumo y el pisoteo de las vacas en pastoreo determinando un promedio de 16 Kg.MS/animal/día desaparecido lo cual es razonable suponiendo un consumo promedio de sorgo de 10-12 Kg.MS/animal/día.

### **4.3. RESULTADOS DE PRODUCCION ANIMAL**

*El estudio estadístico de los resultados de producción y composición de leche se realizó únicamente para los controles lecheros a los que se les realizó análisis de composición de la misma.*

Los resultados de las variables litros de leche, % de grasa, LCG, Kg. de grasa, % de proteína, Kg. de proteína, recuento de células somáticas y peso vivo, se presentan como medias ajustadas, siendo éstas las que utiliza el análisis estadístico (*LSMEAN medias mínimo cuadráticas*).

Es importante señalar que en el análisis de éstos resultados no se analizan los efectos contrastantes entre los tratamientos sombra alto vs sol bajo y sombra bajo vs sol alto, debido a que no se estudia el efecto de los factores independientemente. Esto quiere decir que no es lógico comparar las variables de respuesta entre sombra y sol si el nivel de concentrado es distinto; pero sí es posible estudiar la respuesta a la suplementación dentro de un mismo nivel de protección.

La estrategia de manejo que provea de sombra a las vacas en los momentos del día en que ocurran las máximas temperaturas, mejoran los rendimientos, la composición de la leche y disminuye el estrés térmico, como ha sido demostrado por Beede and Collier, (1986); Collier, (1985); Huber, (1990); Roman-Ponce et al., (1977).

#### **4.3.1. Producción y composición de la leche.**

##### **4.3.1.1. Respuesta a la utilización de sombra.**

Para estudiar el efecto de la sombra, se agruparon los tratamientos sombra alto y sombra bajo comparándolos con sol alto y sol bajo aplicando el modelo estadístico 1. De ésta manera se trata de excluir del análisis el efecto de la suplementación, para poder estudiar la influencia del medio ambiente sobre las variables de producción.

La utilización de sombra provocó una mejora en el confort térmico (temperatura del cuerpo negro a la sombra 33,2 °C y 41 °C al sol promedio para las 14:30 Hs.); en éstas condiciones se obtuvieron producciones de 17,29 y 16,57 L/V/día promedio para los lotes con y sin sombra respectivamente (cuadro 18). Esto es similar a los niveles de producción alcanzados por Roman-Ponce et al., (1977), los cuales encontraron diferencias ( $P < 0,10$ ) del orden del 10,7% entre tratamientos (16,6 L/V/día a la sombra y 15 L/V/día en condiciones de no sombra). En nuestro experimento las diferencias detectadas fueron menores (4,2%) pero significativas con  $P < 0,05$ , por lo tanto podemos

afirmar con certeza de que dicha diferencia se debe al efecto de la sombra. Por otro lado, Schneider *et al.*, (1984), cit. por Lenna, (1993) encontraron una diferencia de 9,3% mayor en producción de leche en vacas a las que se le sometió sombra (19,4 L/V/día a la sombra y 17,6 L/V/día al sol); mientras que Davison y Silver (1986) obtuvieron una diferencia ( $P < 0,01$ ) en vacas de lactancia temprana, del 8,4% (17,8 L/V/día a la sombra y 16,3 L/V/día al sol).

En cambio utilizando enfriamiento por aspersión y ventilación, diversos autores (Flamenbaum, *et al.*, 1986; Igono, *et al.*, 1987 cit. por Shearer *et al.*, 1991; Strickland, *et al.*, 1989 cit. por Shearer *et al.*, 1991; Turner, *et al.*, 1989 cit. por Shearer *et al.*, 1991), han encontrado respuestas en producción de leche mayores a las observadas en este ensayo.

Con sistemas de enfriamiento evaporativo Armstrong *et al.*, (1985) y Ryan *et al.*, (1988) cit. por Bray *et al.*, (1992), encontraron incrementos en la producción de leche del orden de los 2,7 L/V/día; y Wiersma y Stott (1974) una diferencia de 1,8 L/V/día.

Cuadro 18. Medias ajustadas agrupando los tratamientos según acceso a sombra (Modelo 1)

	<b>Prod leche</b> (L/V/día)	<b>Grasa</b> (%N/día)	<b>Grasa</b> (Kg./V/día)	<b>LCG</b> (L/V/día)	<b>Proteína</b> (%N/día)	<b>Proteína</b> (Kg./V/día)	<b>Cel.somáticas</b> (CS/ml.)
<b>Sombra</b>	17,29 a	3,68 a	0,63 a	16,34 a	3,25 a	0,55 a	566642 a
<b>Sol</b>	16,57 b	3,68 a	0,60 b	15,65 b	3,21 a	0,52 a	337152 a

*Letras distintas difieren estadísticamente con  $P < 0,05$*

Para porcentaje de grasa no se detectaron diferencias ( $P > 0,05$ ) entre sombra y sol (cuadro 18), coincidiendo con los resultados obtenidos por Johnston, (1958) y Roman-Ponce *et al.*, (1977) los cuales tampoco encontraron diferencias para ésta variable, pero el primer autor menciona que existe una tenue tendencia a disminuir el porcentaje de grasa en los animales expuestos a condiciones de calor. En cambio Comerón *et al.*, (1985); Davison *et al.*, (1988); Jacobsen, (1996) citan que para condiciones de estrés térmico, no solo disminuye la producción de leche sino también algunos componentes como la grasa.

La diferencia en Kg. de grasa es producto de los distintos niveles de producción, ya que el porcentaje de grasa para ambos grupos fué idéntico (cuadro 18). En otras palabras, se obtuvo mayor rendimiento en grasa en el lote a la sombra debido a un aumento en la producción de leche comparado con el lote al sol. Esta explicación también es válida para LCG al 4%, la cual fué mayor a la sombra (0,69 L/V/día) en comparación con el lote al sol (cuadro 18).

Para condiciones de enfriamiento con aire acondicionado, se obtuvieron diferencias para LCG al 4% de 1,34 Kg./V/día para las vacas enfriadas durante las 24 horas en comparación a las no enfriadas (Tatcher, 1974), siendo ésta respuesta mayor a la que se encontró en el presente ensayo con la asignación de sombra.

En porcentaje de proteína no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre sombra y sol, coincidiendo con lo encontrado por Roman-Ponce *et al.*, (1977) los cuales citan que únicamente los sólidos totales (dentro de los componentes de la leche) fueron significativamente diferentes ( $P < 0,10$ ) entre sombra y no sombra (cuadro 18).

En cuanto a Kg. de proteína ocurre lo mismo que para grasa, encontrándose diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre sombra y sol (cuadro 18).

En el recuento de células somáticas no se encontraron diferencias significativas entre sombra y sol (cuadro 18), coincidiendo con lo citado por Gallardo, (1994). De todas maneras el elevado recuento nos indica la existencia de problemas sanitarios el cual consideramos que no fué provocado por los tratamientos, y las diferencias entre éstos se debería al azar, ya que al formar los bloques las vacas problema entraron por sorteo en los tratamientos a la sombra. Sin embargo Roman-Ponce *et al.*, (1977) determinó que el efecto del estrés en las vacas expuestas al sol conducen a una mayor frecuencia de mastitis clínica ( $P < 0,05$ ), comparando con el tratamiento con sombra.

Todos los sistemas que mejoran el confort térmico del animal, han demostrado aumentar, en distintos grados, los niveles de producción de leche; no siendo clara la respuesta en composición de la leche (fundamentalmente % de grasa y % de proteína). Cabe destacar que dentro de éstos sistemas hay algunos como el aire acondicionado, el enfriamiento evaporativo y aspersión con ventilado, entre otros, que provocan mejores respuestas en producción de leche con respecto a la utilización de sombra. De todas maneras ésta última sigue siendo la alternativa más económica y viable en los sistemas de producción del Uruguay.

#### **4.3.1.2. Respuesta a los tratamientos individuales.**

En ésta sección se analizan los resultados del modelo estadístico 1, los cuales muestran lo ocurrido a lo largo de todo el ensayo y determina cual fue el mejor tratamiento en promedio. Tiene la desventaja de que no muestra lo que ocurre durante el experimento, por lo cual se complementa con el modelo estadístico 2.

En el cuadro 19 se presenta la información estadística de los cuatro tratamientos para las variables de producción.

Cuadro 19. Medias ajustadas para las variables analizadas para los 4 tratamientos. (Modelo 1)

	<i>Prod. leche</i> (L/V/día)	<i>Grasa</i> (%V/día)	<i>Grasa</i> (Kg./V/día)	<i>LCG al 4%</i> (L/V/día)	<i>Proteína</i> (%V/día)	<i>Proteína</i> (Kg./V/día)
<b>Som. alto</b>	18,19 a	3,71 ab	0,67 a	17,28 a	3,21 ac	0,58 a
<b>Sol alto</b>	18,03 a	3,57 cd	0,64 c	16,79 a	3,18 a	0,56 ad
<b>Som. bajo</b>	16,31 b	3,65 ad	0,59 b	15,33 b	3,30 b	0,52 bd
<b>Sol bajo</b>	14,88 c	3,69 b	0,55 d	14,29 c	3,27 bc	0,47 c

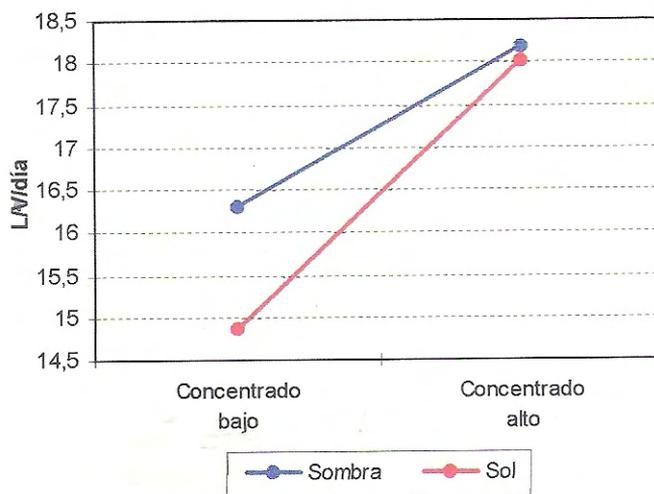
Letras distintas difieren estadísticamente con  $P < 0,10$

El modelo 1 arroja que en producción de leche no hay diferencias significativas entre los dos niveles de protección cuando el nivel de concentrado es alto (8 Kg.), mientras que entre los tratamientos de bajo nivel de concentrado (3 Kg.), se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,10$ ).

El modelo 2 muestra interacción entre fecha por tratamiento, lo que quiere decir que la respuesta es dependiente del momento en que se realizó el muestreo. En otras palabras cuando consideramos un mismo nivel de suplementación nunca hubo un tratamiento que fuera superior a otro durante todo el ensayo (apéndice 21).

Existe interacción ( $P < 0,05$ ) entre los factores protección y concentrado lo cual puede visualizarse en la figura 12 (Apéndice 22).

Figura 12. Respuesta en producción de leche (*medias ajustadas*)



Se observa un claro efecto del nivel de concentrado sobre la respuesta a la protección. Esto quiere decir que el concentrado minimiza el efecto del estrés calórico debido a la menor participación del forraje en la dieta (sustitución), coincidiendo con lo citado por Gallardo *et al.*, (1994); Gallardo y Valtorta, (1995). De ésta manera es de esperar un menor incremento calórico en la digestión ruminal de las vacas con alto nivel de concentrado, determinando que la producción de leche no disminuya significativamente cuando no hay acceso a sombra (18.03 L vs 18.19 L) siendo la diferencia de 0,16 L a favor del tratamiento sombra alto.

Por el contrario, con nivel de suplementación bajo existe respuesta a la protección debido a que la producción de calor ruminal sería mas elevada por mayor participación de forraje en la dieta total (menor grado de sustitución). Para éstos tratamientos la diferencia en producción de leche es de 1,43 L/V/día (8,8 %) a favor del lote con acceso a sombra.

Es de destacar que no es posible cuantificar el grado de sustitución de forraje por concentrado ya que no fue medida en el ensayo, pero es lógico esperar que sí existiera debido a la calidad y niveles de suplementación administrados (Flamenbaum, 1996 comunicación personal).

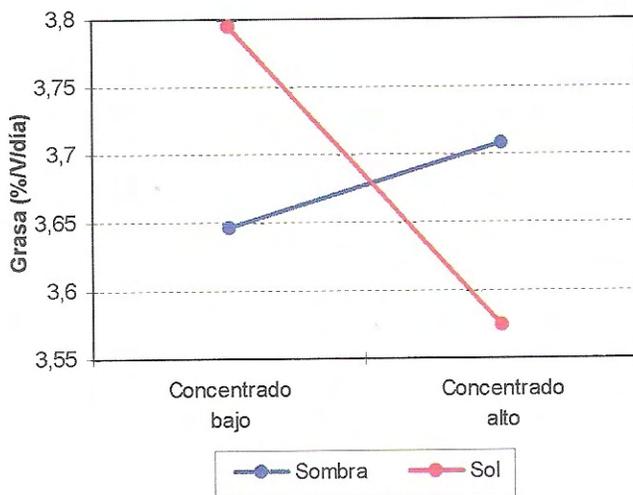
Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,10$ ) entre los niveles de suplementación tanto en los tratamientos con sombra como al sol (Cuadro 19). La respuesta a la suplementación fue de 1,88 L/V/día en los tratamientos con sombra, lo que implica una relación de 0,38 L/Kg. de ración adicional (pasar de 3 a 8 Kg. de ración). Mientras que dicha respuesta para los tratamientos sin acceso a sombra fue de 3,15 L/V/día lo que se traduce en una relación de 0,63 L/Kg. de ración adicional. Esto se puede deber a que se manejaron niveles no limitantes de sorgo forrajero (31 Kg. MS/animal/día), por lo tanto existe mayor sustitución de forraje por concentrado al pasar de 3 a 8 Kg. de suplemento por animal por día, como muestran en sus experimentos Cae, (1987); Grainger y Mathews, (1989); cit. por Fernandez y Rivoir, (1995).

De acuerdo a éstos resultados el efecto del ambiente, caracterizado a través del ITH, arroja que el valor promedio (71) no afectó el nivel de producción en los tratamientos con alto nivel de suplementación. Sin embargo existió un efecto ambiental sobre la producción de leche entre los animales con y sin acceso a sombra con bajo nivel de suplementación.

Para porcentaje de grasa, entre los tratamientos sombra y sol se encontraron diferencias ( $P < 0,10$ ) dentro de cada nivel de suplementación, las cuales se muestran en el cuadro 19. Al igual que para producción de leche, el porcentaje de grasa mostró diferencias no sólo entre los tratamientos sino también entre fecha por tratamiento

(apéndices 21 y 22). En la figura 13 se muestra la respuesta a los tratamientos para porcentaje de grasa.

Figura 13. Respuesta en porcentaje de grasa (*medias ajustadas*)

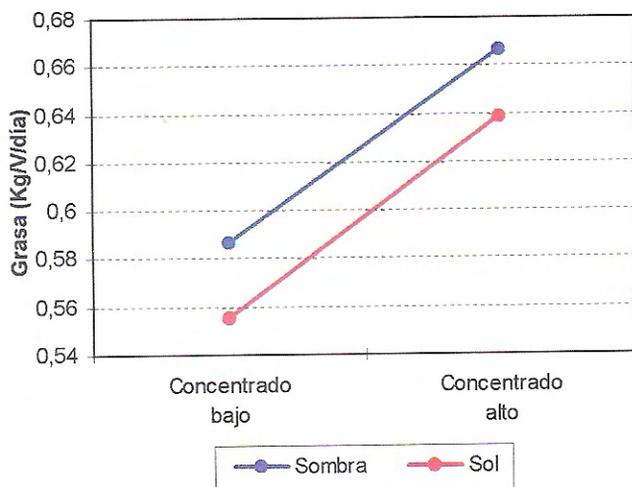


Contrastando el tratamiento de sombra alto vs sol alto el porcentaje de grasa es mayor a favor de la sombra (0,14 % de grasa a favor de la sombra  $P < 0,10$ ) como es de esperar según Jacobsen, (1995). Mientras que en los tratamientos de bajo concentrado la respuesta difiere de lo esperado ya que el tratamiento con sombra produjo menor tenor graso que el tratamiento al sol (0,04 % de grasa a favor del sol  $P < 0,10$ ).

La figura 13 muestra la interacción existente entre los factores protección y suplementación (apéndice 22). En los tratamientos sin acceso a sombra al aumentar el nivel de concentrado disminuye el porcentaje de grasa ( $P < 0,10$ ), respuesta que coincide con lo investigado por Rearte, (1992) y Sutton, (1985). En cambio encontramos que la respuesta en los tratamientos con sombra difiere de lo esperado, ya que al aumentar el nivel de concentrado aumenta levemente el porcentaje de grasa, pero dicho aumento no es estadísticamente significativo ( $P > 0,10$ ). Esto podría estar explicado debido a que a la sombra existiría mayor rumia en comparación con el sol (apéndice 27), por lo tanto aumentaría la digestibilidad de la fibra con un consiguiente aumento del acético (precursor de grasa butirosa en la leche). En los animales al sol la menor tasa de rumiación provocaría una mayor acidificación en el rumen disminuyendo la producción de ácidos grasos volátiles agudizando la caída en el tenor graso (Flamenbaum, 1996 comunicación personal).

En Kg. de grasa existen diferencias ( $P < 0,10$ ) entre los tratamientos sombra y sol alto y entre sombra y sol bajo respectivamente (cuadro 19). Esta diferencia es de 0,03 Kg./V/día superior para el tratamiento sombra alto vs sol alto y de 0,04 Kg./V/día entre sombra bajo y sol bajo (figura 14).

Figura 14. Respuesta en Kg. de grasa (*medias ajustadas*)



Del análisis de varianza surge que no existe interacción entre nivel de protección y el nivel de concentrado (apéndice 22), el cual queda demostrado en la figura 14 dado el paralelismo de las curvas.

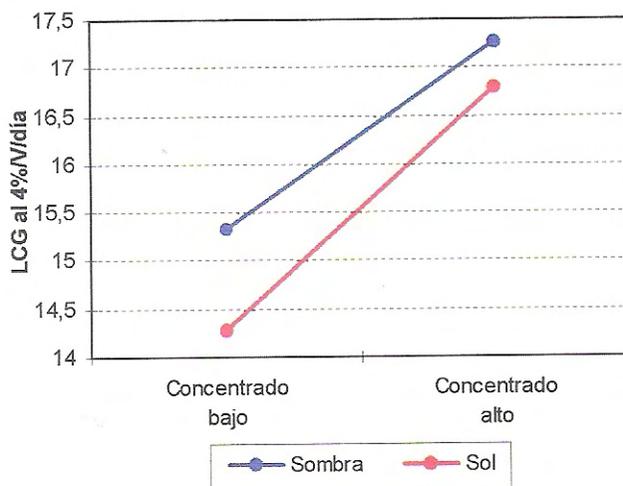
En el tratamiento sol alto si bien existió dilución en el porcentaje de grasa (3,57%) con respecto a sol bajo (3,69%), el rendimiento total en Kg. fue mayor para el tratamiento sol alto ( $P < 0,10$ ). En cambio en el tratamiento de sombra alto no existió dilución de grasa (3,71%) con respecto a sombra bajo (3,65%); el rendimiento de grasa también aumentó ( $P < 0,10$ ) (figuras 13 y 14).

En leche corregida por grasa las respuestas son las mismas que para leche sin corregir, aunque existe una tendencia a ser mayor entre los tratamientos sombra alto vs sol alto (0,49 L LCG/V/día a favor de la sombra) esta diferencia no es estadísticamente significativa ( $P > 0,10$ ), mientras que sí existen diferencias significativas ( $P < 0,10$ ), entre sombra bajo y sol bajo (1,04 L LCG/V/día a favor de la sombra) (cuadro 19).

Aunque estadísticamente no es significativa la interacción entre los factores protección y suplementación (apéndice 22) para ésta variable, se ve un efecto del suplemento en la respuesta en leche corregida que provocó que existan menores

diferencias entre sombra y sol con alto nivel de concentrado, con respecto al de bajo concentrado. En la figura 15 se puede apreciar ésta respuesta en LCG a los diferentes tratamientos.

Figura 15. Respuesta en LCG al 4% (*medias ajustadas*)

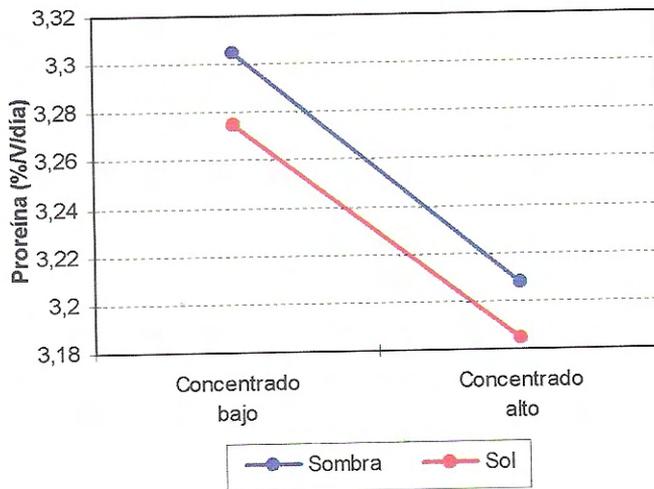


Es claro el efecto del concentrado si comparamos tratamientos con igual nivel de protección vs diferente nivel de suplementación, aumentando 1,95 L LCG/V/día para la sombra ( $P < 0,10$ ) y 2,5 L LCG/V/día para los tratamientos sin disponibilidad de sombra ( $P < 0,10$ ). Esto determina una respuesta de 0,39 L LCG por Kg. de ración adicional (pasar de 3 a 8 Kg. de ración) para los animales que tuvieron disponibilidad de sombra y 0,5 L LCG por Kg. de ración adicional para los animales sin sombra.

En el porcentaje de proteína no hay diferencias ( $P < 0,10$ ) en los resultados obtenidos entre sombra y sol para ninguno de los 2 niveles de suplementación (cuadro 19 y apéndice 22). Esto fue demostrado por Roman-Ponce, *et al.*, (1977), los cuales encontraron una respuesta similar a la de éste ensayo en el porcentaje de proteína (3,37% a la sombra y 3,29% al sol); si bien esta diferencia no fue significativa ( $P > 0,10$ ), se muestra una tendencia a obtener mayores porcentajes de proteína en vacas con acceso a sombra.

Nunca existió diferencias a lo largo de todo el ensayo entre los tratamientos ya que no existió interacción entre fecha por tratamiento (apéndice 21). La figura 16 describe los resultados del porcentaje de proteína para los diferentes tratamientos; la cual muestra que no existe interacción protección por concentrado (apéndice 22), o sea que la respuesta a la asignación de sombra es independiente del nivel de concentrado.

Figura 16. Respuesta en % de proteína (*medias ajustadas*)

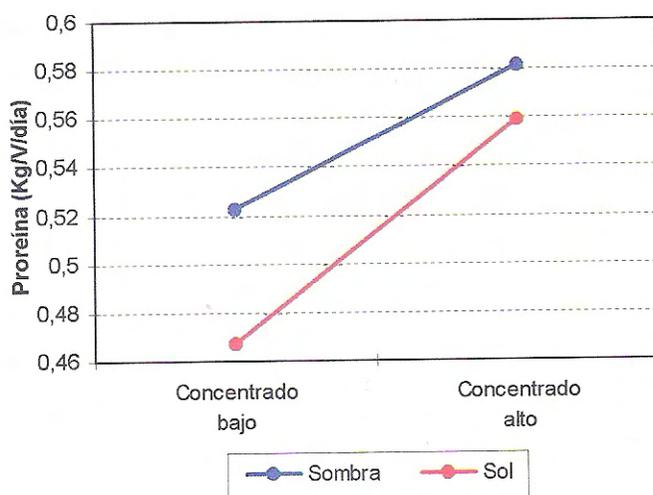


Dentro de cada nivel de protección a medida que pasamos de bajo a alto nivel de suplementación existe una caída en el porcentaje de proteína, debido a un efecto de dilución ( $P < 0,10$ ).

El rendimiento en Kg. de proteína muestra un aumento al pasar de sol a sombra para los dos niveles de concentrado; pero dicho aumento no es significativo ( $P > 0,10$ ) para los tratamientos de alto nivel de suplementación, mientras que sí lo es ( $P < 0,10$ ) para los de baja suplementación (cuadro 19).

Esta respuesta en Kg. de proteína (figura 17), sigue la misma tendencia que para producción de leche o sea que el efecto de la protección está influenciado por el nivel de suplementación (interacción protección por concentrado). A pesar de que éstas tendencias son claras, no es significativa ( $P > 0,10$ ) la interacción entre los factores protección y suplementación (apéndice 22).

Figura 17. Respuesta en Kg. de proteína (*medias ajustadas*)



Al igual que Sutton y Morant, (1989) cit. por Fernandez y Rivoir, (1986) encontramos un aumento en el tenor proteico de la leche al aumentar el nivel de suplementación dentro de cada nivel de protección; esto sería debido a un aumento en el consumo de energía.

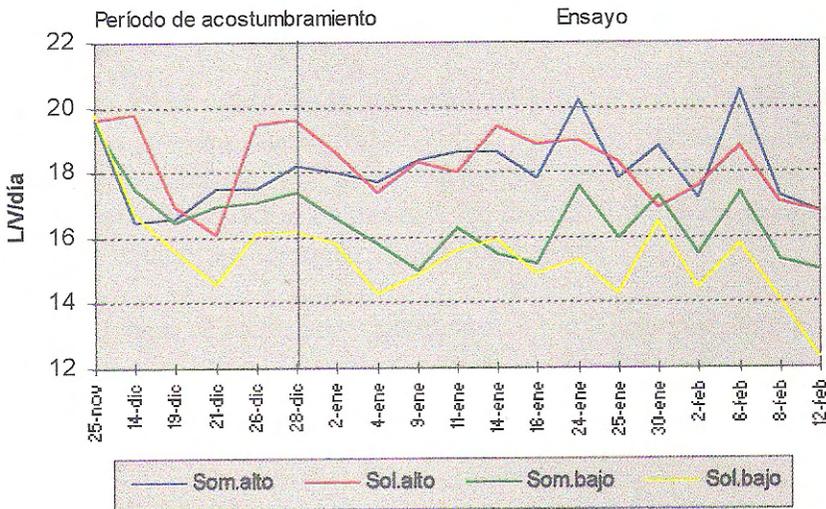
#### 4.3.2. Evolución de la producción de leche.

En ésta sección se analiza únicamente la evolución en producción de leche, debido a que se cuenta con mayor número de datos en comparación con las variables de composición de la leche, lo que determina que el análisis sea más exacto.

Si bien uno de los objetivos de éste trabajo es evaluar el efecto del estrés térmico sobre la producción de leche, no es posible explicar su evolución únicamente a través del efecto del estrés térmico. Esto se debe a que existen factores que interaccionan con el mismo determinando los resultados obtenidos. Estos factores son: días de lactancia, efecto del pastoreo (disponibilidad y estado fisiológico del sorgo), suplementación, sanidad, manejo de los lotes, etc. De todos modos se puede inferir a través de la comparación de los resultados de producción de leche y los factores ITH y cuerpo negro, sí hubo un efecto del estrés térmico sobre dicha producción.

En la figura 18 se muestra la evolución promedio de la producción de leche para todos los tratamientos durante el período de acostumbramiento y ensayo.

Figura 18. Evolución en la producción de leche (L/V/día)



En general para los cuatro tratamientos se ve una variación en la producción de leche para las distintas fechas de control, siendo las tendencias de las mismas similares excepto en determinados controles.

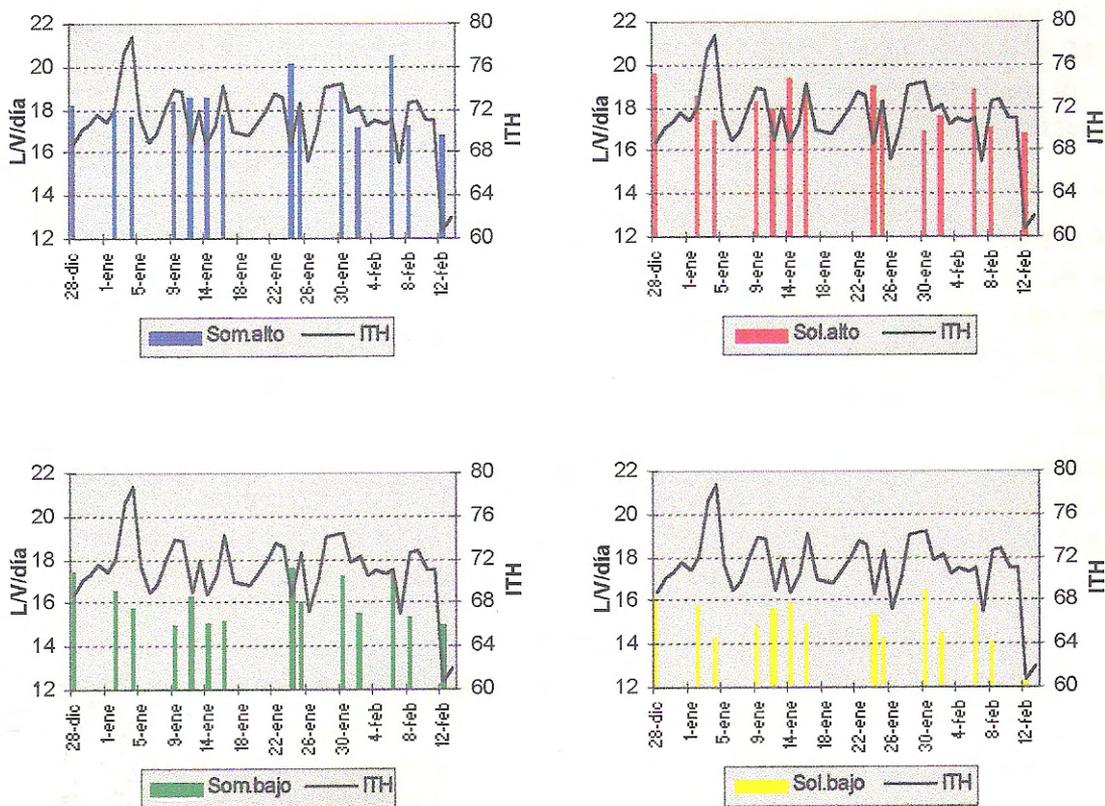
Se puede decir que hay una interacción entre fechas de control lechero y tratamientos, ya que la respuesta a cada tratamiento es afectada por los factores mencionados anteriormente. Esto hace que no siempre un tratamiento sea mejor que otro a lo largo de todo el ensayo (figura 18).

El valor promedio de ITH que se registró durante el ensayo (71) da cuenta de que no hubo un ambiente muy estresante. Como se mencionara en la sección 4.1.2, las horas bajo condiciones de estrés térmico son variables, tanto en magnitud como en duración. Contrariamente a lo que cita la bibliografía en cuanto a que vacas con altos niveles de producción tienden a deprimir más el rendimiento que vacas con bajos niveles de producción, en éste ensayo no existió tal efecto. Para los tratamientos de mayor producción (sombra alto y sol alto) si bien existe una tendencia que muestra que los animales a la sombra producen más que los animales al sol (0,16 L/V/día), ya fué discutido anteriormente que dicha diferencia no se debe al efecto del tratamiento (no existen diferencias significativas  $P > 0,10$ ). En cambio existió un efecto de la sombra para los animales de baja producción (sombra bajo y sol bajo) determinando que existieran diferencias en producción de leche del orden de 1,1 L/V/día en promedio para los tratamientos sombra bajo vs sol bajo. Estos resultados se deben fundamentalmente a que

fué un verano dónde los niveles de ITH fueron muy variables entre días y no suficientemente altos, como para provocar efectos importantes sobre las variables medidas, y que en éstas condiciones el alto nivel de suplementación minimizó el efecto del estrés térmico.

En la figura 19 se contrasta la evolución en producción de leche con el ITH diario para todo el ensayo para los cuatro tratamientos. Para éste análisis se presentan los datos promedio de producción de leche, no existiendo análisis estadístico o sea que no podemos afirmar que la variación en producción de leche es debida solamente al ITH. De todas maneras las tendencias demuestran que hubo efecto.

Figura 19. Producción de leche por tratamiento vs ITH promedio diario.



En las figuras se ve que al inicio del ensayo para los 4 tratamientos hay un descenso en los 3 primeros controles lecheros (28/12 al 4/1/96) lo que coincide con un aumento del ITH. Este descenso fué mayor en los tratamientos al sol cayendo en 2,2 y 1,9 L/V/día para alto y bajo nivel de concentrado respectivamente; mientras que en los

lotes a la sombra la disminución en producción fue de 0,5 y 1,6 L/V/día para alto y bajo nivel de concentrado respectivamente.

Se observa una mayor disminución en la producción de leche en vacas con alto nivel de producción sometidas a estrés calórico (sol alto) ya que fué el más afectado. Aunque éste resultado es parcial dado que analizamos el efecto sobre 3 controles, estaría ocurriendo lo que cita Gallardo *et al.*, (1994) en dónde las vacas de alta producción son más sensibles al calor que las vacas de baja producción.

A partir del 4/1/96 el ITH no alcanzó promedialmente valores tan altos como sucedió anteriormente (figura 19), no encontrándose tendencias tan claras y similares para los cuatro tratamientos, lo que puede deberse a factores ajenos a los tratamientos.

En la figura 19 se ve nuevamente otro pico en producción de leche para los 4 tratamientos (24/1/96) que coincide con un descenso del ITH (73 a 69 el 23/1 y 24/1 respectivamente). Al día siguiente (25/1/96) la disminución que se observa para los 4 tratamientos estaría determinada por: 1- Incremento del ITH ; 2- Cambio de alimentación por lluvia (pastorean campo natural).

Otro efecto claro del ITH sobre la producción se da entre los controles del 2/2/96 y 6/2/96 en donde el ITH pasa de 71 a 67 y la producción en todos los tratamientos aumenta (figura 19). El aumento en producción fué de 3,2 y 1,2 L/V/día para los tratamientos sombra y sol con alto nivel de concentrado respectivamente, mientras que para los de bajo nivel de suplementación el aumento fué de 1,9 y 1,3 L/V/día para la sombra y sol respectivamente. Esto demuestra que existió efecto de la sombra aun cuando el valor de ITH promedio no supera el nivel crítico. Es importante considerar que si bien hubo un descenso del ITH, partimos de un valor promedio el cual supone la no existencia de estrés térmico (ITH = 71), pero observando la evolución diaria de dicho índice existieron 10 horas de estrés térmico (11:00 a 20:00 Hs).

#### **4.3.3. Ritmo respiratorio y temperatura rectal.**

Cambios en el ambiente, como lo es la disponibilidad de sombra, modificaron la respuesta fisiológica de las vacas. El ritmo respiratorio a las 14:30 Hs. para los animales con y sin sombra, siempre fue mayor al que citan Blood *et al.*, (1988), comprendido entre 10 y 30 resp./min.; y Ledesma *et al.*, (1995) (en condiciones de termonutralidad 18°C) alrededor de 32 resp./min., como normal (figura 20). La temperatura rectal a las 14:30 Hs. superó en algunos días el valor crítico de 39,5°C citado por Blood *et al.*, (1988) para los animales con y sin sombra (figura 21), mientras que a la 1 de la mañana siempre se mantuvo en el rango normotérmico (38,5 - 39,5 °C) para ambos lotes (figura 22).

Según Roman-Ponce *et al.*, (1977) al igual que Schneider *et al.*, (1984) las respiraciones por minuto y la temperatura rectal son menores para vacas a la sombra comparado con los animales expuestos al sol. Davison y Silver, (1986) encontraron diferencia ( $P < 0,01$ ) en la temperatura rectal siendo de 40 °C y 39,4 °C para vacas sin y con acceso a sombra respectivamente. En éste 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 ( $P < 0,01$ ), y para temperatura rectal ( $P < 0,05$ ). Además no existió interacción entre fecha por tratamiento, para las 2 variables, lo que nos dice que el efecto de la sombra fué independiente del día en que se realizaron las mediciones. En cuanto a la temperatura rectal nocturna existieron diferencias significativas ( $P < 0,10$ ) entre los lotes sombra y sol (apéndice 23).

Figura 20. Ritmo respiratorio e ITH para las 14:30 horas

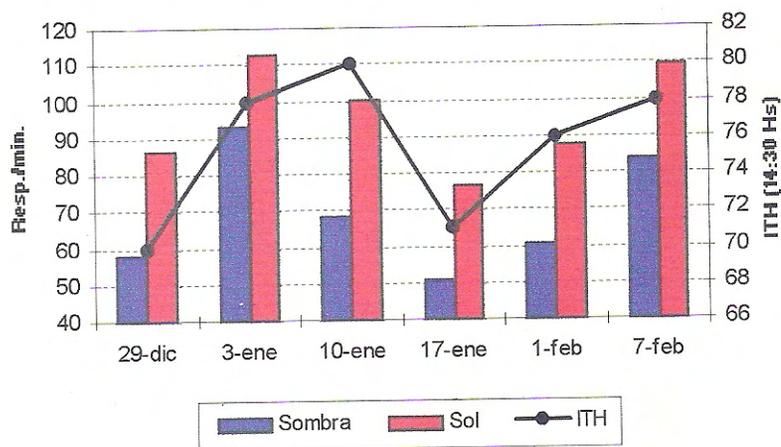


Figura 21. Temperatura rectal e ITH para las 14:30 horas.

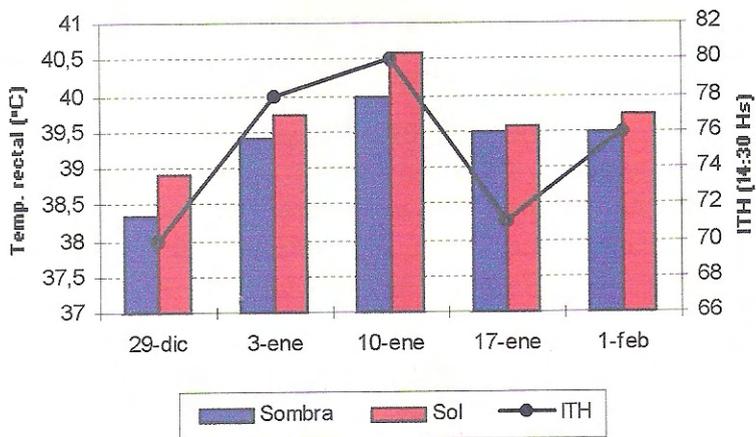
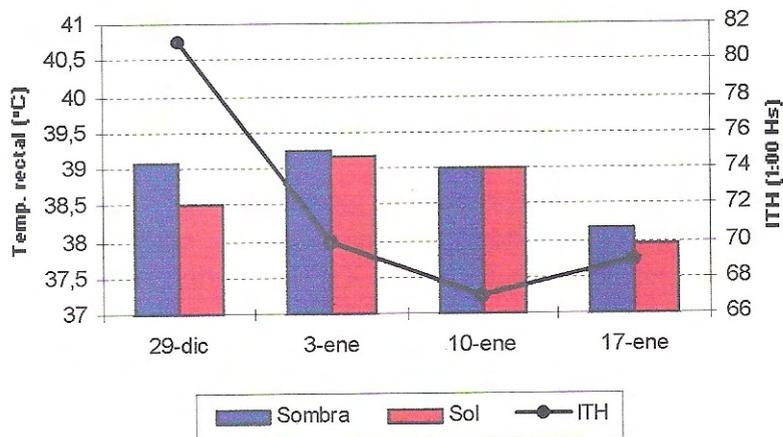


Figura 22. Temperatura rectal e ITH para la 1:00 hora.



Las curvas de ritmo respiratorio y temperatura rectal (14:30 Hs.) siguen la misma tendencia que el ITH, o sea que a mayores niveles de ITH corresponden mayores ritmos respiratorios y temperaturas rectales, independientemente se trate de sombra o sol. Para el ritmo respiratorio, la excepción al caso es el 10 de enero, en dónde el ITH alcanza un nivel muy alto y no se corresponde con un aumento en el ritmo respiratorio como sería de esperar comparando con el 3 de enero en dónde el ITH fue menor y el ritmo respiratorio (para sombra y sol) fue mayor, pero estos 2 valores de ITH se encuentran dentro del mismo grado de estrés (alto estrés). Esto puede deberse a que existen otros factores climáticos como la velocidad del viento y la radiación solar (los cuales no están

contemplados en el ITH), que también son determinantes del estrés calórico que pueden alcanzar los animales. Esta explicación no sería correcta si observamos la temperatura rectal para éste día, ya que se alcanzan los máximos valores para ambos lotes, al igual que el ITH.

Es importante resaltar que para el 3 y 10 de enero el ritmo respiratorio, si bien fué menor en los lotes con acceso a sombra, igualmente se encuentran en niveles superiores al normal, lo que quiere decir que los animales están utilizando éste mecanismo para disipar el calor. La temperatura rectal para el 3 de enero se encuentra dentro del rango normal para las vacas con sombra, no siendo así para el lote sin acceso a sombra. El 10 de enero ambos lotes superaron el valor crítico de 39,5 °C (figura 21 y 22).

El menor ritmo respiratorio observado fue de 51 resp./min. en las vacas a la sombra versus 77 resp./min. en las vacas al sol el 17 de enero con una temperatura rectal de 39,5 y 39,6 °C respectivamente, donde se registró a las 14:30 horas una temperatura ambiente de 27,9 °C, una temperatura de los cuerpos negros a la sombra y al sol de 27 °C y un ITH de 71. Sin embargo la menor temperatura rectal fué de 38,3 °C a la sombra versus 38,9 °C al sol, con un ritmo respiratorio de 59 y 87 resp./min. respectivamente, el 29 de diciembre, dónde la temperatura ambiente fué de 22 °C, temperatura del cuerpo negro a la sombra fué de 37 °C, al sol de 42 °C y un ITH de 70, a las 14:30 Hs. Esto demuestra que los menores ritmos respiratorios no se corresponden con las menores temperaturas rectales, y viceversa, tanto para los animales con y sin acceso a sombra.

Repetidas veces se observó a vacas, correspondientes a los tratamientos sin acceso a sombra, jadeando. Esto nos demuestra que existieron momentos de alto estrés en que los animales tuvieron que recurrir a aumentar el ritmo respiratorio a niveles máximos.

Las temperaturas rectales tomadas durante la noche son bastante constantes a lo largo del ensayo para los lotes con acceso a sombra y sin acceso a sombra, no presentando una clara influencia del ITH (figura 22). Pensamos que esto se debería a que en la noche no hay radiación solar y que el ITH que escapa los niveles que normalmente se alcanzan durante la noche (29/12/95) se debe a que se registraron las máximas temperaturas durante la madrugada con elevados niveles de humedad relativa. Esto nos demuestra que en la noche existen realmente horas de recuperación térmica en los animales, observándose inclusive en algunos días el grupo sin acceso a sombra presentó, en promedio, menor temperatura rectal que el grupo con acceso a sombra. Se puede decir que las vacas sometidas a mas alto estrés logran, en las horas de recuperación térmica, bajar más la temperatura corporal.

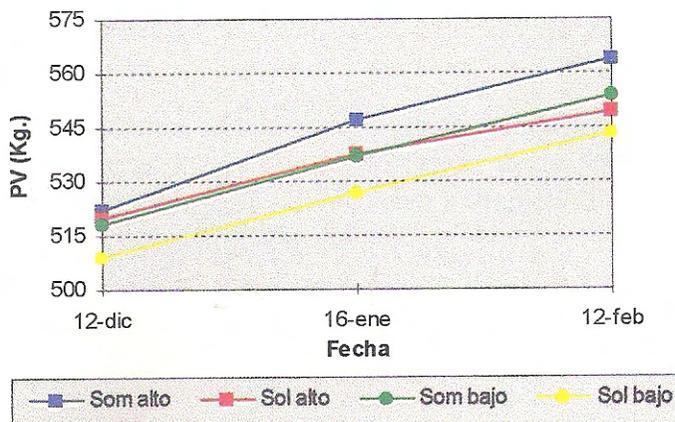
Hay que destacar que existe diferencia genética entre animales dada la variabilidad en el ritmo respiratorio y temperatura rectal observados bajo las mismas condiciones de estrés. Por ejemplo para el 3/1/96 se observó una vaca con un máximo de 138 resp./min. con una temperatura rectal de 40 °C y otra con un mínimo de 86 resp./min. con una temperatura rectal de 40,5 °C para animales sin acceso a sombra. Para éste mismo día en los animales con acceso a sombra se observó un máximo individual de 106 resp./min. con 39 °C de temperatura rectal y un mínimo de 82 resp./min con una temperatura rectal de 39 °C. Estas diferencias se mantuvieron entre animales a lo largo del ensayo.

#### 4.3.4. Peso vivo.

Se observó un aumento del peso vivo para los animales de los 4 tratamientos. Esto se explica fundamentalmente a que todos los animales tenían más de 2 meses de lactancia al comienzo del ensayo, encontrándose en un período de recuperación del peso vivo.

En la figura 23 se observan las tendencias en peso vivo para los 4 tratamientos, la cual indica que existió una mayor ganancia diaria para los tratamientos con acceso a sombra. Dentro de éstos el tratamiento sombra alto fue el que mostró mayor ganancia diaria (0,616 Kg./día) con respecto al tratamiento sombra bajo (0,520 Kg./día). En cuanto a los tratamientos sin acceso a sombra, la mayor ganancia diaria la presentó el tratamiento con menor nivel de suplementación (0,507 Kg./día) con respecto a sol alto (0,433 Kg./día). Si bien se observan éstas diferencias en ganancias diarias, estadísticamente las mismas no fueron significativas ( $P > 0,10$ ) entre tratamientos y fecha por tratamientos (apéndice 23).

Figura 23. Evolución de peso vivo (*medias ajustadas*).



Todo esto nos demuestra que el estrés calórico no tuvo efecto sobre la evolución del peso vivo entre los 4 tratamientos.

Es importante recordar que el peso vivo no fué una variable que se utilizara en el bloqueo, por lo tanto el promedio de peso inicial para los tratamientos fué diferente (fundamentalmente sol bajo).

#### 4.3.5. **Reproducción.**

Existieron diferencias importantes en los servicios por concepción y en el % de preñez entre los animales con y sin acceso a sombra (cuadro 20). Esto muestra un claro efecto del estrés calórico sobre la performance reproductiva, factor clave en los sistemas de producción. Si bien éstas diferencias no son estadísticamente significativas ( $P > 0,10$ ), esto se debería al tamaño reducido de la muestra y a la poca sensibilidad del test utilizado (Prueba de Chi-cuadrado de Pearson), y no a los resultados obtenidos, ya que está comprobado el efecto depresivo del estrés calórico sobre los parámetros reproductivos, como lo citan Roman-Ponce *et al.*, (1977) y Wilcox, (1978) cit. por Leser (1995), en sus experimentos. Estos autores afirman que las diferencias en los servicios por concepción y porcentajes de preñez, se deben al efecto de la sombra.

Cuadro 20. Eficiencia reproductiva.

	SOMBRA	SOL
<b>N° inseminadas</b>	14	15
<b>N° repeticiones</b>	5	6
<b>Servicios por concepción</b>	2,4	4,2
<b>N° Preñadas</b>	8	5
<b>% Preñez</b>	57 ns	33 ns

ns No difieren estadísticamente ( $P > 0,10$ )

Como conclusión podemos afirmar que la sombra reduciría el estrés calórico lo suficiente como para minimizar en verano la depresión de la fertilidad en el ganado lechero, como lo citaran (Ingraham *et al.*, 1974; Seath y Staples, 1944; Stott *et al.*, 1972; Stott y Wiersma, 1974; Thatcher, 1974; Vincent, 1972).

#### **4.3.6. Comportamiento de pastoreo.**

La temperatura máxima que se registró durante las 24 horas en que se realizó la observación del comportamiento de pastoreo (7 y 8 de febrero) fue de 32,6 °C, con 16 horas donde el ITH superó el valor crítico, alcanzando un valor máximo de 80 a las 17 horas. El patrón diario de actividad de pastoreo fue similar para los grupos a la sombra y al sol; solamente se observa un mayor consumo entre las 15 y 16 horas aproximadamente del grupo a la sombra y a las 9 horas del grupo al sol (apéndice 24). La diferencia que se da a las 9 de la mañana es debido a que el grupo a la sombra a partir de las 8:30 comienza a dejar el pastoreo para ir en busca de sombra. En cambio el grupo al sol a esa misma hora igualmente se retira del pastoreo para tomar agua, pero luego regresan al sorgo en donde continúan pastoreando durante 1 hora más aproximadamente (apéndice 24). A partir de las 10 de la mañana este grupo nuevamente se retira hacia el bebedero.

El cese del pastoreo que se da a partir de las 19 horas hasta la 1 de la mañana en el lote al sol, se debe a que se encontraban encerradas en el corral hasta el momento del ordeño, no así el grupo a la sombra que como se mencionara anteriormente (sección 3.6) tenían acceso a campo natural (apéndice 24).

Las vacas que no tenían sombra pasaban más tiempo paradas (apéndice 25). Lo que marca ésta diferencia es el tiempo comprendido entre las 9 y 12:30 Hs., reuniéndose alrededor del bebedero; esto no se observó en el grupo a la sombra ya que luego de consumir agua se dirigían al bosque donde la mayor parte del tiempo permanecían echadas, coincidiendo con el ensayo de Muller *et al.*, (1994) (apéndice 26).

A pesar de que el lote al sol permanecía encerrado durante 4 a 5 horas aproximadamente previo a los ordeños, no hubo diferencias en el tiempo total dedicado al pastoreo. Esto también fue observado en el ensayo realizado por Gallardo, (1994).

El apéndice 24 muestra claramente que todos los animales experimenta un pico de consumo después de cada ordeño. No se vio que el nivel del ITH afectara estos picos de consumo, ya que luego del primer ordeño el ITH se encuentra en un valor de 79-80 y luego del segundo ordeño en 70-71; o sea en el primer caso bajo condiciones de estrés alto y en el segundo sin condiciones de estrés.

A cada pico de consumo le sigue un pico de rumia que presenta una importante diferencia en tiempo y número de animales entre los grupos sombra y sol durante la mañana (apéndice 27). Al igual que en el trabajo de Muller *et al.*, (1994), encontramos que en los momentos dedicados a la rumia la mayor parte de los animales permanecen echados; esto es mas importante en los animales a la sombra.

Si bien es cierto que hay muy baja actividad de pastoreo entre las 8 y 16 Hs, como citara Johnston, (1958) y Hafez, (1978), creemos que esto está muy determinado por el manejo que se realizó a los animales, en cuanto a los momentos de ordeñe, las horas que permanecían encerrados previo a cada ordeñe y por lo tanto, las horas que efectivamente los animales podían pastorear.

#### 4.3.7. Resultados de producción según etapa de lactancia.

En éste ítem se tratará de cuantificar el efecto del estrés calórico sobre los resultados de producción y composición de la leche, para vacas de primer y segundo tercio de lactancia.

Se aplicó el modelo estadístico 2 (apéndice 28) en forma separada por etapa de lactancia. Los bloques pertenecientes a cada tercio de lactancia se muestran en el apéndice 13, en dónde el primer tercio (0-100 días) se analizó con los bloques 5, 6 y 7; el segundo tercio (100-200 días) los bloques 4, 9 y 10. Es importante aclarar que éstos son días de lactancia al momento en que se realizó el bloqueo (30/11/95). A continuación se presentan los datos estadísticos para los cuatro tratamientos.

Cuadro 21. Medias ajustadas para distintas variables de producción según tercio de lactancia (Modelo 2).

	Primer tercio			Segundo tercio		
	Prod. leche (L/V/día)	% Grasa (%/V/día)	% Prot (%/V/día)	Leche (L/V/día)	% Grasa (%/V/día)	% Prot (%/V/día)
<b>Som alto</b>	22,9 a	3,64 a	2,99 a	20,5 a	3,52 ad	3,17 a
<b>Sol alto</b>	22,4 a	3,39 b	2,84 b	16,8 b	3,67 ae	3,13 a
<b>Som bajo</b>	17,9 b	3,47 ad	3,09 d	19,1 d	3,65 cde	2,99 c
<b>Sol bajo</b>	17,3 b	3,68 ac	2,94 ac	13,9 c	3,92 b	3,57 b

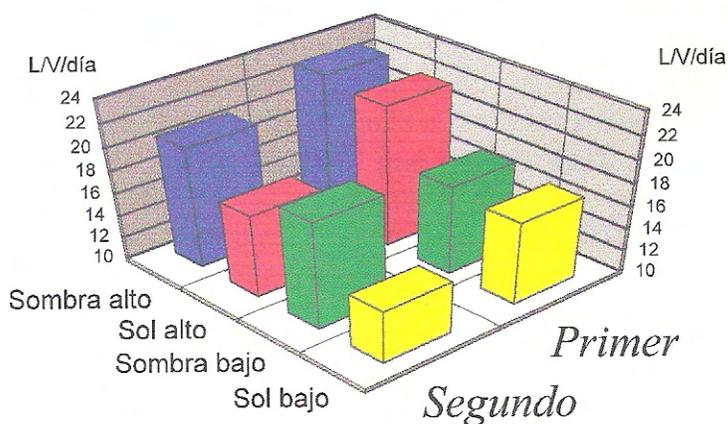
*Letras distintas difieren estadísticamente con  $P < 0,10$*

Para las vacas en primer tercio de lactancia no existió efecto de la sombra tanto para alto como para bajo nivel de suplementación; no hubo interacción entre fecha por tratamiento, o sea que los resultados de cada tratamiento se comportaron de igual forma durante todo el ensayo (apéndice 28). De todas maneras se logró mayor producción de leche en los tratamientos a la sombra con respecto a los tratamientos al sol que se situó en el orden de 0,5 y 0,6 L/V/día para alto y bajo nivel de concentrado respectivamente. Para las vacas de segundo tercio existió un claro efecto de la sombra para los 2 niveles de suplementación encontrándose diferencias ( $P < 0,10$ ) entre sombra y sol de 3,7 y 5,2 L/V/día para alto y bajo nivel de suplementación respectivamente (cuadro 21). Si bien

esto es así el modelo estadístico 2 nos muestra que existe interacción fecha por tratamiento, por lo tanto la magnitud de ésta diferencia no siempre es igual (apéndice 28).

En la figura 24 se describen las respuestas en producción de leche para los diferentes tratamientos, en dónde se puede observar que el nivel de concentrado no afectó la respuesta a la protección para los animales en primer tercio de lactación, ya que como se mencionó anteriormente las diferencias en producción al comparar los distintos niveles de protección con igual nivel de concentrado son prácticamente iguales. En cambio para los animales en segundo tercio hubo un efecto del concentrado sobre la respuesta a la protección.

Figura 24. Respuesta en producción de leche para primer y segundo tercio de lactancia (*medias ajustadas*).



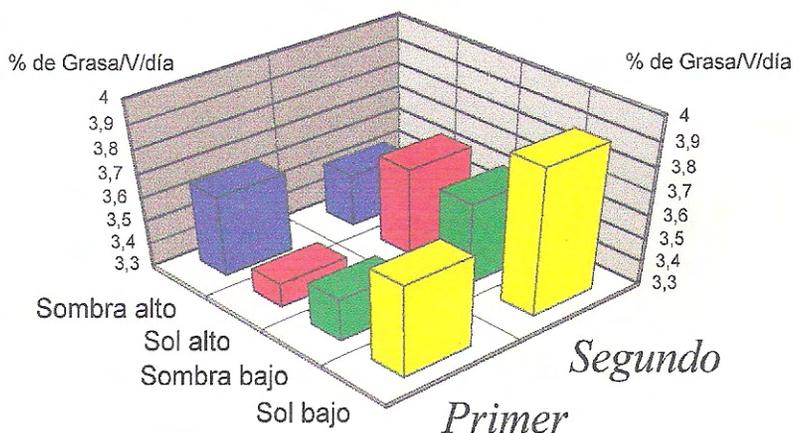
La respuesta al acceso a sombra en producción de leche para las vacas del primer tercio de lactancia no coincide con lo citado por Gallardo *et al.*, (1994), ya que para los animales con alto nivel de producción no existió efecto del estrés calórico que produjera la merma esperada en producción de leche. Esto mismo ocurrió para los animales con bajo nivel de producción. En vacas de segundo tercio la respuesta se da exactamente al revés de lo que mencionan Gallardo *et al.*, (1994) viéndose que existió una merma en leche mayor en los tratamientos con bajo nivel de suplementación con respecto a lo de alto. Hay que destacar que las vacas de segundo tercio del tratamiento sombra bajo produjeron más leche que las vacas del mismo tratamiento pero que se encuentran en el primer tercio de lactancia, lo cual no está dentro de lo esperado debido a que los

animales de primer tercio se encuentran fisiológicamente con mayor potencial (cuadro 21 y figura 24).

Existió una alta respuesta a la suplementación en vacas de primer tercio al pasar de 3 a 8 Kg. de suplemento lográndose un incremento de 5 y 5,1 L/V/día para sombra y sol respectivamente. Esto quiere decir que existió una respuesta de 1 L/Kg. de suplemento adicional para los 2 casos. En cambio para los animales de segundo tercio, la respuesta fué menor siendo del orden de 1,4 y 2,9 L/V/día para sombra y sol respectivamente. Para las vacas a la sombra se obtuvo una respuesta de 0,28 L/Kg. adicional de suplemento mientras que al sol fué de 0,58 L/Kg. de suplemento adicional. Las mayores respuestas a la suplementación que se encontraron en vacas con menos días de lactancia está dentro de lo esperado, ya que a medida que transcurre la lactancia la respuesta en producción de leche es menor.

En el porcentaje de grasa para los animales que se encuentran en el primer tercio de lactancia existieron diferencias ( $P < 0,10$ ) entre los tratamientos con y sin sombra y con alto nivel de suplementación (3,64% y 3,39% respectivamente). En cambio para los tratamientos con bajo nivel de suplementación no existieron diferencias ( $P > 0,10$ ) entre sombra y sol (cuadro 21, figura 25) coincidiendo con lo encontrado por Johnston, (1958) y Roman-Ponce *et al.*, (1977). En las vacas que se encuentran en el segundo tercio la respuesta fué al revés que para las vacas de primer tercio, ya que existen diferencias entre sombra y sol con bajo nivel de suplementación (3,65% y 3,92% respectivamente). Esta respuesta al tratamiento sol bajo en el mayor porcentaje de grasa se debería a que disminuye mucho más la producción de leche comparado con sombra bajo lo que provoca un efecto de dilución, pero si comparamos los Kg. de grasa (0,7 Kg./V/día a la sombra y 0,54 Kg./V/día al sol), vemos que la sombra provoca mayor rendimiento en ésta variable. En cuanto a los tratamientos con alto nivel de suplementación, no se observaron diferencias (cuadro 21, figura 25)

Figura 25. Respuesta en porcentaje de grasa para primer y segundo tercio de lactancia (medias ajustadas).

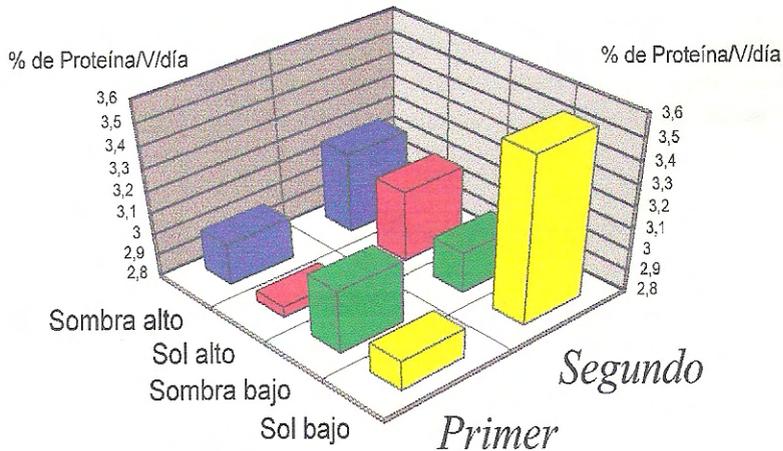


Existió interacción en fecha por tratamiento ( $P < 0,10$ ) para las vacas de primer tercio de lactancia, mientras que no lo hubo para las de segundo tercio (apéndice 28). En otras palabras, la respuesta a los tratamientos para las vacas de segundo tercio fue siempre igual, en cambio para las vacas de primer tercio de lactación las respuestas variaron a lo largo del ensayo.

El porcentaje de proteína para los animales en primer tercio de lactación muestra una diferencia ( $P < 0,10$ ) entre la sombra y el sol tanto para alto como para bajo nivel de suplementación. En las vacas de segundo tercio no existió diferencias ( $P > 0,10$ ) para los tratamientos con alto nivel de suplementación, para los de bajo nivel, existieron diferencias ( $P < 0,10$ ) entre sombra y sol (cuadro 21).

Los porcentajes de proteína para los tratamientos con menor nivel de suplementación son mayores a los de alto nivel de suplementación para las vacas de primer y segundo tercio de lactancia, lo que atribuimos a un efecto de dilución (cuadro 21, figura 26).

Figura 26. Respuesta en porcentaje de proteína para primer y segundo tercio de lactancia (*medias ajustadas*).



El alto porcentaje de proteína que se encuentra en el tratamiento sol bajo para las vacas de segundo tercio se debe al bajo nivel de producción alcanzado (cuadro 21).

De ésta manera queda demostrado para éste ensayo, que la sombra tuvo mejor impacto en producción de leche y rendimiento total de grasa y proteína, en vacas con parición otoño-invernal, no lográndose efectos importantes en vacas de parición de primavera. Sin embargo la tendencia es clara en todos los casos, la sombra mejora las condiciones para producir leche en verano. Coincidiendo con Bray *et al.*, (1992) podemos decir que la sombra por sí sola no es suficiente para aliviar el efecto del estrés calórico lo que indica que se debe seguir investigando para complementar con otros sistemas de enfriamiento como ventiladores, aspersión, etc. De cualquier manera la sombra seguirá siendo, para nuestras condiciones, la metodología más barata para brindar confort al animal.

## **5. CONCLUSIONES.**

La sombra natural proporciona un ambiente de mayor confort térmico, lográndose temperaturas en el cuerpo negro inferiores con respecto a áreas sin sombreado. De cualquier manera en verano, la sombra natural por sí sola, no logra bajar la temperatura ambiente a niveles comprendidos dentro del rango óptimo para producción de leche.

El nivel de suplementación minimiza el efecto del estrés térmico. Cuando se utiliza un concentrado que provoque una "dieta fría", suministrado a razones elevadas por animal por día se pueden lograr niveles de producción elevados sin tener acceso a sombra.

En condiciones de estrés térmico (cuantificado a través del ITH) se activan los mecanismos de disipación del calor a través de un aumento en el ritmo respiratorio, lográndose diferencias significativas en comparación con los animales de la sombra los cuales alcanzaron tasas respiratorias menores para todos los días estudiados.

Como consecuencia de la exposición de las vacas a altas temperaturas se encontraron temperaturas rectales significativamente mayores durante el día. Estos animales tienen, durante la noche, un período prolongado de recuperación térmica en donde logran bajar la temperatura corporal a niveles significativamente menores comparado con las vacas con acceso a sombra.

Existe una clara tendencia a obtener mejor eficiencia reproductiva en los animales con acceso a sombra. La exposición de los animales a altas temperaturas sin acceso a sombra provocó mayores índices de servicios por concepción y menores porcentajes de preñez. Si bien éstas diferencias no son estadísticamente significativas, esto se debería a la baja población estudiada para esta variable y a la poca sensibilidad del análisis estadístico.

Los valores obtenidos de ITH suponen que esta zona no es extremadamente limitante para la producción de leche, existiendo grandes variaciones entre días y dentro del día, determinando de ésta manera que las vacas no se encuentran constantemente bajo condiciones de estrés. Es importante aclarar que éstos son los datos para un verano y que únicamente sucesivas investigaciones aportarán datos complementarios a los de ésta tesis para caracterizar el ambiente de la zona norte y buscar maximizar los niveles de producción a obtener en verano.

## 6. RESUMEN

En el establecimiento “Los Charabones” de la firma Elsa Maldini de Azanza e hijos (Estación Itapebí - Departamento de Salto), en el período 12/12/95 - 12/2/96, se realizó un ensayo con 48 vacas lecheras (4 tratamientos y 12 repeticiones) con el objetivo de evaluar el efecto de la disponibilidad de sombra natural (monte de Eucalyptus 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. Con ésta alternativa se intenta lograr una aproximación a los niveles potenciales de producción de leche a obtener en verano. Se utilizó sorgo forrajero en pastoreo directo no limitante, un concentrado con 16% de PC., 1,75 Mcal ENL y entre los componentes un 7% de grasa provocando de ésta manera una “dieta fría”. Los 4 tratamientos surgen de un arreglo factorial con 2 niveles de protección (con acceso a sombra y sin acceso a sombra) y 2 niveles de suplementación (3 y 8 Kg./Vaca/día). La producción de leche fue afectada significativamente ( $P < 0,10$ ) cuando el nivel de suplementación fué bajo siendo un 8,8% mayor a la sombra; no se encontraron diferencias ( $P > 0,10$ ) para alto nivel de concentrado. El rendimiento en grasa se vió afectado significativamente ( $P < 0,10$ ) siendo mayor a la sombra para ambos niveles de suplementación. La respuesta en rendimiento de proteína presenta una tendencia a ser mayor a la sombra con diferencia ( $P < 0,10$ ) para bajo nivel de concentrado, no encontrándose diferencias ( $P > 0,10$ ) para alto. La sombra provocó cambios en las respuestas fisiológicas, existiendo diferencias ( $P < 0,01$ ) para ritmo respiratorio siendo menor a la sombra, así como también menores temperaturas rectales diurnas ( $P < 0,05$ ) y nocturnas ( $P < 0,10$ ). No se encontraron diferencias en el peso vivo y recuento de células somáticas entre los tratamientos ( $P > 0,10$ ). La eficiencia reproductiva muestra un claro efecto del estrés calórico sobre la tasa de concepción. Si bien las diferencias no son significativas ( $P > 0,10$ ) los porcentajes muestran que el mejor confort animal repercute en mejores porcentajes de preñez (57% a la sombra y 33% al sol). No se encontraron diferencias ( $P > 0,10$ ) en producción de leche en vacas paridas en primavera. En vacas de parición otoño-invierno la diferencia ( $P < 0,10$ ) a favor de la sombra fué de 3,7 y 5,2 L/V/día para alto y bajo nivel de suplementación respectivamente. Para producción y composición de la leche se observa una fuerte interacción entre el acceso o no a sombra y los distintos niveles de suplementación, determinando que el estrés calórico se debe evitar fundamentalmente por dos vías: mejorar el confort térmico de los animales y proporcionarles una dieta con menor contenido de fibra para provocar menor incremento calórico.

## 7. SUMMARY

A shade trial involving 48 lactating dairy cows (9 treatments and 6 repetitions) was carried out at a particular dairy in "Estación Itapebi, Departamento de Salto, Uruguay", in the period 12/12/95 - 12/2/96, to evaluate the effect of the natural shade (mount of Eucalyptus sp.) and supplementary concentrate level of milk yield, milk composition, respiration rate, rectal temperature, dairy feeding activities and body weight. This alternative tried to achieve an approach to the potential milk yield level to obtain in summer. The animals were fed *ad libitum* sorghum pasture directly grazed, a concentrate with 16% of CP, 1,75 Mcal NEL and 7% of fat causing one way of this "cold diet". The 4 treatments result from the 2 x 2 factorial design with 2 levels of supplementary concentrate (3 and 8 Kg./cow/day as it). Significant interactions between protection and concentrate level were recorded for milk yield and fat ( $P < 0,10$ ). Significant differences in milk yield ( $P < 0,10$ ) were recorded when the concentrate level was lower, begin an increase of 8,8% in milk yield, there were no differences ( $P > 0,10$ ) for high level of concentrate.

The fat humidity it was affected significantly ( $P < 0,10$ ), being higher in shade for both levels of concentrate. The protein humidity was affected significantly ( $P < 0,10$ ), when the concentrate level were lower; with 8 Kg./cow/day there were not differences ( $P > 0,10$ ). The shade causes lower respiration rate and dairy rectal temperatures ( $P < 0,10$ ). The nocturnal rectal temperature was significantly higher than the not-shade treatments ( $P < 0,10$ ). There were no differences ( $P > 0,10$ ) in the body weight and recount of somatic cells between the treatments. The reproductive performance shows a clear effect of thermal stress on the rate of conception. Although the differences are not significant ( $P > 0,10$ ), the percentages show that the better animal comfort rebounds in better percentages of pregnancy (57% in the shade and 33% in the sun). They were no differences ( $P > 0,10$ ) in milk yield in cows birth in spring. In autumm-winter birth cows, the difference ( $P < 0,10$ ) between shade and no-shade treatments were 3,7 and 5,2 L/cow/day for high and low level of concentrate respectively. For milk yield and composition of milk it was observed a strong interaction between the acces or not to natural shade and the different levels of concentrate, determining that the thermal stress should be avoided fundamentally by two ways: improving the thermal comfort of the animals, and feed them a diet that containing less fiber in order to cause a minor caloric increasment.

## **8. BIBLIOGRAFIA**

1. ACOSTA, Y. M.; MIERES, J. M. y DURAN, H. 1984. Comparación de sudangras y maíz para la producción de leche bajo pastoreo. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Investigaciones Agronómicas. 5 (1): 75-77.
2. ARTOLA, A. y CARAMBULA, M. 1978. Comportamiento de cultivares de sorgo para ensilar. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay, (Segunda época) nº.11:33-39.
3. BALLE, C. and FORBES, J. 1974. Control of feed intake and regulation of energy balance in ruminants. *Physiol. Rev.* 54:160
4. BADINGA, L.; THATCHER, W. W.; DIAZ, T.; DROST, M.; and WOLFENSON, D. 1993. Effect of environmental heat stress on follicular steroidogenesis and development in lactating Holstein cows. *Theriogenology* 39: 797.
5. BEEDE, C. and COLLER, R. 1986. Potential nutritional strategies for intensity manage cattle during thermal stres. *Journal of Animal Science.* 62:2.
6. BERMAN, A. and WOLFENSON, D.1992. Environmental modification 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.
7. BOEVER, J. L. 1983. Comparation of digestibility and yield of sowe Maize cultivars. *Revue d'Agriculture*, 36 (6): 1683-1690. (Original no consultado: compendiado de *Herbage Abstracts* 54 (8): 2628. 1984.
8. BOND, T. E. 1967. Microclimate and livestock performances in hot climates. In Shaw, R. H. ed. *Ground level climatology.* AAAS. Publ. 86: 207-220.
9. BRAY, D. R.; BEEDE, D. K.; BUCKLIN, R. A. and 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.
10. BROSTER, W. H.; BROSTER, V. G. and SMITH, T. 1969. Experiment on the nutrition of the dairy heifer. VIII. Effect on milk production on level of feeding at two stages of lactation. *Journal of Agricultural Science.* 72: 229-245.

11. BUCKLIN, R. A.; BEEDE, D. K., and 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.
12. BUNTING, E. S. 1966. Corn: one crop the forage alternative in England. *Outlook in Agriculture*, 5 (3):35-40
13. CARAMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp 243-271.
14. COLLIER, R. 1985. Nutritional, metabolic and environmental aspects of lactation. In Larson, L. ed. Lactation. Iowa State University Press/Ames. 275p.
15. COMERON, E.; ANDREO, N. y QUALNO, 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.
16. COPPOCK, C., and WEST, J. 1987. Feeding systems for relieving heat stress: minerals and vitamins. Proc. S. W. Nutr & Mgt. Conf. Tempe, A.Z. 79p.
17. CORTABARRIA, E. S. 1980. Estudio comparativo de sorgo híbrido y sudangrás para producción de leche. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 108p.
18. DAVISON, T. M. and SILVER, B. A. 1986. Influence of shade on milk production of Friesian cows in a tropical upland environment. (Original no consultado; compilado Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. Abstract 16:408)
19. -----; SILVER, B.; LISIE, A. and ORR, W. 1988. The influence of shade on milk production of Holstein-Friesian cows in Tropical upland environment. *Aust. J. of Exp. Agric.* 28:149.
20. 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. University of Florida. Gainesville, Fl. 32611. USA.

21. DEMARQUILLI, C.; ANDRIEU, J. et SAUVANT, D. 1974. Tableaux de la valeur nutritive des aliments. In INRA. Paris. Alimentation des ruminants. 519p.
22. DE SAIBRO, J. C., MARARCHIN, G. E. y BARRETO, L. I. 1976. Avaliação do comportamento e produção de cvs. de Sorgo, Mais e Milheto do Rio Grande so Sul. Anuario Técnico do Instituto do Pesquisas Zootécnicas Francisco Osorio, (Brasil), 3:290-304.
23. DROST, M.; THATCHER, M-J. D., CANTRELL, C.K.; WOLFSDORF, K. E.; HASLER, J.F.; and THATCHER, W.W. 1994. Conception rates after artificial insemination or transfer of frozen/thawed embryos to lactating dairy cows during summer in Florida. *Journal of Animal Science* 72(1) 380
24. DURAN, H. 1978. Evaluación de pasturas para producción de leche mediante el uso de registros de pastoreo. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Estación Experimental La Estanzuela. Miscelánea nº. 18.
25. ----- . 1982. Uso de concentrados con vacas lecheras en pastoreo. Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica, Santiago, Chile (Mecanografiado). 26 p.
26. EALY, A.D.; DROST, M; and HANSEN, P.J. 1993. Developmental changes in embryonic resistance to adverse effects of maternal heat stress in cows. *Journal of Dairy Science* 76:2889.
27. EL-NOUTY, F.; ELBANNA, I.; DAVIS, T. and JOHNSON, H. 1980. Aldosterone and ADH responses to heat and dehydration in cattle. *J. Appl. Physiol. Resp. Environ. Exerc. Physiol.* 48:249.
28. FAGGI, D. 1976. Utilización de pasturas en ganado lechero. In 2do. Seminario de Producción Lechera. Paysandú. Trabajo presentado en Paysandú. Ministerio de Educación y Cultura. 1976.
29. ----- . y DURAN, H. 1975. Producción de leche bajo pastoreo de un sorgo forrajero, alfalfa y la mezcla de ambos cultivos. In. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Proyecto Nacional de Lechería. Informe anual, pp 9-11.

30. FERNANDEZ, C. E. Y RIVOIR, P. 1995. Efecto de la oferta de forraje por animal y del nivel de suplementación de concentrados sobre el consumo de ensilaje, la producción y composición de la leche y la variación de peso y la condición corporal en vacas lecheras. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía.
31. FERNANDEZ, D.H. y MOLINARI, C.E. 1978. Evaluación de las lactancias según la época de parición. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 113 p.
32. FLAMENBAUM, I. 1986. Cría de ganado lechero en zonas cálidas. Israel. Servicio de Extensión. Departamento de Ganadería. Ministerio de Agricultura.
33. -----; WOLFENSON, D.; MAMEN, M. and BERMAN, A. 1986. Cooling dairy cattle by a combination of sprinkling and forced ventilation and Its implementation in the shelter system. *Journal of Dairy Science* 69:3140-3147.
34. ----- . 1994. Factores que afectan la producción lechera en la zona norte. Uruguay. Comisión Honoraria del Plan Agropecuario. Informe de Consultoría.
35. GALLARDO, M. 1995. Una buena sombra significa mas leche. *La Propaganda Rural*. (Uruguay) 1468: 16-19.
36. ----- y VALTORTA, S. 1995. El estrés por calor en vacas de alta producción: claves para el manejo nutricional. *In* Jornada 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.
37. -----; CASTRO, H. y CASTILLO, A. 1994. Estrategias de alimentación y manejo de las pasturas en verano. *In* Curso de Actualización sobre Alimentación de Ganado Lechero, (Salto, 1994). Trabajos presentados. Salto, Estación Experimental de Facultad de Agronomía en Salto.sp.
38. GEYMONAT, F. E. 1992. Efecto de la presión de pastoreo y de la suplementación concentrada en vacas Holando de producción de primavera sobre pasturas con sudangras. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 206p.

39. GOMEZ DE FLEITAS, A. E. y DESAIBRO, J. C. 1976. Digestibilidad "in vitro" e proteínas de cvs. de Sorgo e Milheto forrageiros para pastejo. Anuario do Instituto do Pesquisas Zootécnicas Francisco Osorio, (Brasil). 3:317-330.
40. GOROSITO, R. 1994. Estrés por calor en el tambo. Super Campo. 1(3):10-12
41. HAFEZ, E. 1973. Adaptación de la conducta. In Hafez, E. S. E. ed. Adaptación de los Animales Domésticos. Barcelona, España. Labor. 15: 274-291.
42. HAHN, L. 1969. Predicted versus measured production differences using summer air conditioning for lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 58:800.
43. HAHN, G. L. 1981. Housing and management to reduce climatic impacts on livestock. Journal of Animal Science. 52:175
44. HANSEN, P. J.; TATCHER W. W. and EALY A. D. 1992. Methods for reducing effects of heat stress on pregnancy. In Van Horn, H. H. and Wilcox, C. J. , eds. Large dairy herd management. American Dairy Science Association. 14: 116-125.
45. HARRIS, D. L.; SHRODE, R. R.; RUPEL, Y. W. and 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.
46. HER, E.; WOLFENSON, D.; FLAMENBAUM, I.; FOLMAN, Y.; KAIM, M. and BERMAN, A. 1988. Termal, productive, and reproductive responses of high yielding cows exposed to short-term cooling in summer. Journal of Dairy Science 71: 1085-1092.
47. HERNANDEZ, O. A. y 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, Buenos Aires, (Argentina), Serie 2, Biología y Producción Vegetal, 6(7):131-144.
48. HIGGINBOTAM, G.; TORABI, M., and HUBER, J. 1989. Influence of dietary protein concentration and degradability on performance of lactating cows during hot environmental temperatures. Journal of Animal Science 72: 2554

49. HUBER, J. 1990. Alimentação de vacas de alta produção sobre condições de "stress" térmico. *In* Sociedade Brasileira de Zootecnia. Bovinocultura leiteira. Piracicaba: FEALQ. 153p.
50. INGRAHAM, R. H.; GILLETTE, D. D. and 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
51. JACOBSEN, K. L. 1996. Importancia económica del bienestar animal. *Super Campo (Argentina)*. 2 (17):13-16
52. JOHNSON, J. C. 1962. Estudios on the effect of shade , fans and sprinklers on summer milk production. Dairy Field Day mimeo. November 1 to 2, University of Florida.
53. JOHNSTON, J. E. 1958. The effects of high temperatures on milk production. *Journal of Heredity* 49 (2):65-68.
54. KACHELE, T. 1970. El sorgo como alimento. *La Estanzuela, Investigación Agrícola, (Uruguay)*, nº.5:1-4.
55. KACHELE, T. y DE LEON, J.E. 1983. Evaluación de cultivares de maíz para ensilar. Producción de materia seca, composición de la planta y composición química de los forrajes en tres fechas de corte. *In* Reunión Técnica de la Facultad de Agronomía, (Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados.
56. KAMAL, T. and JOHNSON, H. 1970. Whole body 40k loss asa a predictor of heat tolerance in cattle. *Journal of Dairy Science*. 53:1734.
57. LEBORGNE, R. y BUZZY, A. 1978. Urea y concentrados como suplementación de vacas lecheras pastoreando el sorgo híbrido Sudax SX-11. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Pasturas IV. pp 216-217.
58. LEAVER, J. D. 1985. Effects of suplement on herbage intake and performance. *In* Frame, J. ed. *Grazing British Grassland Society. Ocasional Symposium*. :79-88
59. LEDESMA, M.; VIDART, D. y CARRILLO, P. 1995. Producción ganadera durante los meses calurosos. s.n.t.

60. LENNA, J. 1996. Consumo en ruminantes en pastoreo. In Jornada de Capacitación Técnica. (1996, Trinidad, Uruguay). Plan Agropecuario.
61. LESSER, A. 1995. Alternativas para atenuar los inconvenientes que provocan las altas temperaturas del verano en las vacas lecheras. Infortambo. (Argentina) 72: 52-54.
62. LITTLE, W. and SHAW, S. R. 1978. A note on the individuality of the intake of drinking water by dairy cows. *Animal Production*. 26: 225.
63. LUIZZI, D. y CARRASCO, P. 1978. Fisiología del rendimiento en grano de los cereales. Paysandú, Facultad de Agronomía, EEMAC. (Repartido mimeografiado)
64. MANEJO de sorgos forrajeros. Chacra y Campo Moderno. (Argentina). 1984:26-32.
65. MESA, L.; PICCININO, F. y TASENDE, P. 1988. Evaluación de sorgo y maíz para producción de leche. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 282 p.
66. MIERES, J.; ACOSTA, Y.; DURAN, H. 1984. Comparación de sudangras y maíz en dos estados fisiológicos contrastantes para la producción de leche bajo pastoreo. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Investigaciones Agronómicas. 6 (1): 68-71.
67. MOLITERNO, E. 1981. Epoca de siembra en verdeos de verano. In Reunión Técnica de la Facultad de Agronomía. (Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados.
68. MULLER, C. J. C.; BOTHA, J. A. and SMITH, W. A. 1994. Effect of shade of various parameters of Friesioan cows in a Mediterranean climate in South Africa. *South African Journal Animal Science* 24(2) 61:66.
69. NAUFEL, F. 1965-66. Efeitos de alguns factores ambientais e genéticos na produção de leite e de gordura do rebanho animal de Sao Paulo. *Boletim de Industria Animal (Brasil)* 23:21-54.
70. ORCASBERRO, R. 1992. Suplementación con vacas lecheras. In Jornada Regional de Lechería. (Paysandú, Uruguay). Centro Agronómico Regional Paysandú. 16 p.

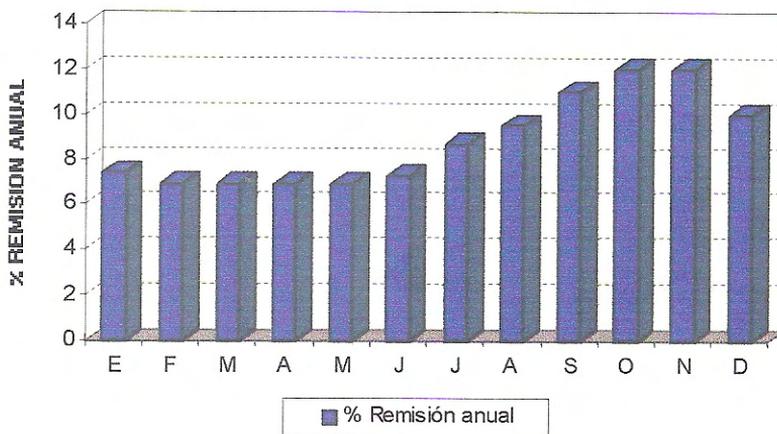
71. PARKHIE, M.R., GILMORE, L.O. and FECHHEINER, N.S. 1966. Effect of sucesive lactations gestions and season of calving on constitutens of cows milk. *Journal of Dairy Science* 49(11):1410-1415
72. PEREIRA, E. *et al.* 1976. Manejo em Milheto e Sorgo para pastejo. *Anuario Técnico do Instituto do Pesquisas Zootécnicas Francisco Osorio, (Brasil)*, 3:305-316.
73. PEREZ ARRARTE, L. 1984. El maíz en el tambo. *Revista del Plan Agropecuario, (Uruguay)*, nº 31. pp 36-38.
74. PUTNEY, D. J.; MULLINS, S.; THATCHER, W. W.; DROST, M.; and GROSS, T. S. 1989. Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed to elevated temperatures between the onset of estrus and insemination. *Animal Reproduction Science*. 19:37-51.
75. ROMAN-PONCE, H.; THATCHER, W. W.; BUFFINGTON, D. E.; WILCOX, C. J., and VAN HORN, H. H. 1977. Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a Subtropical environmet. *Journal of Dairy Science* 60(3):424-430
76. RYAN, D. P.; BOLAND, M. P.; KOPEL, E.; ARMSTRONG, D.; MUNYAKAZI, L.; GODKE, R. A. and INGRAHAM, R. H. 1992. Evaluating two different evaporative cooling management system for dairy cows in a hot, dry climate. *Journal of Dairy Science* 75: 1052-1059.
77. -----; PRICHARD, J. F.; KOPEL, E; and GODKE, R. A. 1993. Comparing early embryo mortality in dairy cows during hot and cool seasons of the year. *Theriogenology* 39:719.
78. SANTINI, F. y DINI, C. 1985. Tasa de pasaje y extensión de la digestión de la pared celular de un sorgo forrajero en dos diferentes estados de crecimientos. *Montevideo, IICA-PROCISUR. (Diálogo 10)*.
79. SARGENT, F. D., BUTCHER, K. R. and LEGATES, J. E. 1967. Envairomental influences on milk-constituents. *Journal of Dairy Science* 50 (2):177-184.
80. SEATH, D. M. and STAPLES, C. H. 1944. Some factor influence the reproductive efficiency of Louisiana herds. *Journal of Dairy Science* 24:510.

81. SHAVER, R. 1993. T.M.R. strategies for transition feeding of dairy cow. *In* 54th Minnesota Nutrition Conference and National Renderers Technical Symposium (1993). Minnesota Extension Service eds. Bloomington, Minnesota. pp 163-184.
82. SHEARER, J. K.; BEEDE, D. K. and BUCKLIN, R. A. 1991. Environmental modification to reduce heat stress in dairy cattle; Heat Stress: part 3. *Agri-Practice*. 12(4): 7-18.
83. SHUTZ, T. A. 1992. Animal behavior related to physical facilities. *In* Van Horn, H. H. and Wilcox, C. J., eds. Large dairy herd management. American Dairy Science Association. 67: 664-671.
84. STOTT, G. H.; WIERSMA, F., and WOODS, J. M. 1972. Reproductive health program for cattle subjected to high environmental temperatures. *Journal of American Veterinary and Medicine Association*. 161:1339.
85. -----, and WIERSMA, F. 1974. Response of dairy cattle to and evaporative cooled environment. *Proc. Int. Livestock Environment Symposium*. ASAE SP-0174:88.
86. SYRSTAD, O. 1965. Studies of dairy herd records. II. Efect of age and season of calving. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 15:31-64.
87. THATCHER, W. W. 1974. Effect of season, climate, and temperature on reproduction and lactation. *Journal of Dairy Science* 57 (3):360-368.
88. THATCHER, W. W. y 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.
89. UTLEY, P. R.; BRADLEY, N. W. and BOLING, J. A. 1970. Effect of restricted water intake, nutrient digestibility and nitrogen metabolism in steers. *Journal of Animal Science*. 31: 130.
90. VALTORTA, S.E. 1994. Efectos del ambiente sobre la producción lechera. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela.

91. VASALLO, C. 1972. Efecto de la época de parto y número de lactancia sobre el rendimiento de la lactancia. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 70p.
92. VELARDO, A. 1976. Utilidad del control lechero. Revista del Plan Agropecuario (Uruguay) n°. 8:10-11.
93. VINCENT, C. K. 1972. Effects of season and high environmental temperature on fertility in cattle. A review. Journal of American Veterinary and Medicine Association. 161:1333.
94. WARREN, W.; MARTZ, F.; ASAY, K.; HILL DER BRAND, E.; PAYNE, C. and VOGT, J. 1974. Digestibility and rate of passage by steers fed tall fescue, alfalfa and orchardgrass hay in 18 and 32°C ambient temperatures. Journal of Animal Science. 60:424.
95. WEDIN, W. F. 1970. Digestible dry matter, crude protein and dry matter yield of Grazing-Type Sorghum, Cultivars as affected by Harvest frequency. Agronomy Journal, 62 (3):359-362.
96. WOLFENSON, D.; FLAMENBAUM, I. and BERMAN, A. 1988a. Dry period heat stress relief effects on prepartum progesterone, calf birth weight, and milk production. Journal of Dairy Science 71 (3): 809-818.
97. -----; FLAMENBAUM, I. and BERMAN, A. 1988b. Hyperthermia and body energy store effects on estrous behaviour, conception rate, and corpus luteum function in dairy cows. Journal of Dairy Science 71 (12): 3497-3504
98. -----; THATCHER W. W.; BADINGA, L.; SAVIO, J.D.; MEIDAN, R.; LEW, B. J.; BRAW-TAL, R. and BERMAN, A. 1995. Effect of heat stress on follicular development during the estrous cycle in lactating dairy cattle. Biological Reproduction. 52:1106.
99. YOUSEF, L.; HAHN, L. y JOHNSON, H. D. 1973. Adaptación del ganado vacuno. *In* Hafez, E. S. E., ed. Adaptación de los animales domésticos. Barcelona, España. 17: 317-333.

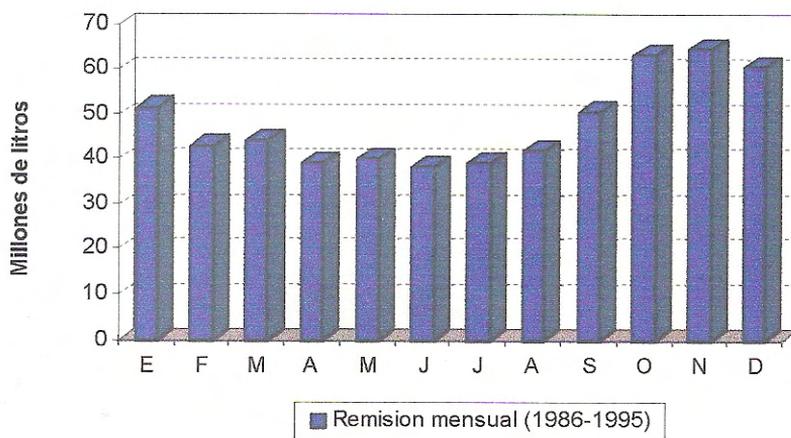
## 9. APENDICES

Apéndice 1. Remisión de leche a plantas de la zona norte.

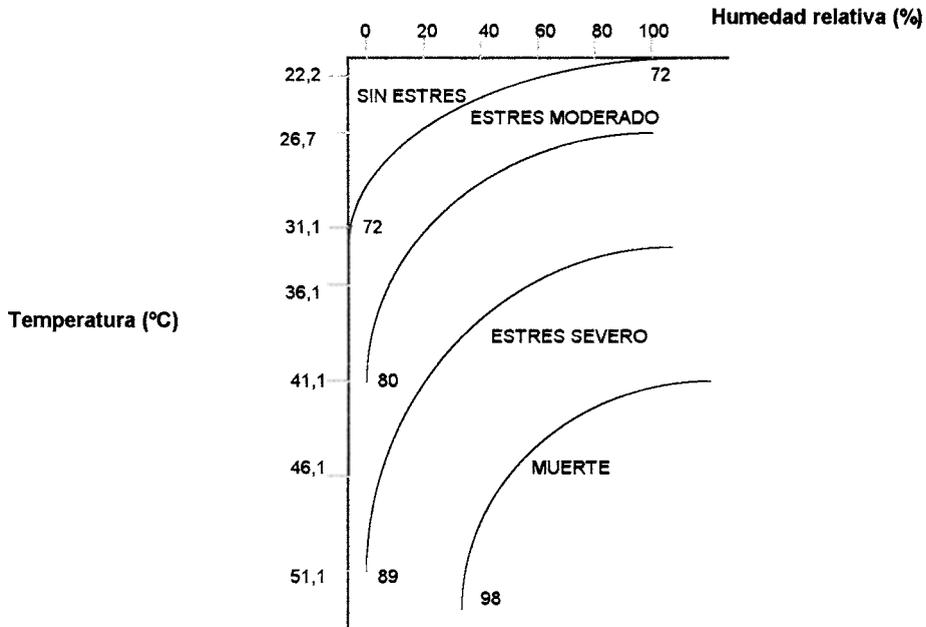


DATOS: PILI, CONAPROLE (Paysandú), INLACSA (Salto)

Apéndice 2. Remisión de leche a plantas de CONAPROLE de la zona sur.

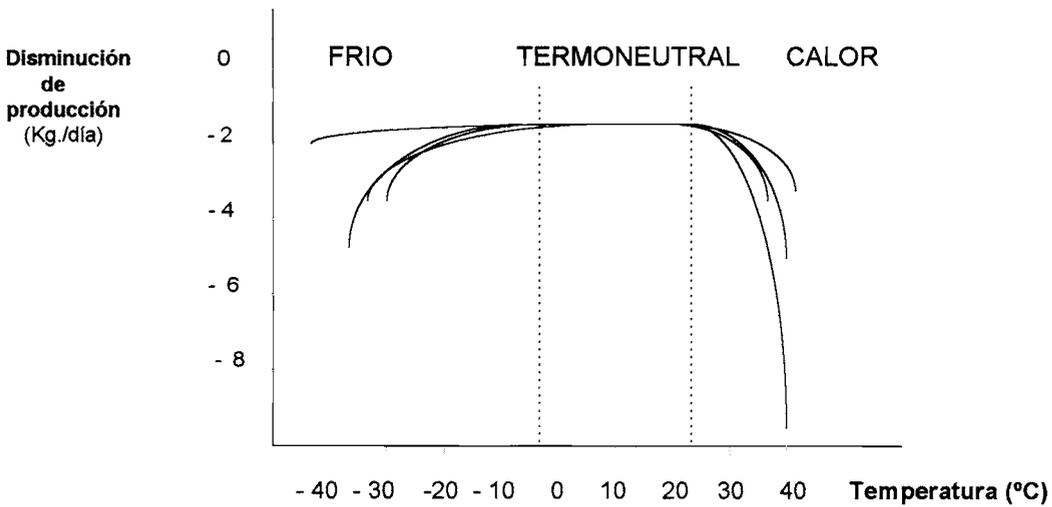


Apéndice 3. Índice de temperatura y humedad (ITH) en vacas lecheras.



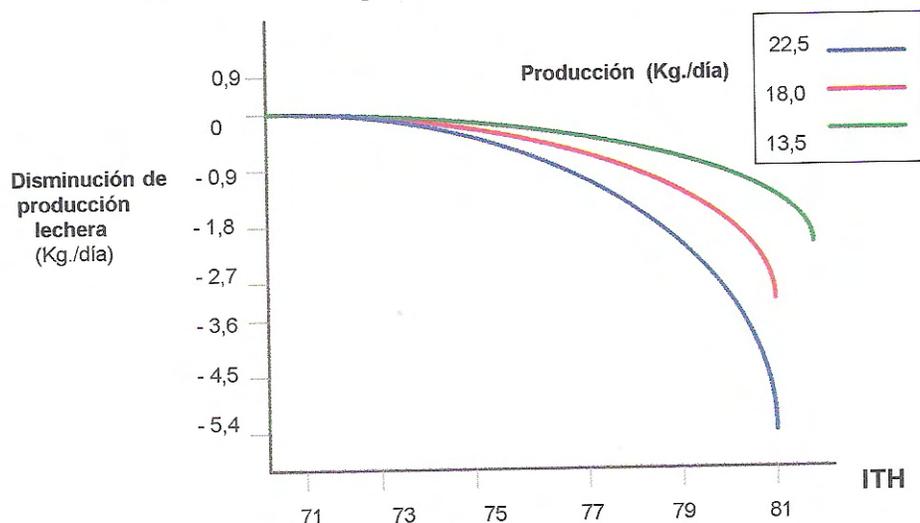
Fuente: Flamenbaum, (1994)

Apéndice 4. Resumen de datos disponibles para estimar las temperaturas críticas para la disminución de la producción lechera.



Fuente: Valtorta, (1994)

Apéndice 5. Influencia del ITH sobre los rendimientos de vacas Holstein de tres niveles de producción.



Fuente: Valtorta, (1994)

Apéndice 6. Requerimientos de materia seca, consumos de materia seca, agua y producción lechera, esperados, de acuerdo a distintas temperaturas.

Temperatura (°C)	Requerimiento (Kg.MS/a/día)	Consumo (Kg.MS/a/día)	Producción de leche (L/V/día)	Consumo de agua (L/V/día)
-20	21,30	20,40	20	51
-15	20,20	20,00	23	55
-10	19,80	19,80	25	58
-5	19,30	19,30	27	63
0	18,00	18,00	27	64
5	18,40	18,40	27	67
10	18,20	18,20	27	67
15	18,20	18,20	27	67
20	18,20	18,20	27	68
20	18,40	17,70	25	74
30	18,90	15,90	23	77
35	19,40	15,70	18	120
40	20,20	15,20	16	130

Fuente: Gorosito, (1994)

Apéndice 7. Requerimientos según nivel de producción en termoneutralidad y con temperaturas superiores a los 26 °C.

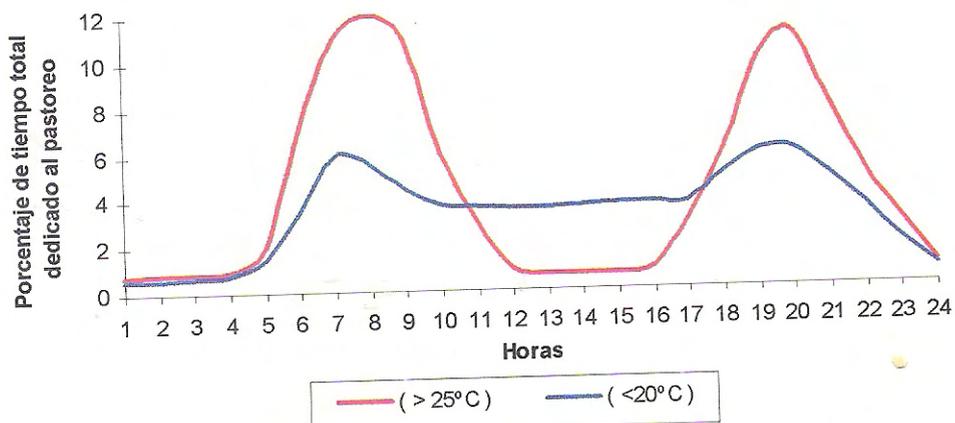
	NIVEL DE PRODUCCION (LV/día)			
	<16	16 a 23	23 a 32	>32
<b>TERMONEUTRALIDAD</b>				
PB	12,0	15,0	16,0	17,0
PND	4,4	6,2	6,0	6,5
PD	7,8	9,0	9,9	10,5
FDN	28,0	28,0	27,0	25,0
FDA	21,0	21,0	20,0	19,0
Na	0,2	0,2	0,2	0,2
K	0,9	0,9	1,0	1,0
Mg	0,2	0,2	0,3	0,3
<b>TEMPERATURAS &gt; 26 °C</b>				
PB	12,0	15,0	19,0	19,0
PND	4,4	6,2	8,5	9,0
PD	7,8	9,0	10,5	10,0
FDN	28,0	27,0	26,0	23,0
FDA	21,0	20,0	17,0	14,0
Na	0,5	0,5	0,6	0,6
K	1,0	1,0	1,1	1,1
Mg	0,2	0,2	0,3	0,3

Referencias: proteína bruta (PB), proteína degradable (PD) y proteína no degradable (PND), fibra (FDN y FDA), minerales (Na, K y Mg)

Los valores se registran como % de la MS de la ración

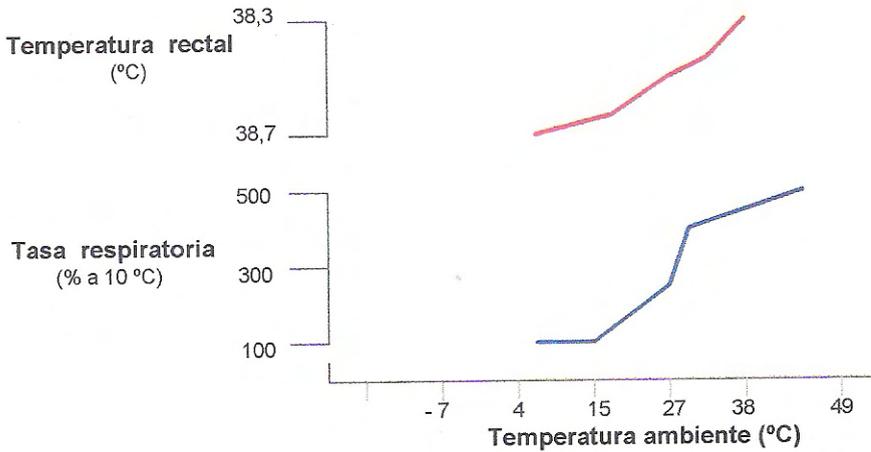
Fuente: NRC, (1988) y Barney, (1992) cit. por Gallardo, (1995)

Apéndice 8. Contrastes entre los patrones de pastoreo de vacas lecheras cuando la temperatura diaria máxima es de 20 °C o menos y superior a 25 °C.



Fuente: Hafez, (1973)

Apéndice 9. Efecto de la temperatura ambiente sobre la temperatura corporal y la tasa respiratoria.



Fuente: Santini y Dini, (1985)

Apéndice 10. Efecto del nivel y la degradabilidad de la proteína sobre la performance de vacas lecheras en temperaturas moderadas.

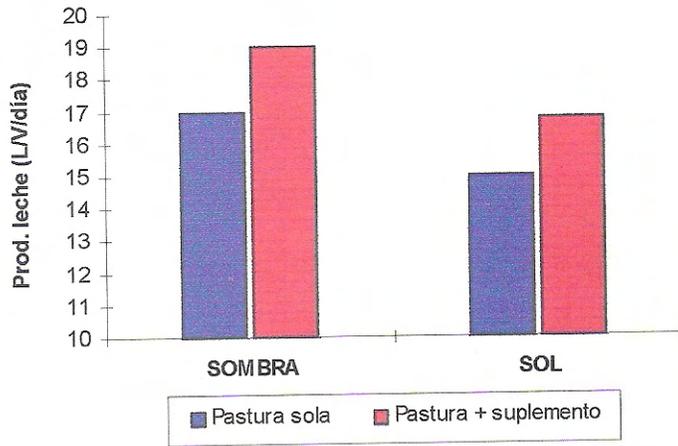
Nivel de proteína (%MS)	19	19	16	16
<b>Degradabilidad en rumen</b>				
(% de PB)	60	41	59	45
<b>Ambiente cálido</b>				
Leche (Kg./día)	26,9	28,9	28,5	28,4
LCG 3,5% (Kg./día)	23,6 a	26,6 b	26,2 b	27,0 b
Consumo MS (Kg./día)	21,5 c	21,9 c	23,3 d	23,1 d
GB (%)	2,72	3,04	3,01	2,95
Proteína (%)	3,04	3,04	3,13	3,11
<b>Ambiente moderado</b>				
Leche (Kg./día)	36,6 a	35,0 ab	34,1 b	36,0 ab
LCG 3,5% (Kg./día)	34,7 a	31,8 b	32,3 ab	32,4 ab
GB (%)	3,11 a	2,89 a	3,04 a	2,78 b
Proteína (%)	2,89	2,94	2,92	2,96

a, b = diferencias significativas (P<0,05)

c, d = diferencias significativas (P<0,10)

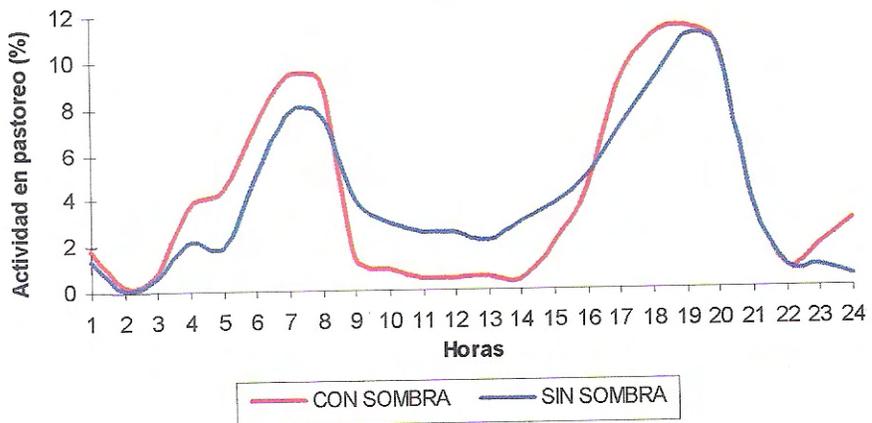
Fuente: Higginbotham, et al., (1989)

Apéndice 11. Efecto de la sombra y la suplementación sobre la producción de leche.



Fuente: Gallardo, (1995)

Apéndice 12. Patrón de pastoreo diario en vacas con y sin sombra.

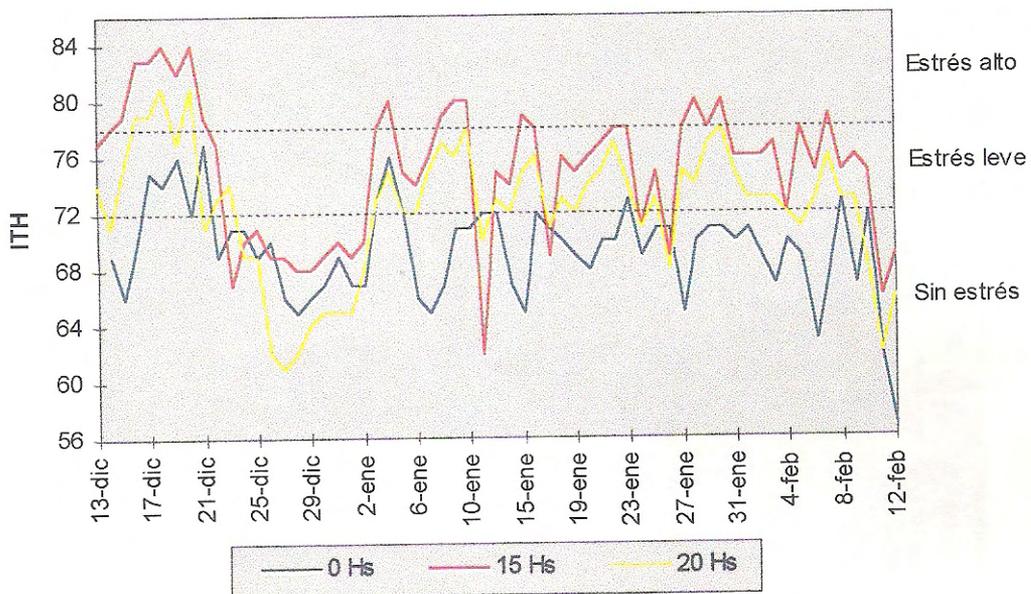


Fuente: Gallardo, (1995)

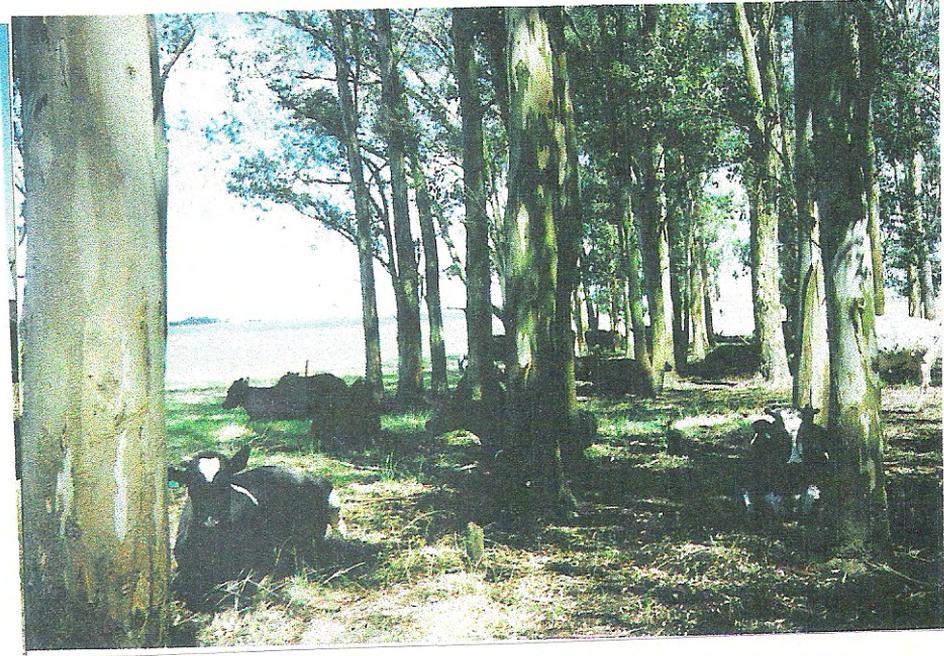
Apéndice 13. Bloqueo de vacas para el ensayo.

N°vaca	DATOS OBTENIDOS					PROMEDIO			DESVIACION ESTANDAR		
	Bloq.	Trat.	L/V/día	Días lact.	N° lact.	L/V/día	D. Lact	N° lact	L/V/día	D. Lact	N° lact
115	1	1	16,6	263	1						
118	1	2	16,1	225	1						
154	1	3	16,6	250	1						
123	1	4	16,1	238	2	16,35	244	1,25	0,25	14,09	0,43
107	2	1	17,3	191	2						
023	2	2	17,7	212	2						
153	2	3	17,3	248	1						
150	2	4	18	259	1	17,58	227,5	1,5	0,29	27,32	0,50
156	3	1	19,5	165	1						
151	3	2	19,5	251	1						
203	3	3	19,5	229	1						
104	3	4	19,2	229	2	19,43	218,5	1,25	0,13	32,17	0,43
911	4	1	19,2	226	3						
921	4	2	19,8	193	2						
024	4	3	19,5	182	2						
821	4	4	20,5	191	3	19,75	198	2,5	0,48	16,69	0,50
126	5	1	19,5	53	2						
218	5	2	19,2	71	1						
16	5	3	20,5	81	3						
106	5	4	18	75	2	19,30	70	2	0,89	10,44	0,71
014	6	1	27,5	78	3						
823	6	2	27,5	69	4						
201	6	3	27,2	73	1						
916	6	4	26,9	60	4	27,28	70	3	0,25	6,60	1,22
015	7	1	22,2	75	3						
012	7	2	21,1	76	3						
4	7	3	21,7	69	6						
46	7	4	22,7	78	1	21,93	74,5	3,25	0,59	3,35	1,79
050	8	1	15,6	259	1						
108	8	2	14,8	251	2						
026	8	3	15,6	247	2						
159	8	4	13,8	181	1	14,95	234,5	1,5	0,74	31,19	0,50
47	9	1	17,3	76	1						
727	9	2	17,3	174	5						
6	9	3	17,3	238	5						
211	9	4	17,7	54	1	17,40	135,5	3	0,17	74,45	2,00
708	10	1	26	193	5						
122	10	2	25,7	242	2						
734	10	3	24,2	83	5						
712	10	4	26,9	63	6	25,70	145,25	4,5	0,97	74,63	1,50
117	11	1	13,8	271	1						
819	11	2	15,6	353	3						
809	11	3	15,6	143	4						
8	11	4	14,8	238	6	14,95	251,25	3,5	0,74	75,23	1,80
908	12	1	20,8	198	3						
906	12	2	21,7	184	3						
730	12	3	23,3	236	5						
74	12	4	19,2	226	7	21,25	211	4,5	1,48	20,90	1,66

Apéndice 14. Evolución diaria del ITH para 3 horas.



Apéndice 15. Vacas del grupo sombra en bosque de Eucalyptus.



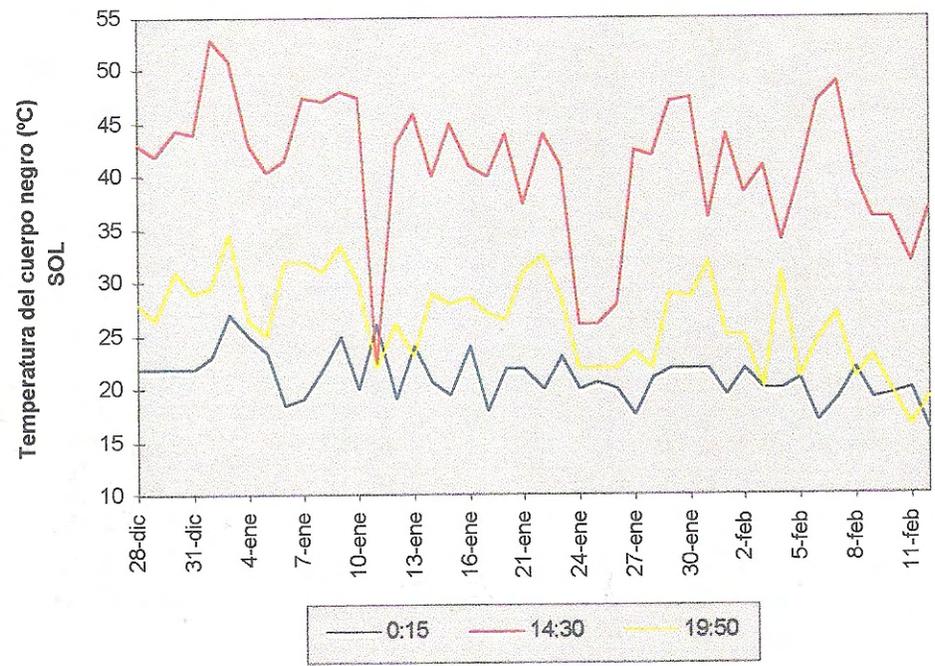
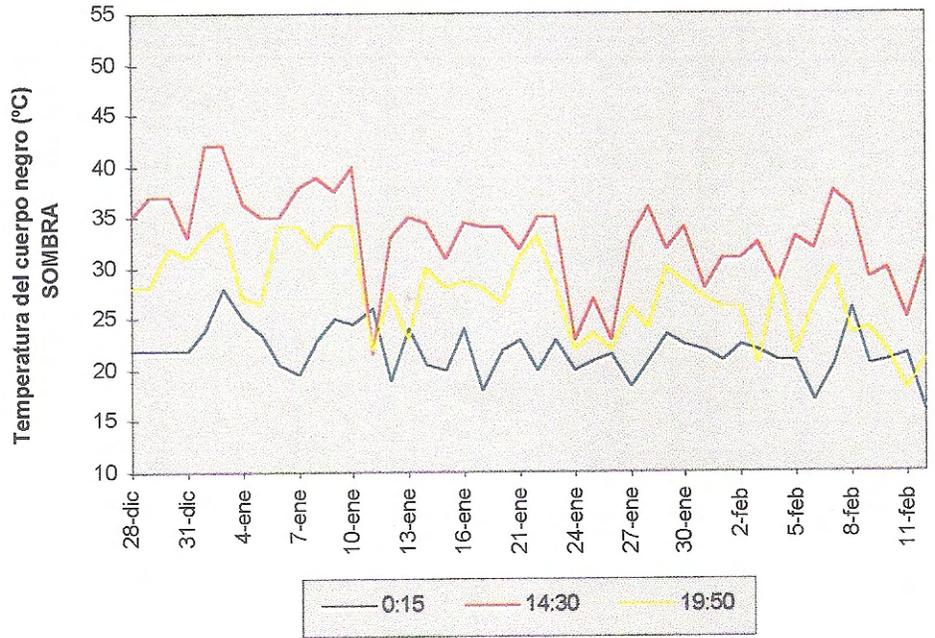
Apéndice 16. Vacas del grupo sol en bebedero.



Apéndice 17. Comportamiento típico de vacas con estrés calórico.



Apéndice 18. Temperatura del cuerpo negro a la sombra y al sol para todo el ensayo.



Apéndice 19. Comparación diaria y para 3 horas entre ITH y temperatura de los cuerpos negros, a la sombra y al sol.

Fecha	0 Hs			15 Hs			20 Hs		
	ITH	CN sol (°C)	CN som (°C)	ITH	CN sol (°C)	CN som (°C)	ITH	CN sol (°C)	CN som (°C)
28-dic	65	22	22	68	43	35	62	28	28
29-dic	66	22	22	68	42	37	64	26,5	28
30-dic	67	22	22	69	44,5	37	65	31	32
31-dic	69	22	22	70	44	33	65	29	31
2-ene	67	23	24	70	53	42	68	29,5	33
3-ene	73	27	28	78	51	42	73	34,5	34,5
4-ene	76	25	25	80	43	36,5	75	26,5	27
5-ene	72	23,5	23,5	75	40,5	35	72	25	26,5
6-ene	66	18,5	20,5	74	41,5	35	72	32	34
7-ene	65	19	19,5	76	47,5	38	75	32	34
8-ene	67	22	23	79	47	39	77	31	32
9-ene	71	25	25	80	48	37,5	76	33,5	34
10-ene	71	20	24,5	80	47,5	40	78	30	34
11-ene	72	26	26	62	22	21,5	73	23	23
14-ene	67	20,5	20,5	75	46	35	72	29	30
15-ene	65	19,5	20	74	40	34,5	75	28	28
16-ene	72	24	24	79	45	31	76	28,5	28,5
18-ene	70	18	18	78	41	34,5	73	27	28
19-ene	69	22	22	76	40	34	72	26,5	26,5
21-ene	70	22	23	75	44	34	75	31	31
22-ene	70	20	20	77	37,5	32	77	32,5	33
23-ene	73	23	23	78	44	35	74	28,5	28,5
24-ene	69	20	20	78	41	35	71	22	22
25-ene	71	20,5	21	71	26	23	73	22	23,5
26-ene	71	20	21,5	75	26	27	68	22	22
27-ene	65	17,5	18,5	69	28	23	75	23,5	26
28-ene	70	21	21	78	42,5	33	74	22	24
29-ene	71	22	23,5	80	42	36	77	29	30
30-ene	71	22	22,5	78	47	32	78	28,5	28,5
31-ene	70	22	22	80	47,5	34	75	32	27
1-feb	71	19,5	21	76	36	28	73	25	26
2-feb	69	22	22,5	76	44	31	73	25	26
3-feb	67	20	22	76	38,5	31	73	20	20,5
4-feb	70	20	21	77	41	32,5	72	31	29
5-feb	69	21	21	72	34	28,5	71	21	21,5
6-feb	63	17	17	78	40	33	73	24,5	26,5
7-feb	68	19	20,5	75	47	32	76	27	30
8-feb	73	22	26	79	49	37,5	73	21	23,5
9-feb	67	19	20,5	75	40	36	73	23	24
10-feb	72	19,5	21	76	36	29	68	20	22
11-feb	62	20	21,5	75	36	30	62	16,5	18
12-feb	57	16	16	66	32	25	66	19	21
<b>Prom.</b>	<b>69</b>	<b>21,1</b>	<b>21,8</b>	<b>73</b>	<b>40,1</b>	<b>32,4</b>	<b>72</b>	<b>26,6</b>	<b>27,5</b>

Las fechas que faltan es porque no hay datos de ITH y/o cuerpo negro.

Apéndice 20. Datos complementarios del pastoreo de sorgo forrajero.

Lotes	Fecha	Disponible (Kg MS/Ha)	Rechazo (Kg MS/Ha)	Desaparecido (Kg MS/Ha)	Presion pastoreo Kg.MS ofrecido/a/día	Utilización (%)	Desap/a/día (Kg. MS/a/día)
sol	25-dic	5292	1835	3457	22	65	14
som	27-dic	4432	2847	1585	32	36	11
sol	30-dic	4540	1024	3516	25	77	19
sol	13-ene	4956	1742	3214	30	65	19
som	14-ene	6779	1602	5177	21	76	16
sol	17-ene	5817	2878	2939	36	51	18
som	20-ene	5867	3790	2077	43	35	15
som	23-ene	6322	3896	2426	48	38	18
som	24-ene	4051	2754	1297	32	32	10
som	28-ene	6001	3463	2538	29	42	12
som sol	2-feb	5753	2602	3152	28	55	16
som sol	4-feb	7706	3588	4118	25	53	18
som sol	7-feb	8409	5462	2947	31	33	15
<b>PROM.</b>		<b>5840</b>	<b>2883</b>	<b>2957</b>	<b>31</b>	<b>51</b>	<b>16</b>

Apéndice 21. Resumen de ANOVAS de los resultados de producción y composición de la leche (Modelo 2).

<b>Producción de leche</b>					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Bloque	11	2736,653856	248,786714	94,59	0,0001
Tratamiento	3	516,226691	172,075564	65,42	0,0001
Trat. * Bloq.	33	1374,539074	41,652699	15,84	0,0001
Fecha	4	125,668073	31,417018	11,94	0,0001
Fecha * Trat.	12	73,463797	6,121983	2,33	0,0088
Error	171	449,774657	2,630261		
Total	234	5075,467489			
		R2	C.V.	Promedio	
		0,911383	9,590943	16,9097872	

<b>Porcentaje de grasa</b>					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Bloque	11	5,18648104	0,47149828	3,48	0,0002
Tratamiento	3	2,72331655	0,90777218	6,70	0,0003
Trat. * Bloq.	33	16,58277667	0,50250838	3,71	0,0001
Fecha	4	6,69102661	1,67275665	13,34	0,0001
Fecha * Trat.	12	4,23676259	0,35306355	2,60	0,0033
Error	171	23,18166422	0,13556529		
Total	234	58,32611319			
		R2	C.V.	Promedio	
		0,602551	10,13139	3,63417021	

<b>Porcentaje de proteína</b>					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Bloque	11	14,63986488	1,33089681	70,74	0,0001
Tratamiento	3	1,01102369	0,33700790	17,91	0,0001
Trat. * Bloq.	33	15,07310381	0,45676072	24,28	0,0001
Fecha	4	1,49574376	0,37393594	19,87	0,0001
Fecha * Trat.	12	0,33843981	0,02820332	1,50	0,1285
Error	171	3,21730826	0,01881467		
Total	234	32,29974638			
		R2	C.V.	Promedio	
		0,900392	4,242954	3,23280851	

Apéndice 22. Resumen de ANOVAS de los resultados de producción y composición de la leche (Modelo 1).

<b>Producción de leche</b>					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Concentrado	1	472,2686687	472,2686687	57,46	0,0001
Protección	1	43,7075298	43,7075298	5,32	0,0218
Blq.	11	3464,948831	314,9953482	38,33	0,0001
Conc*Prot	1	33,5028448	33,5028448	4,08	0,0443
Error	316	2597,136356	8,2187859		
Total	330	6611,56423			
		R2	C.V.	Promedio	
		0,607183	16,92937	16,934139	

<b>Porcentaje de grasa</b>					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Concentrado	1	0,47554605	0,47554605	2,08	0,1499
Protección	1	0,00344234	0,00344234	0,02	0,9023
Blq.	11	7,26221548	0,66020141	2,89	0,0012
Conc*Prot	1	1,64979790	1,64979790	7,23	0,0076
Error	316	72,13672815	0,22828079		
Total	330	81,52772991			
		R2	C.V.	Promedio	
		0,115188	12,98708	3,6789426	

<b>L.C.G.</b>					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Concentrado	1	368,1867410	368,1867410	52,35	0,0001
Protección	1	40,6269151	40,6269151	5,78	0,0168
Blq.	11	2575,6029013	234,1457183	33,29	0,0001
Conc*Prot	1	6,4493409	6,4493409	0,92	0,3390
Error	316	2222,2878015	7,0325563		
Total	330	5213,1536998			
		R2	C.V.	Promedio	
		0,573715	16,57963	15,9949124	

<b>Kg. de grasa</b>					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Concentrado	1	0,48957966	0,48957966	38,73	0,0001
Protección	1	0,06181714	0,06181714	4,89	0,0277
Blq.	11	3,34217250	0,30383386	24,03	0,0001
Conc*Prot	1	0,00022358	0,00022358	0,02	0,8943
Error	316	3,99490096	0,01264209		
Total	330	7,88869383			
		R2	C.V.	Promedio	
		0,493592	18,28987	0,61475045	

<b>Porcentaje de proteína</b>					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Concentrado	1	0,32327004	0,32327004	3,61	0,0587
Protección	1	0,07361895	0,07361895	0,82	0,3656
Biq.	11	12,19997379	1,10908853	12,38	0,0001
Conc*Prot	1	0,00080599	0,00080599	0,01	0,9245
Error	316	19,70207563	0,08955489		
Total	330	32,29974638			
		R2	C.V.	Promedio	
		0,390024	9,256881	3,23280851	

<b>Kg. de proteína</b>					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Concentrado	1	0,30173412	0,30173412	41,46	0,0001
Protección	1	0,08038667	0,08038667	11,04	0,001
Biq.	11	1,48556814	0,13505165	18,55	0,0001
Conc*Prot	1	0,01614478	0,01614478	2,22	0,1378
Error	316	1,60128356	0,00727856		
Total	330	3,48511727			
		R2	C.V.	Promedio	
		0,540537	15,92754	0,53564119	

<b>Células somáticas</b>					
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F
Concentrado	1	30426,8955	30426,8955	0,28	0,6005
Protección	1	306889,7979	306889,7979	2,79	0,0989
Biq.	11	2023918,719	183992,6108	1,67	0,0953
Conc*Prot	1	36831,9519	36831,9519	0,33	0,5645
Error	316	8692324,774	110029,4275		
Total	330	11090392,14			
		R2	C.V.	Promedio	
		0,216229	148,8114	222904,255	

Apéndice 23. Resumen de ANOVAS de resultados de tasa respiratoria, temperatura rectal y peso vivo (Modelo 2).

<b>Ritmo respiratorio</b>						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F	
Tratamiento	1	10973,42938	10973,42938	17,03	0,0021	
Trat (rep)	10	6442,57333	644,25733	5,84	0,0001	
Fecha	5	12730,6137	2546,12274	23,09	0,0001	
Fecha*Trat	5	246,33962	49,26792	0,45	0,8134	
Error	46	5072,29333	110,26725			
Total	67	37253,05882				
		R2	C.V.	Promedio		
		0,863842	12,66955	82,8823529		

<b>Temperatura rectal diurna (14:30 Hs)</b>						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F	
Tratamiento	1	2,01666667	2,01666667	5,56	0,0233	
Trat (rep)	10	6,41666667	0,64166667	1,77	0,0984	
Fecha	4	16,93333333	4,23333333	11,78	0,0001	
Fecha*Trat	4	0,56666667	0,14166667	0,39	0,814	
Error	40	14,50000000	0,36250000			
Total	59	40,43333333				
		R2	C.V.	Promedio		
		0,641385	1,522967	39,5333333		

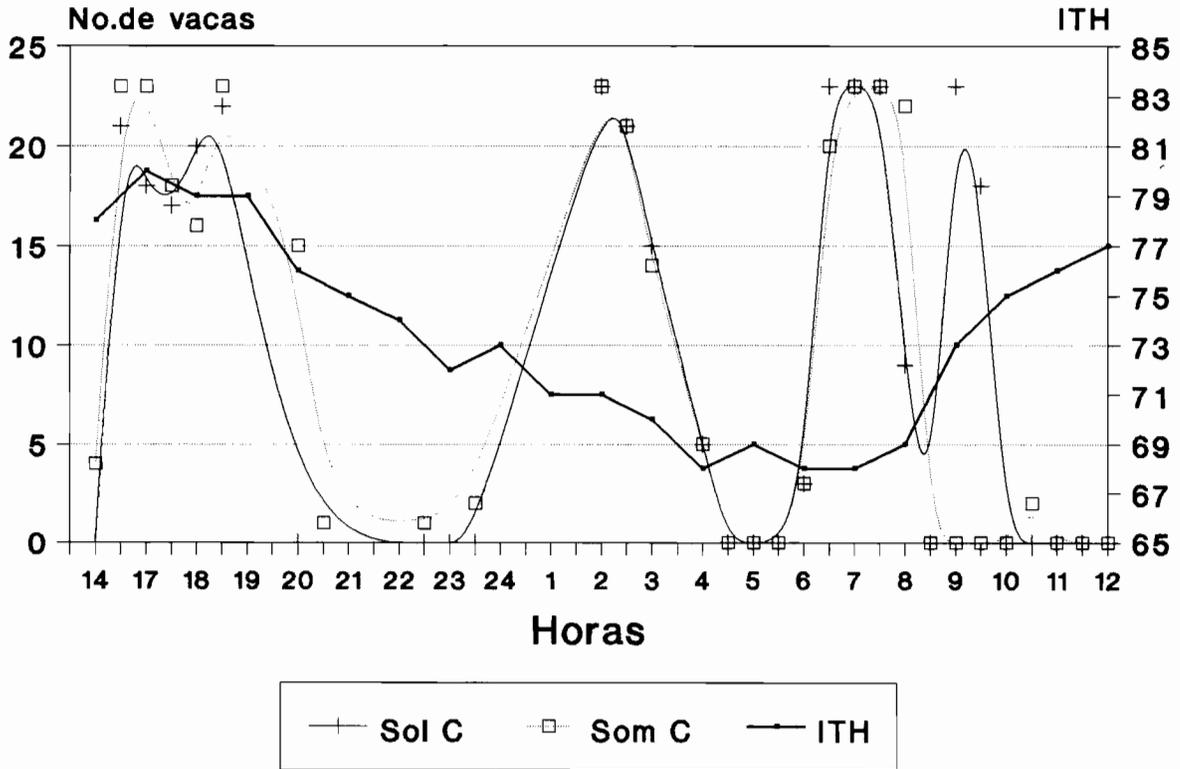
<b>Temperatura rectal nocturna (1:00 Hs)</b>						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F	
Tratamiento	1	0,6075	0,6075	2,89	0,0993	
Trat (rep)	10	2,73916667	0,27391667	1,3	0,2727	
Fecha	3	8,88166667	2,96055556	14,1	0,0001	
Fecha*Trat	3	0,5975	0,19916667	0,95	0,4297	
Error	30	6,30083333	0,21002778			
Total	47	19,12666667				
		R2	C.V.	Promedio		
		0,670573	1,18217	38,7666667		

<b>Peso vivo</b>						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F	
Bloque	11	157634,9696	14330,4518	94,25	0,0001	
Tratamiento	3	5886,7163	1962,238761	0,3	0,824	
Trat*Bloque	33	214737,0562	6507,1835	42,82	0,0001	
Fecha	2	29145,014	14572,507	95,84	0,0001	
Fecha*Trat	6	544,9139	90,819	0,6	0,7317	
Error	86	13076,1061	152,0477			
Total	141	413599,1549				
		R2	C.V.	Promedio		
		0,968385	2,307185	534,450704		

Apéndice 24. Actividad de consumo.

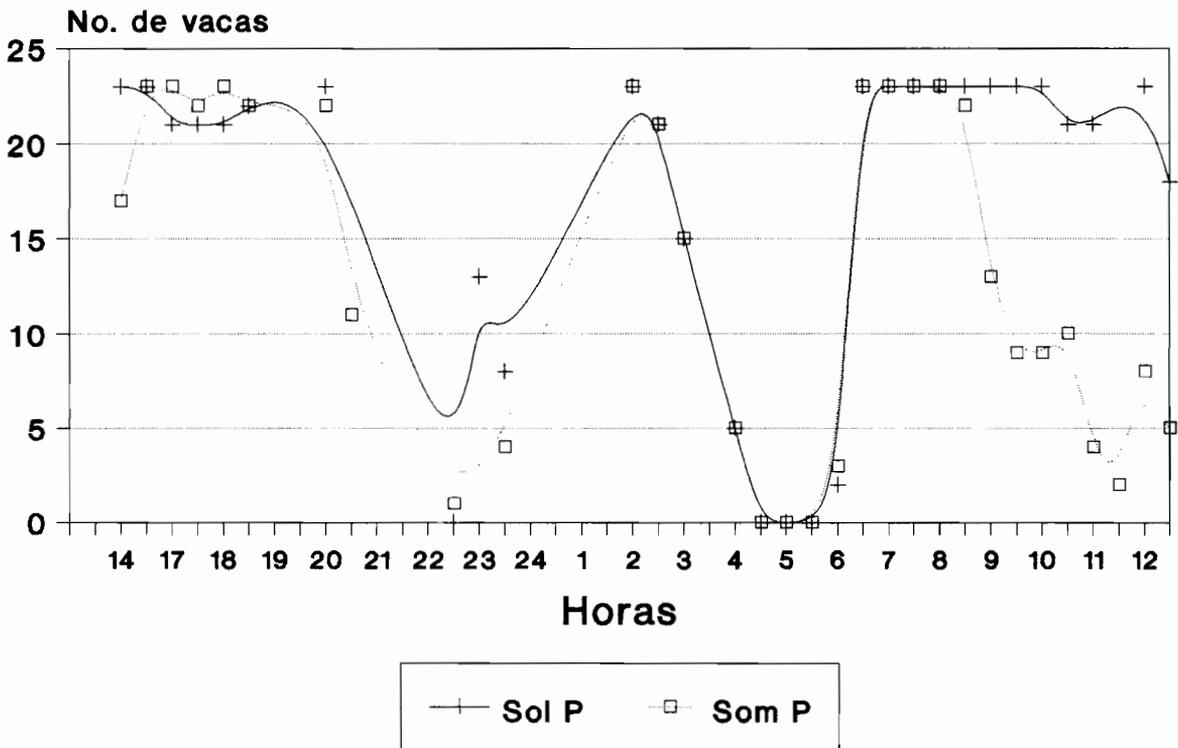
## Actividad de consumo vs ITH

C= consumo



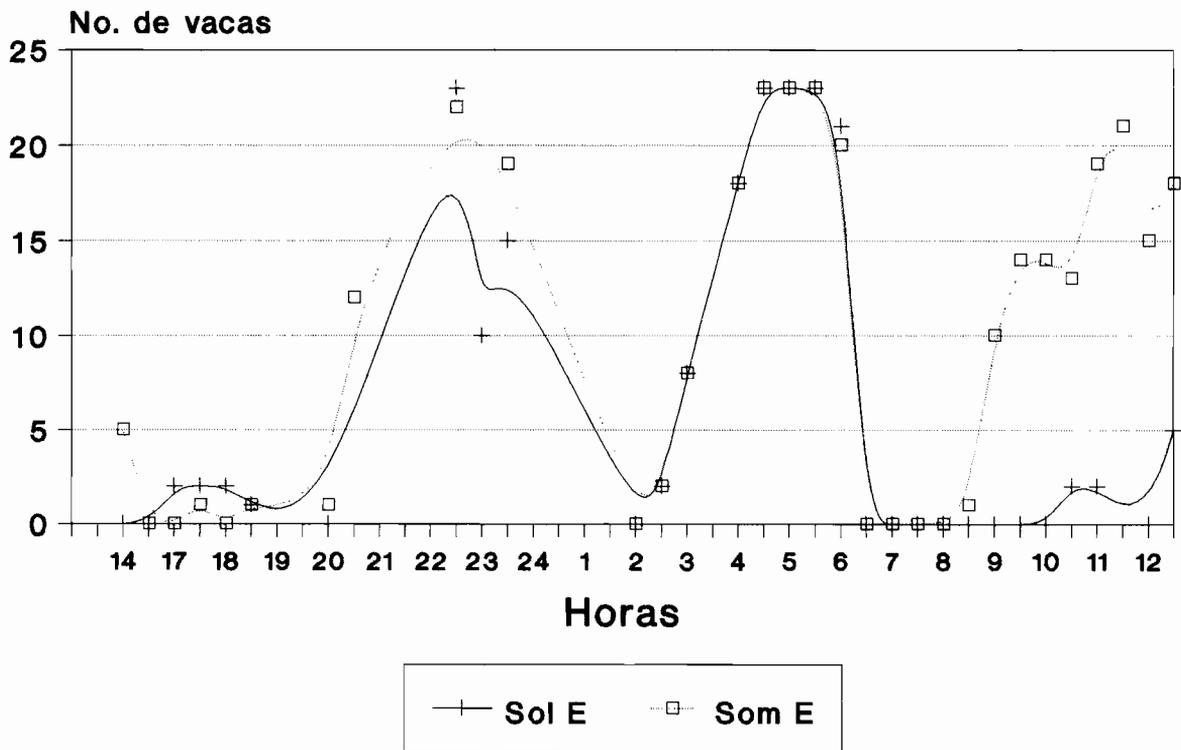
Apéndice 25. Comportamiento de pastoreo (paradas)

P= paradas



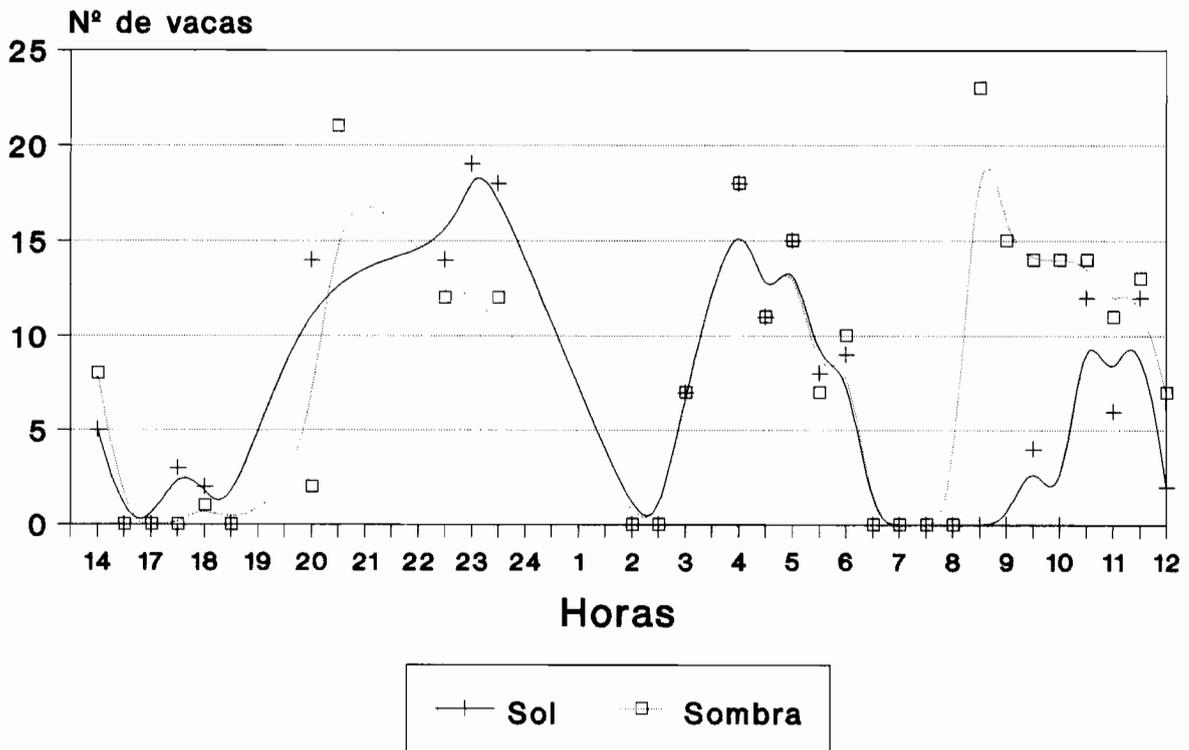
Apéndice 26. Actividad de pastoreo (echadas)

### E= echadas



Apéndice 27. Actividad de rumia.

## Actividad de rumia



Apéndice 28. Resumen de ANOVAS según etapa de lactancia (Modelo 2).

<b>PRIMER TERCIO DE LACTANCIA</b>						
<i>Producción de leche</i>						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F	
Bloq.	2	703,8792857	351,9396429	133,07	0,0001	
Trat.	3	549,9661905	183,3220635	2,72	0,1374	
Trat.*Bloq.	6	404,807381	67,4678968	25,51	0,0001	
Fecha	6	84,0630952	14,0105159	5,3	0,0003	
Fecha*Trat.	18	45,9388095	2,5521561	0,96	0,5122	
Error	48	126,946667	2,644722			
Total	83	1915,601429				
		R2	C.V.	Promedio		
		0,93373	8,08223	20,1214286		
<i>Porcentaje de grasa</i>						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F	
Bloq.	2	0,7347881	0,36739405	3,46	0,0393	
Trat.	3	1,1841	0,3947	0,65	0,6121	
Trat.*Bloq.	6	3,65222143	0,60870357	5,74	0,0001	
Fecha	6	2,34969762	0,39161627	3,69	0,0043	
Fecha*Trat.	18	3,47228333	0,19290463	1,82	0,0507	
Error	48	5,09119048	0,10606647			
Total	83	16,48428096				
		R2	C.V.	Promedio		
		0,691149	9,170966	3,55119048		
<i>Porcentaje de proteína</i>						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F	
Bloq.	2	0,20657333	0,10328667	4,53	0,0186	
Trat.	3	0,46812	0,15604	1,37	0,3395	
Trat.*Bloq.	6	0,68452	0,11408667	5	0,01	
Fecha	6	0,37793333	0,09448333	4,14	0,0081	
Fecha*Trat.	18	0,30494667	0,02541222	1,11	0,3831	
Error	48	0,73004	0,02281375			
Total	83	2,77213333				
		R2	C.V.	Promedio		
		0,73665	5,091311	2,96666667		

<b>SEGUNDO TERCIO DE LACTANCIA</b>						
<i>Producción de leche</i>						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F	
Bloq.	2	609,2807143	304,640357	123,8	0,0001	
Trat.	3	527,429881	175,8099603	3,65	0,0829	
Trat.*Bloq.	6	288,7469048	48,1244841	19,56	0,0001	
Fecha	6	70,0916667	11,6819444	4,75	0,0007	
Fecha*Trat.	18	148,2359524	8,2353307	3,35	0,0004	
Error	48	118,112381	2,460675			
Total	83	1761,8975				
		R2	C.V.	Promedio		
		0,932963	8,925484	17,575		
<i>Porcentaje de grasa</i>						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F	
Bloq.	2	1,15251667	0,57625833	3,48	0,0386	
Trat.	3	1,75887024	0,58629008	1,21	0,3837	
Trat.*Bloq.	6	2,90645476	0,48440913	2,93	0,0162	
Fecha	6	3,36065	0,56010833	3,39	0,0073	
Fecha*Trat.	18	3,47465476	0,19303638	1,17	0,3242	
Error	48	7,93909524	0,16539782			
Total	83	20,59224167				
		R2	C.V.	Promedio		
		0,614462	11,01896	3,69083333		
<i>Porcentaje de proteína</i>						
F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Pr>F	
Bloq.	2	0,39499	0,197495	23,68	0,0001	
Trat.	3	2,80525833	0,93508611	1,89	0,2315	
Trat.*Bloq.	6	2,96087667	0,49347944	59,17	0,0001	
Fecha	6	0,47521667	0,11880417	14,25	0,0001	
Fecha*Trat.	18	0,32911667	0,02742639	3,29	0,0035	
Error	48	0,26686667	0,00833958			
Total	83	7,23232501				
		R2	C.V.	Promedio		
		0,963101	2,842687	3,2125		