



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad Nacional del Litoral

Facultad de Ciencias Agrarias

TESIS PARA OPTAR AL GRADOD DE DOCTOR

AGROMETEOROLOGÍA

**BIENESTAR EN TERNEROS:
EVALUACIÓN DEL MANEJO AMBIENTAL**

Autora: Perla Ester. Leva

Directora: Dra. Silvia Elsa Valtorta

**Comisión asesora: Boggio Juan Carlos
van Lier Elize**

Año 2011



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

Miembros del Jurado:

Olga Scarpatti

Pablo Marini

Hugo Ortega



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

La grandeza de una nación y su progreso moral pueden medirse por el trato que reciben sus animales

Gandhi



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

A mi marido e hijos





INDICE GENERAL

CAPITULO 1

1. Introducción.....	1
----------------------	---

CAPITULO 2

2.1. <i>Conceptos de bienestar animal</i>	3
2.2. <i>Preocupación e importancia</i>	5
2.3 <i>Estrés como indicador de falta de bienestar</i>	6
2.4. <i>Crianza artificial de terneros y bienestar</i>	8
2.5. <i>Zona termoneutral y estrés térmico</i>	9
2.5. <i>Zona termoneutral y estrés térmico</i>	11
2.7. <i>Ritmos biológicos</i>	13

CAPITULO 3

3. <i>Hipotesis</i>	14
---------------------------	----

CAPITULO 4

4.1. <i>Objetivos Generales</i>	15
4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	15

CAPITULO 5

5.1. Comunes para ambas estaciones del año.....	16
5.1.1. <i>Sitio experimental</i>	16
5.1.2. <i>Animales y tratamientos</i>	16
5.2. <i>Ensayos</i>	16
5.2.1. <i>Estación fría</i>	16
5.2.2. <i>Estación cálida</i>	18



<i>5.3. Datos meteorológicos.....</i>	
<i>5.5. Mediciones.....</i>	20
<i>5.5.1. Biológicas.....</i>	20
<i>5.5.2. Comportamiento.....</i>	22
CAPITULO 6	
<i>6.1. Resultados ensayo época fría.....</i>	27
<i>6.1.1. Datos meteorológicos.....</i>	27
<i>6.1.2. Mediciones biológicas.....</i>	28
<i>6.1.3. Comportamiento.....</i>	39
<i>6.2. Ensayo época cálida.....</i>	41
<i>6.2.1. Datos meteorológicos.....</i>	41
<i>6.2.2. Mediciones biológicas.....</i>	42
CAPITULO 7	
<i>7.1. Datos meteorológicos.....</i>	54
<i>7.2. Datos biológicos.....</i>	55
<i>7.3. Comportamiento.....</i>	65
CAPITULO 8	
CAPITULO 9	
<i>Resumen.....</i>	70
<i>Summary.....</i>	70
CAPITULO 10	
<i>Referencias.....</i>	71



INDICE DE CUADRO

Cuadro 1. Indicadores objetivos de bienestar animal.....	4
Cuadro 2. Composición del balanceado iniciador para terneros utilizado en ambas estaciones y sistemas de crianza.....	20
Cuadro 3. Temperatura máxima (TMX), temperatura mínima (Tmn), humedad relativa (HR), radiación solar (RS), velocidad del viento (VV) y <i>Wind Chill Index</i> (WCI) registrados durante los días en que se realizaron las mediciones fisiológicas.....	27
Cuadro 4. Consumo medio diario (CM) de terneros criados bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	28
Cuadro 5. Pesos promedio iniciales (PI) y finales (PF) de los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	29
Cuadro 6. Ganancia de peso diaria media (GPD, kg) de los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	29
Cuadro 7. Temperatura media rectal general (TR) de los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	30
Cuadro 8. Temperatura media rectal (TR) registrada en los terneros en los días de medición, bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	30
Cuadro 9. Probabilidades del análisis en parcelas subdivididas con medidas repetidas en el tiempo para la temperatura rectal (TR) para terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM).....	31
Cuadro 10. Análisis circadiano de los valores de temperatura (TR, °C) para terneros criados bajo los dos sistemas: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM).....	31
Cuadro 11. Frecuencia cardíaca media general (FC) para los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	31
Cuadro 12. Frecuencia cardíaca media (FC) registrada en los terneros en los días de medición bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	



Cuadro 13. Probabilidades del análisis en parcelas subdivididas con medidas repetidas en el tiempo para la frecuencia cardíaca (FC) para terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM).....	33
Cuadro 14. Análisis circadiano de los valores de la frecuencia cardíaca (latidos/min) para terneros criados bajo los dos sistemas: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM)....	34
Cuadro15. Frecuencia respiratoria media general (FR) para los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	35
Cuadro 16. Frecuencia respiratoria media (FR) registrada en los terneros en los días de medición bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	35
Cuadro 17. Probabilidades del análisis en parcelas subdivididas con medidas repetidas en el tiempo para el frecuencia respiratoria (FR) para terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado(SM).....	36
Cuadro 18. Análisis circadiano de los valores de la frecuencia respiratoria (FR, rpm) para terneros criados bajo los dos sistemas: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM)....	36
Cuadro19. Valores medios de cortisol en saliva (CS) para los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	37
Cuadro 20. Valores de los componentes sanguíneos en terneros discriminados por intervalos de edades, independientemente del sistema de crianza.....	39
Cuadro 21. Datos meteorológicos de temperatura máxima (TMX), temperatura mínima (Tmn), precipitación (Pp), humedad relativa (HR), radiación solar (RS), velocidad del viento (VV) y <i>Wind Chill Index</i> (WCI), registrados en los días que se realizaron las observaciones de comportamiento.....	39
Cuadro 22. Datos meteorológicos de Temperatura máxima (TMX) temperatura mínima (Tmn) precipitación (Pp) humedad relativa (HR), velocidad del viento (VV), radiación solar (RS) e índice de temperatura y humedad (ITH).....	41
Cuadro 23 Consumo medio diario (CM) para terneros criados bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	42
Cuadro 24. Pesos promedios iniciales (PI) y finales (PF) de los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	43



Cuadro 25. Ganancia media diaria de peso (GPD) para terneros criados bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	43
Cuadro 26. Temperatura media rectal general (TR) para los terneros criados bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	43
Cuadro 27. Temperatura rectal media (TR) registrada en los terneros en los días de medición bajo los dos sistemas de crianza: Sistema tradicional (ST) y Sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	44
Cuadro 28. Probabilidades del análisis en parcelas subdivididas con medidas repetidas en el tiempo para la temperatura rectal (TR) para terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional y sistema modificado.....	44
Cuadro 29. Análisis circadiano de los valores de la temperatura rectal (TR, °C) para terneros criados bajo los dos sistemas: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM).....	45
Cuadro 30. Frecuencia cardíaca media general (FC) para los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	46
Cuadro 31. Frecuencia cardíaca media (FC) registrada en los terneros en los días de medición bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	46
Cuadro 32. Probabilidades del análisis en parcelas subdivididas con medidas repetidas en el tiempo para la frecuencia cardíaca (FC) para terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado(SM).....	47
Cuadro 33. Frecuencia respiratoria media general (FR) para los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	48
Cuadro 34. Frecuencia respiratoria media (FR) registrada en los terneros en los días de medición bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	48
Cuadro 35. Probabilidades del análisis en parcelas subdivididas con medidas repetidas en el tiempo para la frecuencia respiratoria (FR) para terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional y sistema modificado.....	49
Cuadro 36. Análisis circadiano de los valores de la frecuencia respiratoria (FR, rpm) para	49



terneros criados bajo los dos sistemas: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM)...

Cuadro 37. Valores medios de cortisol en saliva (CS) para los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.....	50
Cuadro 38. Análisis circadiano de los valores del cortisol en saliva (CS, ng/ml) para terneros criados bajo los dos sistemas; sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM).....	51
Cuadro 39. Valores de los componentes sanguíneos en terneros discriminados por intervalos de edades, independientemente de los sistemas de crianza.....	52
Cuadro 40. Datos meteorológicos de temperatura máxima (TMX), temperatura mínima (Tmn), precipitación (Pp), humedad relativa (HR), velocidad del viento (VV), índice de temperatura y humedad (ITH) y radiación solar (RS) registrados en los días que se realizaron las observaciones de comportamiento.....	52



INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Terneros bajo el sistema tradicional de crianza (ST) en la época fría.	17
Figura 2: Terneros bajo el sistema modificado (SM) en la época fría.....	17
Figura 3: Terneros bajo el sistema tradicional (ST) en la época cálida.....	18
Figura 4. Terneros bajo el sistema modificado (SM) en la época cálida	19
Figura 5. Marcha diaria de la temperatura rectal (TR, °C) en terneros bajo dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Las barras verticales indican DE. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas ($p < 0,05$).....	32
Figura 6. Marcha diaria de la frecuencia cardíaca (FC, latidos/min) en terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Las barras verticales indican DE. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas ($p < 0,05$).....	34
Figura 7. Marcha diaria de la frecuencia respiratoria (FR, rpm) en terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Las barras verticales indican DE. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas ($p < 0,05$).....	37
Figura 8. Marcha diaria de la variación de la concentración de cortisol en saliva (ng/ml) para terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Las barras verticales indican DE.....	38
Figura 9. Conductas observadas en los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM): echado, parado, comiendo u otras.	40
Figura 10. Marcha diaria de la temperatura rectal (TR, °C) en terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Las barras verticales indican DE. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas ($p < 0,05$).....	45
Figura 11. Marcha diaria de la frecuencia cardíaca (FC, latidos/min) en terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Las barras verticales indican DE. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas ($p < 0,05$).....	47
Figura 12. Marcha diaria de la frecuencia respiratoria (FR, rpm) en terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Las barras verticales indican DE. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas ($p < 0,05$).....	50



Figura 13: Marcha de los niveles de cortisol en saliva (ng/ml) para los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema modificado (SM) y sistema tradicional (ST). Las barras verticales indican DE. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas ($p < 0,05$).....

Figura 14. Conductas observadas en los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM) en la cuenca lechera santafesina: echado, parado, comiendo u otras.....



CAPITULO 1

1. Introducción

La preocupación por el bienestar animal (BA) ha aumentado considerablemente en los últimos años en Europa y en otros países (Appleby *et al.*, 1992). Esta preocupación es el resultado de dos elementos: por un lado, el reconocimiento de que los animales pueden experimentar dolor y sufrimiento y, por otro, la convicción de que causar sufrimiento a un animal no es moralmente aceptable si no existe una razón que lo justifique (Manteca & Gasa, 2005).

En la Unión Europea se han elaborado directivas que establecen normas mínimas para la protección de los animales de granja, tanto en las explotaciones ganaderas como durante el transporte y sacrificio (Manteca, 2003). Dichas directivas son de cumplimiento obligatorio en todos los estados miembros. Además, en muchos países, los consumidores exigen que se garantice el bienestar.

En América latina existe un gran interés en mejorar las condiciones de BA (Rojas *et al.* 2005). Sin embargo, para lograrlo se deben tomar en cuenta las características generales de la ganadería en los distintos países. Una parte de la ganadería del continente sigue los patrones mundiales, pero muchos países aún tienen dificultades en integrar las buenas prácticas de BA, debido a situaciones geográficas, sociales y culturales específicas que se reflejan en las lógicas locales de desarrollo ganadero (Rojas *et al.*, 2005).

En el caso de la Argentina, la preocupación por el BA se percibe a través de algunas leyes y normas:

- Desde el año 1954 existe un marco normativo a nivel nacional sobre BA (Ley n° 14.346, 1954) y la obligación del estricto cumplimiento del “Manual de Procedimientos de Bienestar Animal” en lo relacionado al sacrificio.
- El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA, 1968) establece una resolución (Decreto n° 4238) que prohíbe la práctica de alimentación forzada en patos y gansos.



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

- La Ley de la Provincia de la Pampa n° 1989 (2003), establece la certificación de “carne natural” (voluntaria), e incluye en su protocolo la observación del BA.
- El Programa Nacional de Producción Orgánica, (Ley n° 25.127, 1999) que incluye la ganadería orgánica, sostiene que para alcanzar esa clasificación “se deberán respetar pautas de bienestar animal”, tales como pautas de comportamiento, densidades apropiadas, etc.

A pesar de la existencia de estas normas, en general, en nuestro país se le presta muy poca atención a estos aspectos.

En el caso de la producción lechera, la categoría terneros es el inicio de un proceso que tiene por objeto lograr hembras de reemplazo o machos para la producción de carne. Sin embargo, la crianza de los terneros aún necesita más atención en muchos establecimientos (Evira, 2006). La corta edad de los animales, el tipo de alimentación y los sistemas individuales de crianza pueden afectar el crecimiento y la salud, así como también el comportamiento y el bienestar (de Passillé & Rushen, 2006).

Toda vida que recién empieza es delicada, y no es siempre fácil encontrar una buena adaptación a un medio artificial. Por otro lado, la cría y la recria son categorías improductivas que constituyen una verdadera carga económica para el productor, ocupan espacio y, generalmente, son relegadas a los peores potreros. En consecuencia, las vaquillonas tienen una pobre conformación, pelaje descolorido, hirsuto y quebradizo, debido a la mala nutrición. Esto conlleva a que se preñen más allá de los 2 años de edad y paran a los 3 años (Stamey *et al.*, 2006).

En general, para los productores, el objetivo es acelerar el pasaje de lactante a rumiante, suministrando la menor cantidad de leche posible, por razones económicas. En consecuencia, no prestan la debida atención a la salud ni al bienestar de los terneros.



CAPITULO 2

2. Antecedentes

2.1. Conceptos de bienestar animal.

No existe una única definición de BA que sea aceptada por todos los científicos. Prácticamente, cada autor utiliza su propia definición. No obstante, según Duncan & Fraser (1997), la mayoría de las definiciones podrían agruparse en tres categorías:

- las que definen el BA en términos de las emociones que experimentan los animales,
- las que definen el BA en términos del funcionamiento del organismo animal,
- las que definen el BA en términos de la semejanza entre la conducta que muestra el animal y el entorno en que se encuentra, en comparación con la conducta y entorno “natural” de la especie.

El primer grupo de definiciones está relacionado con lo que el animal siente. Su bienestar será mayor cuanto más intensas y duraderas sean sus emociones positivas. Por lo tanto, define al BA como la ausencia de sufrimiento (Duncan, 1996). Aunque esta definición tiene la ventaja de ser muy intuitiva, presenta la dificultad de que las emociones de un animal no pueden cuantificarse de forma objetiva.

El segundo grupo de definiciones adopta una perspectiva más amplia y define el bienestar como una medida de la adaptación de los animales a su ambiente (Broom, 1986). De acuerdo con esta definición, un animal puede encontrarse teóricamente en tres situaciones diferentes:

-Primera: Si la adaptación al ambiente es imposible, el animal morirá o enfermará. En consecuencia, la mortalidad y la incidencia de enfermedades y lesiones causadas por el ambiente son indicadores de falta de bienestar. En el caso concreto del bovino las principales enfermedades y lesiones causadas por el ambiente, o que tienen, al menos, una etiología multifactorial, son las enfermedades respiratorias, las cojeras, la necrosis de la cola, la acidosis metabólica y las diarreas.

-Segunda: La adaptación al ambiente puede ser posible pero con un costo biológico importante para el animal que, de acuerdo con Broom & Johnson (1993), es consecuencia normalmente de dos factores:



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

- a) una respuesta al estrés, aguda o crónica, que afecta negativamente el desempeño o el sistema inmunitario, o
- b) conductas anormales tales como estereotipias o conductas redirigidas.

-Tercera: Un animal puede encontrarse en un ambiente adecuado en el que la adaptación sea no sólo posible sino también fácil, de modo que no le signifique ningún costo biológico. En este caso el BA sería satisfactorio.

De acuerdo con el segundo grupo de definiciones, el BA puede medirse a partir de parámetros objetivos que, además, pueden cuantificarse (Cuadro 1).

Cuadro 1. Indicadores objetivos de bienestar animal

-
- Mortalidad
 - Incidencia / prevalencia de enfermedades multifactoriales
 - Porcentaje de animales con lesiones causadas por el ambiente o por otros animales
 - Disminución del crecimiento o de la producción (por ejemplo, de leche)
 - Disminución de la respuesta inmune
 - Disminución de la función reproductiva
 - Cambios hormonales asociados a la respuesta de estrés
 - Cambios en la frecuencia cardíaca asociados a la respuesta de estrés
 - Porcentaje de animales que realizan estereotipias y tiempo dedicado a las estereotipias
-

Finalmente, para el tercer grupo de definiciones, no resulta nada fácil definir qué es “natural”. Los animales tienen a menudo una notable capacidad de adaptación que les permite vivir sin problemas en entornos distintos de los que podrían considerarse naturales para la especie en cuestión. Además, esta misma capacidad de adaptación hace que los animales modifiquen su conducta de acuerdo con el ambiente en el que se encuentran, de modo que una conducta inexistente o poco frecuente en un determinado ambiente puede convertirse en deseable en otro.



No existe razón para pensar que el animal deba mostrar todas las conductas indicativas de bienestar satisfactorio. Sin embargo, existen conductas “naturales” que son importantes en sí mismas y que es deseable que el animal sea capaz de llevar a cabo, incluso en un entorno doméstico.

Las tres aproximaciones al estudio del BA parecen, en principio, muy diferentes, pero lo cierto es que, a menudo, resultan complementarias (Duncan & Dawkins, 1983; Moberg, 1992; Baxter, 1994). Por una parte, resulta indudable que el sufrimiento de los animales es un aspecto clave en su bienestar. Por otra parte, es muy probable que la incapacidad para adaptarse al entorno cause sufrimiento y, por lo tanto, el estudio de parámetros que permitan cuantificar el grado de adaptación de los animales aportaría información útil sobre su bienestar.

El Farm Animal Welfare Council (FAWC), un órgano asesor del gobierno británico en asuntos relacionados con el bienestar de los animales domésticos, propuso que el BA queda garantizado cuando se cumplen cinco requisitos (FAWC, 1997): a) nutrición adecuada, b) sanidad adecuada, c) ausencia de incomodidad física y térmica, d) ausencia de miedo, dolor y estrés, y e) capacidad para mostrar la mayoría de conductas propias de la especie. La propuesta del FAWC se conoce habitualmente como las “cinco libertades”.

2.2. Preocupación e importancia

Diversos son los factores que determinan la preocupación por el BA. Si bien las razones humanitarias *per se* son importantes, de hecho tienen gran peso otros elementos que están ligados a los mercados:

- Exigencias oficiales de los países importadores
- Exigencias privadas de importadores
- Demandas de productores e industriales
- Políticas de fomento de la calidad



Además de consideraciones de tipo ético, legal y de mercado, el BA es importante porque, muy a menudo, una falta de bienestar tiene consecuencias negativas sobre la producción y la sanidad. Estas consecuencias pueden agruparse en:

- Efectos sobre la ingesta de alimento y el desempeño. Existe una amplia bibliografía referente a la pérdida de peso o la disminución del crecimiento, provocadas por la respuesta al estrés (Philips *et al.*, 1986; McGlone *et al.*, 1993; Crockram *et al.*, 1996).
- Efectos sobre el sistema inmunitario y la sanidad. Aunque la relación entre el estrés y la función del sistema inmunitario es muy compleja, existen evidencias, tanto clínicas como experimentales, en ganado vacuno, que demuestran que un estrés agudo y/o crónico aumenta la incidencia de algunas enfermedades infecciosas, muy especialmente de tipo respiratorio (Roth, 1985).

2.3. Estrés como indicador de falta de bienestar

Cannon (1929) propuso el término homeostasis (del griego *homoios*, similar y *statis*, posición) para designar los procesos fisiológicos coordinados que mantienen constante el medio interno mediante numerosos mecanismos fisiológicos. Obviamente, este término define en sí mismo al bienestar. En 1939, el mismo autor adoptó el término estrés, y definió los "niveles críticos de estrés" como aquellos que podrían provocar un debilitamiento de los mecanismos homeostáticos. Por primera vez hizo referencia a la importancia de las modificaciones cardiovasculares que preparan al cuerpo para la defensa en caso de agresiones, mediadas por la estimulación del sistema nervioso y la descarga de adrenalina por las glándulas suprarrenales (Cannon, 1939).

Según esta perspectiva, el estrés se podría definir a través de:

- a) el estímulo: es un estado de homeostasis amenazada, provocado por un "agente", psicológico, ambiental o fisiológico
- b) la respuesta: es la reacción fisiológica o psicológica que manifiesta un ser vivo ante un factor de estrés ambiental.
- c) el concepto estímulo-respuesta: es la consecuencia de un estímulo externo y/o interno, que activa el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (HHA) y que, a su vez, afecta al



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

sistema nervioso simpático que responde a través de un cambio fisiológico, o un mecanismo de adaptación, de forma que el organismo pueda convivir con la amenaza.

La Organización Mundial de la Salud define al estrés como el conjunto de reacciones fisiológicas que prepara al organismo para la acción. Para Lazarus & Folkman (1984) sería el resultado de la relación entre el individuo y el entorno, evaluado por aquél como amenazante, que desborda sus recursos y pone en peligro su bienestar.

Selye (1954) describió el **síndrome general de adaptación** (SGA) que comprende tres estados.

- El primero es el reconocimiento de la amenaza, que ocurre en el sistema nervioso central y que culmina en una organización de defensa biológica de tipo homeostático.
- El segundo es la respuesta al estrés que produce cambios conductuales, autónomos y neuroendocrinos que provocan cambios biológicos que afectan la economía corporal, y que se compensan por actividades tales como la gluconeogénesis. Uno de los primeros indicios de estrés es la concentración aumentada de glucocorticoides en sangre, orina y saliva. Estas variaciones podrían inducir alteraciones en los ritmos circadianos (Ungar & Halberg, 1962).
- Si los estímulos inductores de estrés son prolongados, se desarrolla el tercer estado, que es pre-patológico, que altera la capacidad para mantener las funciones normales. En consecuencia, se puede desarrollar alguna enfermedad, cesar la reproducción y la producción y manifestarse alteraciones conductuales como la agresividad, la falta de actividad o el desarrollo de conductas anormales. Cuando un animal se encuentra en un ambiente poco familiar y se ve frustrado para desarrollar conductas de escape puede bloquear completamente la actividad y desarrollar, incluso, apatía o depresión (Moberg, 2000).

Así, resumiendo, disturbios de distinta naturaleza, incluyendo cambios sociales, emocionales y alimentarios, generan un mecanismo neuroendócrino de defensa



tendiente a restaurar la armonía homeostática. Tal esfuerzo se desarrolla en tres etapas consecutivas denominadas: fase de alarma simpática (breve, fugaz), fase de resistencia (duradera, estrés) y fase de agotamiento (pérdida de la adaptación y ruptura del estado de salud; distrés) (Coppo, 2004).

Inicialmente las tensiones provocan que el sistema nervioso accione sobre la médula adrenal liberando catecolaminas, pero si la sobrecarga continúa actuando se estimulará la corteza adrenal, involucrando a las hormonas esteroides (Carcagno, 1995; Dickson, 1999; Sapolsky *et al.*, 2000; Coppo, 2001). En un lapso de minutos, se estimula la secreción de glucocorticoides, como el cortisol, y declina la secreción de esteroides gonadales (Sapolsky *et al.*, 2000).

El aumento de los glucocorticoides debido al estrés produce un aumento en la liberación de neutrófilos maduros desde la médula ósea, disminuyendo su paso desde la sangre a los tejidos y aumentando la migración del pool circulante ubicado en las paredes de los vasos sanguíneos y tejidos cercanos a la circulación (Álvarez, 2002, Tadich *et al.*, 2003). La magnitud de este aumento disminuye con el tiempo, pero se ha demostrado que en cuadros de estrés crónico se produce leucocitosis mediada principalmente por una neutrofilia, mientras que los valores de linfocitos y eosinófilos disminuyen, los cuales persisten mientras las concentraciones de glucocorticoides permanezcan elevadas (Coppo *et al.*, 2000; Álvarez, 2002, Yagi *et al.*, 2004).

2.4. Crianza artificial de terneros y bienestar

En los rodeos de ganado salvaje los terneros maman de sus madres durante 8 ó 12 meses (Jonasen & Krohn, 1991). Los terneros recién nacidos maman 5 a 8 veces por día y cuando son más grandes de 3 a 5 veces por día. El tiempo destinado a mamar es de alrededor de 10-15 minutos (Phillips, 2002). En cambio, los terneros en un establecimiento lechero son separados de su madre después del nacimiento, y forzados a vivir en espacios restringidos.

Los sistemas de crianza más utilizados en la cuenca lechera santafesina distan mucho de la vida natural de un ternero criado al pie de la madre.



La alimentación de los terneros en las crianzas es con leche o sucedáneos que le suministran cantidades limitadas de energía y proteína para estimular el desarrollo del rumen y lograr el destete precoz. Cuando hace demasiado frío o demasiado calor, los animales deben usar energía para mantener su temperatura corporal interna. Esto ocurre a costa de la energía requerida para el crecimiento, por lo que puede tener un efecto negativo sobre el BA (Lagger, 2010).

2.5. Zona termoneutral y estrés térmico

Los animales homeotermos necesitan mantener constante su temperatura corporal, dentro de límites estrictos, independientemente del ambiente externo. El rango de temperaturas en que esto es posible se denomina zona termoneutral (ZTN), y se define como el intervalo de temperaturas ambientales dentro del cual el animal no utiliza energía adicional para mantener su temperatura corporal. La ZTN está comprendida entre las temperaturas crítica inferior (TCI) y crítica superior (TCS). Para los *Bos taurus* jóvenes la TCI es de 15°C y la TCS de 27°C (Hahn, 1985). En los adultos la TCI es de -5°C y la TCS 25°C (McDowell, 1975).

La tolerancia de un animal al calor y al frío está determinada, en parte, por su superficie específica. En los terneros, es mucho mayor por unidad de peso corporal. Por lo tanto, la disipación del calor por convección y conducción adquiere mucha importancia.

Dentro de la ZTN, el ternero puede mantener la temperatura del cuerpo, o la homeotermia, por la constricción o la dilatación de los vasos sanguíneos, por cambios en las posturas, muda de pelo, o sudando y jadeando.

Cuando la temperatura del aire está por debajo de la TCI, el animal destina parte de la energía del alimento a producir calor metabólico adicional para mantener la temperatura del cuerpo. En condiciones de estrés por frío se ha demostrado una disminución en el índice de la absorción del calostro en recién nacidos (Olson *et al.*, 1980).



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

Cuando se alcanza la TCS, el ternero no puede disipar suficiente calor para mantener la homeotermia. Como respuesta, disminuye la ingesta de comida para bajar la producción del calor generada por la digestión y la absorción de alimentos.

En ambas situaciones los animales destinan parte de la energía a mantener su homeotermia, por lo que pueden existir efectos negativos sobre la tasa de crecimiento e incluso sobre la salud (Hoffman, 1996.)

Es importante tomar en consideración que los límites de la ZTN pueden verse afectados por la combinación de la temperatura con otros elementos meteorológicos. Debido a esto, se han propuesto índices que se combinan para determinar temperaturas efectivas del ambiente.

En el caso de las temperaturas bajas, la velocidad del viento es una variable que adquiere mucha importancia por su incidencia en las pérdidas de calor por convección (Valtorta & Leva, 1998). La *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA, 2003) propuso la utilización del *Wind Chill Index* (WCI), que combina estos dos elementos, para determinar las temperaturas efectivas en caso de estrés por frío.

Por otro lado, cuando las temperaturas son altas, adquiere importancia la humedad atmosférica, dado que si ésta es muy elevada se frena la vía más importante de pérdida de calor en ambientes cálidos (Valtorta & Leva, 1998). En este sentido, el índice más difundido a nivel internacional para evaluar las temperaturas efectivas bajo condiciones de estrés por calor es el Índice de Temperatura y Humedad (ITH). El ITH se desarrolló a partir de una ecuación desarrollada por Thom (1959), utilizada inicialmente para estimar límites de confort para ambiente humano. Posteriormente, se aplicó con éxito para la evaluación del ambiente de animales lecheros (Armstrong, 1994).

2.6. Etología

La etología es una rama de las ciencias del comportamiento animal junto con la psicología animal, la sociobiología y la psicología comparada. Los objetivos de la



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

etología son estudiar, explicar y modificar la conducta animal. En este sentido, una definición posible de etología sería: la ciencia que realiza el estudio biológico de la conducta animal, teniendo en cuenta aspectos evolutivos, fisiológicos, ecológicos y comparativos. Los etogramas permiten comprender el comportamiento de los animales y son utilizados como base para crear ambientes óptimos para los animales en producción (Banks, 1982; Hartsock, 1982).

Por otro lado, conducta es todo cuanto hace un organismo, es una actividad en interacción con su medio ambiente, con los eventos del entorno, con las relaciones que se pueden establecer entre el animal y las otras especies, con sus congéneres y también consigo mismo. La conducta es continua, lo que indica que la movilidad como la quietud son formas de actuar (Calderón Maldonado, 2002). La conducta es el resultado de factores heredados (los genes, la raza), de factores adquiridos (el aprendizaje, la crianza, las experiencias vividas) y factores ambientales (su hábitat, el potrero, el corral, el manejo realizado de acuerdo a la cultura de la zona, las instalaciones, los implementos que se utilizan).

Se puede decir que la conducta es un fenotipo, una característica de orden biológico “observable” que se puede evaluar dando un indicio de la forma cómo un animal en particular se comporta solo y en sociedad. Estos parámetros evaluables reciben el nombre de propiedades de la conducta. Es en este sentido que la observación de la conducta animal es importante, porque conduce a caracterizar el comportamiento específico de un animal.

La etología es una disciplina relativamente nueva, aunque algunos de sus principios han sido usados en la producción animal por años (Petryna & Bavera, 2002). La función primaria del comportamiento es capacitar a un animal para ajustarse a algunos cambios en las condiciones, ya sean externas o internas. La etología tiene como finalidad comprender hasta qué punto la conducta es un mecanismo de adaptación. Por lo tanto, las pautas de comportamiento están asociadas a evaluaciones de BA, ya que los cambios



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

de comportamiento son los primeros indicadores de estrés (Wilson, 1971; Merck & Co, 1979; Stephens, 1980; Curtis, 1982).

Lorenz, (1976), generalmente considerado como el fundador de la etología, definió el “imprinting”, un proceso de aprendizaje especialmente rápido y relativamente irreversible que ocurre usualmente dentro de horas o a los pocos días después del nacimiento. El “imprinting” incluye, como concepto básico, un animal aprendiendo quién es su madre y a qué especie pertenece.

El “imprinting”, e inclusive el aprendizaje durante el manejo, la alimentación y el pastoreo, resultan de influencias ambientales posnatales.

En los bovinos, a pesar de estar domesticados desde la antigüedad, la presencia del hombre afecta su forma natural de vida y, en menor o mayor grado, altera su comportamiento. Cuanto más se aleje el manejo de las condiciones habituales, mayor será el estrés que sufra el animal, no pudiendo expresar todo su potencial de rendimiento. Ante situaciones de estrés se observa en general:

- Menor aumento de peso
- Menor producción de leche
- Pérdidas de celos
- Disminución de la habilidad maternal
- Aumento en el número de peleas.

Los bovinos son animales gregarios y, por lo tanto, los sistemas de crianza que permiten el contacto con sus congéneres satisfacen sus necesidades de comportamiento social. Dentro del comportamiento social, el comportamiento agnóstico se incluyen conductas de agresión y de sumisión (Bouissou *et al.*, 2001). En los sistemas modernos de producción los animales están sometidos a estrategias de manejo, lo cual les produce sufrimiento (Faulkner & Weary, 2000; Flower & Weary, 2003; Vickers *et al.*, 2005).



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

Las estrategias de crianza que proporcionan más espacio y movilidad a los animales permiten satisfacer las necesidades de exploración, locomoción (Phillips, 2002) y juego (Jensen *et al.*, 1998; Tapkı, *et al.* 2005), y no restringen las posturas para descansar o dormir (de Wilt, 1985).

2.7. Ritmos biológicos

Los animales que viven bajo condiciones regularmente uniformes, típicas de la domesticación, frecuentemente hacen las mismas cosas día tras día a tiempos regulares. En parte esto es causado por la formación del hábito, pero parte también es causado por cambios regulares en las condiciones ambientales a medida que el día cambia de noche a día. Esto se repite aproximadamente con intervalos de 24 horas, razón por la cual se denominan **ritmos circadianos** (Aschoff, 1965). La ritmicidad en la temperatura corporal es un proceso fisiológico importante tanto como marcador conveniente y confiable del funcionamiento del reloj biológico (Klerman *et al.*, 2002) y como un indicador de la salud general de un animal y de su el metabolismo energético (Cossins & Bowler, 1987). Los patrones rítmicos del sistema cardiovascular han sido descriptos en humanos (Lemmer, 1987) y en bovinos (Piccione *et al.*, 1998, 2005).

Los animales son más activos probablemente, en el momento de grandes cambios, como al amanecer y al anochecer, y menos activos al mediodía o a la medianoche. Estos comportamientos están también dirigidos por ritmos fisiológicos internos que son parcialmente independientes de los eventos externos. Cualquiera sea el factor que esté involucrado, la mayoría de los animales tienden a vivir una existencia altamente regular día tras día. Esto es una respuesta directa a cambios en las condiciones ambientales.



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

CAPITULO 3

3. Hipótesis.

1. El bienestar de terneros lecheros bajo el sistema tradicional de crianza en estacas es pobre.
2. El bienestar de los terneros lecheros se mejora al introducir pequeñas modificaciones al sistema tradicional de estacas.



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

CAPITULO 4

4. Objetivos

4.1. Generales

Mejorar el bienestar de terneros lecheros introduciendo pequeñas modificaciones en el sistema tradicional de estacas.

4.2. Específicos

4.2.1. Medir indicadores de BA en crianzas desarrolladas en épocas frías y cálidas, durante la etapa lechal, bajo el sistema tradicional:

- Peso inicial y final
- Consumo de balanceado iniciador
- Temperatura rectal
- Frecuencia cardíaca
- Frecuencia respiratoria
- Glucocorticoides en saliva
- Hemograma
- Patrones de comportamiento

4.2.2. Medir los mismos indicadores en crianzas bajo sistemas modificados en la estación fría y en la estación cálida.

4.2.3. Analizar los ritmos circadianos de los siguientes indicadores: temperatura rectal, frecuencia respiratoria, frecuencia cardíaca y glucocorticoides en saliva, en las diferentes situaciones planteadas.

4.2.4. Analizar las pautas de comportamiento en los terneros sometidos a los diferentes sistemas de crianza.

CAPITULO 5



5. Materiales y métodos

5.1. Comunes para ambas estaciones del año:

5.1.1. *Sitio experimental*: Las experiencias se llevaron a cabo en un establecimiento lechero comercial ubicado en el departamento Las Colonias (31° 11'), distante 11 km de la Facultad de Ciencias Agrarias de Esperanza en dos épocas del año (fría y cálida) y abarcaron las etapas lechales hasta los 50 días.

5.1.2. *Animales y tratamientos*: Se emplearon 10 terneros en el ensayo de la estación fría y 12 en la estación cálida, que se asignaron al azar a dos tratamientos: 1) sistema tradicional (ST) y 2) sistema modificado (SM). El SM se describirá para cada estación. Las modificaciones introducidas tanto en invierno como en verano, se diseñaron en función de factibilidad de su aplicación regional. A los terneros que ingresaron a las experiencias, se les realizó una prueba de calostrado, a través del test de coagulación del glutaraldehído, basado en la capacidad del glutaraldehído de condensarse con las inmunoglobulinas de la sangre y formar un polímero gelatinoso. Esta reacción se mide en tiempo y éste es inversamente proporcional a la concentración de inmunoglobulinas que estén en la muestra (Weaver *et al.*, 2000)

5.2. Ensayos

5.2.1. Estación fría

El primer ensayo se realizó desde el 3 de julio al 25 de agosto de 2007

Los tratamientos fueron:

a) sistema de crianza tradicional (ST), denominado en estaca. Este sistema (Figura 1) consiste en una estaca con dos aros para colocar baldes destinados al balanceado iniciador, la leche y el agua. Los terneros se sujetan a la estaca por medio de un collar y una cadena de 1,5 – 2 m de longitud.

b) sistema modificado (SM). Los terneros fueron sujetos, con collar y cadena provista de un aro, a un alambre sostenido entre dos ganchos de hierro enterrados en el suelo a una distancia 10m (Figura 2). Esto permite el desplazamiento a lo largo del alambre. La estaca con los baldes se coloca cerca de uno de los extremos. Este sistema, denominado



en corredera, brinda al ternero mayor posibilidad de movimientos y evita el enroscado de la cadena en la estaca, disminuyendo las lesiones traumáticas en el bípedo anterior. Los terneros en este tratamiento fueron, además, protegidos utilizando capas (Figura 2). Las correderas estaban ubicadas de manera tal que, al desplazarse, los animales podían entrar en contacto con sus vecinos.

En todos los casos, los animales del ST fueron cambiados de ubicación, según la necesidad.



Figura 1: Terneros bajo el sistema tradicional de crianza (ST) en la época fría.



Figura 2: Terneros bajo el sistema modificado (SM) en la época fría.



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

5.2.2. Estación cálida

Al igual que en la estación fría, los tratamientos fueron:

- sistema de crianza tradicional (ST), denominado en estaca (Figura 3).
- sistema modificado (SM) en corredera (Figura 4).

Los terneros del ST se alojaron bajo una estructura pre-existente de media sombra de red 80%, orientada de E-O, con 18,0 m de largo, 4,0 m de ancho y 2,1 m de altura. La superficie disponible por animal era de, aproximadamente 7,5 m². La distancia entre las estacas impedía el contacto entre animales.

Para los terneros del SM se construyó una estructura similar a la anterior. En este caso, las correderas se ubicaron en forma perpendicular al eje longitudinal de la estructura, es decir, con orientación N-S. La distancia entre correderas permitía el contacto entre animales vecinos y la superficie asignada por animal era de 12 m².



Figura 3: Terneros bajo el sistema tradicional (ST) en la época cálida



Figura 4. Terneros bajo el sistema modificado (SM) en la época cálida

5.3. Datos meteorológicos

La información meteorológica: temperatura del aire máxima (°C) y mínima (°C), radiación solar (MJ/día), precipitación (mm), humedad relativa (%) y velocidad del viento (m/s), se obtuvo de la estación meteorológica inalámbrica automática Pegasus EP2000 (Argentina) de Facultad de Ciencias Agrarias.

Para evaluar la temperatura efectiva se estimaron índices de confort para cada estación. Con los datos de temperatura y velocidad del viento se calculó, para la estación fría, el *Wind Chill Index* (WCI), de acuerdo con la fórmula (NOAA, 2003):

$$WCI = 13,12 + 0,6215 * T_a - 11,37 * V^{0,16} + 0,3965 * T_a * V^{0,16} \quad \text{donde:}$$

T_a es la temperatura media diaria del aire, en °C

V es la velocidad del viento, en km/h

Para la estación cálida se calculó el Índice de Temperatura y Humedad (ITH), elaborado sobre la base de la fórmula de Armstrong (1994):

$$ITH = 1,8 * T_a + 32 - (0,55 - 0,55 * hr) * (1,8 * T_a - 26) \quad \text{donde:}$$

hr es la humedad relativa media diaria al tanto por uno



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

5.4. Alimentación.

En ambos ensayos a todos los terneros se les suministró leche y un balanceado iniciador comercial (cooperativa Garay, Santa Fe, Argentina) cuya composición se presenta en el Cuadro 2. En la estación cálida también se les ofreció agua.

La leche se ofreció dos veces en el día. El total diario fue, en promedio, de 4 litros por ternero. El balanceado iniciador y el agua se ofrecieron dos horas después de suministrada la dieta láctea.

Cuadro 2. Composición del balanceado iniciador para terneros utilizado en ambas estaciones y sistemas de crianza

Indicador	Porcentaje(%)
Materia seca (%)	86,0
Proteína bruta (%)	18,4
Cenizas totales (%)	7,4
FDN(%)	18,1
FDA(%)	3,4
Ca (%)	1,0
P(%)	0,6
EM (Mcal/kg/MS)	3,10

5.5. Mediciones

En cada ensayo se efectuaron las siguientes mediciones:

5.5.1. Biológicas

5.5.1.1. *Peso vivo.* A los animales se les registró el peso al ingreso (PI) y al final de los 50 días de la etapa lechal (PF). Con esos datos se estimó la ganancia de peso diaria (GPD).

5.5.1.2. *Consumo de balanceado iniciador.* Una vez a la semana se controló el consumo individual de alimento. Se pesó el alimento al momento de suministro. Al día siguiente se pesó el remanente y por diferencia se estimó la ingesta. La oferta de balanceado iniciador se ajustaba de acuerdo a los consumos estimados entre mediciones, de manera que siempre quedase remanente.



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

5.5.1.3 *Temperatura rectal (TR)*. Una vez cada 15 días, y cuatro (4) veces por día (08:00, 14:00, 20:00 y 02:00 horas), se midió la TR con termómetro clínico de mercurio All Pro, modelo 594/2004, con una precisión de 0,1°C.

5.5.1.4. *Frecuencia cardíaca (FC)*. Una vez cada 15 días, y cuatro (4) veces por día (08:00, 14:00, 20:00 y 02:00 horas), se registró la FC, por medio de un estetoscopio.

5.5.1.5. *Frecuencia respiratoria (FR)*. Una vez cada 15 días, y cuatro (4) veces por día (08:00, 14:00, 20:00 y 02:00 horas), se registró la FR por observación de los movimientos de los flancos, durante un minuto.

5.5.1.6. *Glucocorticoides en saliva (CS)*. Se llevó a cabo una determinación durante la experiencia, a las 08:00, 14:00, 20:00 y 02:00 horas, cuando los terneros tenían, en promedio, 35 días de edad.

Las extracciones de saliva se realizaron con una esponja, previamente esterilizada, que se colocaba en la boca del ternero durante no más de 1 minuto. Luego, la esponja se introducía en una jeringa y, presionando con el émbolo, se extraía la saliva y se la conservaba a -20°C, hasta el análisis.

El cortisol se cuantificó por un kit comercial ELISA (Salimetrics LLC, State College, PA, USA). El ensayo se basa en la competencia entre el cortisol presente en las muestras de saliva y cortisol conjugado con la enzima peroxidasa, por los sitios de unión de anticuerpos monoclonales ligados a pocillos de una microplaca. Además, se prepara en el mismo ensayo, una curva de calibrado con concentraciones conocidas de estándares de cortisol, que permiten la posterior cuantificación de las muestras. Esta técnica de enzimo-inmunoensayo fue desarrollada por Chacón Pérez, *et al.* (2004). Para cada estación se utilizó un único kit. El coeficiente de variación inter-ensayo es de 3,75% y el intra-ensayo 3,35%. La sensibilidad fue < 0,03 ng/ml.



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

5.5.1.7. *Hemograma.* Se realizaron dos hemogramas, en dos semanas consecutivas aproximadamente a los 35 días del ingreso de los animales a la crianza.

Las muestras de sangre se tomaron por punción yugular, con los animales en condiciones basales. Se utilizó EDTA como anticoagulante.

Los parámetros analizados en el hemograma fueron: hematíes ($*10^{12}/L$), hemoglobina (g/L), hematocrito (%), leucocitos (G/L) neutrófilos (G/L), linfocitos (G/L), monocitos(G/L), eosinófilos (G/L) y basófilos (G/L), donde G (Giga) significa que el número de células informado debe multiplicarse por 10^9

El procesamiento de laboratorio se realizó de inmediato. La determinación de hematocrito se realizó por centrifugación de capilares a 12.000 rpm (4 minutos), hemoglobina por fotolorimetría a 540 nm (cian-meta-Hb, reactivos Wiener), eritrocitos y leucocitos por recuento en Cámara de Neubauer (diluyentes Biopur).

5.5.2. *Comportamiento.*

Las observaciones del comportamiento se realizaron utilizando la técnica de "muestreo de barrido" a intervalos regulares registrando la conducta de cada individuo en ese momento (Martin y Bateson, 1991). La regla de registro fue de muestreo temporal, dividiendo la sesión de observación en periodos de 15 minutos sucesivos sobre cada tratamiento (Martin y Bateson, 1991). Estas observaciones fueron apoyadas con grabaciones de video.

Las conductas se observaron una vez cada 15 días. Dado que los bovinos presentan hábitos diurnos (Valtorta *et al.*, 2006), las observaciones se realizaron durante las horas de luz.

Las conductas observadas fueron:



Echado: ternero decúbiteo ventral con ojos abiertos o cerrados. Los bovinos descienden primero la cabeza para observar cualquier movimiento de depredadores seguidamente apoyan una extremidad anterior flexionándola, después la otra y a continuación dirigen las extremidades posteriores hacia adelante flexionándolas progresivamente para dejarse caer suavemente sobre una manteniendo la otra extremidad hacia adelante.

Parado: ternero apoyado en sus cuatro miembros extendidos, sin realizar ninguna actividad

Parado comiendo: ternero apoyado en sus cuatro miembros con la cabeza dentro del comedero por más de 30 segundos

Otras conductas:

Falsa Rumia: ternero que mastica repetidas veces, ya sea echado o parado

Pastoreando: Ternero parado con la cabeza baja arrancando pasto

Se consideraron como conductas lúdicas:

Trotar: el ternero se desplaza a una velocidad media en dos tiempos con apoyo y suspensión alternante de dos extremidades en diagonal: la mano izquierda y el pie derecho, luego la mano derecha y el pie izquierdo.

Coccar: los terneros mediante un descenso rápido del segmento cabeza-cuello y una fuerte contracción de la musculatura del tronco desplazan hacia adelante su centro de gravedad al tiempo que flexionan ligeramente las extremidades posteriores y seguidamente las proyectan con fuerza hacia atrás en dirección recta con inmediata recogida y al apoyar ambas extremidades recuperan el centro de gravedad. En esta forma de coccar, el ternero pasa de cuadrúpedo a bípedo al sostenerse temporalmente sobre sus extremidades anteriores.

Embistir: los terneros bajan su cabeza y trotan hacia otro ternero o hacia algún objeto cercano.

5.6. Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos se realizaron con el software InfoStat/profesional (Di Rienzo *et al.*, 2009).



5.6.1. *Peso*

Mediante técnicas univariadas se efectuó el análisis de varianza (ANOVA). Para los datos de peso vivo se compararon las ganancias de peso diario por tratamiento, utilizando el PI como covariable, de acuerdo al siguiente modelo:

$$\gamma = \mu + s_i + \beta \left(\bar{x}_{ij} - \bar{x} \right) + \xi_{ij}$$

donde

μ = media general

s_i = efecto del i-ésimo tratamiento

i = sistema de crianza 1 y 2

j = animales

β = coeficiente de regresión

x_{ij} = peso del i-ésimo sistema de crianza en el j-ésimo animal

ξ_{ij} = error residual

En el caso de no detectarse efectos de la covariable, se aplicaron técnicas de comparación de medias (test de Student) de acuerdo al modelo:

$$t = \frac{(\bar{y}_m - \bar{y}_c) - (\bar{\mu}_m - \bar{\mu}_c)}{\sqrt{s^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \cong t(n_1 + n_2); \alpha = 0,05 \quad (1)$$

donde :

y_m = media del ganancia de peso diario del tratamiento modificado

y_c = media del ganancia de peso diario del tratamiento control

μ_m = media poblacional del tratamiento modificado

μ_c = media poblacional del tratamiento control

n = número de animales

s^2 = varianza

5.6.2. *Consumo*



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

Los datos de consumo se analizaron utilizando técnicas de comparación de medias, de acuerdo al modelo presentado en (1), ingresando los datos de consumo diario para los dos tratamientos, en reemplazo de los valores de peso.

5.6.3. *Temperatura rectal (RT), frecuencia cardíaca (FC) y frecuencia respiratoria (FR)*

Fueron analizados en parcelas subdivididas con diseño completamente al azar con medidas repetidas en el tiempo, de acuerdo al siguiente modelo:

$$y = \mu + s_i + d_{ij} + h_{ijk} + \xi_{ijk}$$

donde:

μ =efecto de la media general

s_i = efecto del i-ésimo sistema de crianza, $i= 1,2$

d_{ij} = efecto del j-ésimo día en i-ésimo sistema de crianza

h_{ijk} = efecto de la hora k-ésima en el j-ésimo día en el i-ésimo sistema de crianza

ξ_{ijk} = efecto del error

5.6.4. *Cortisol en saliva (CS)*

Los datos fueron analizados en parcelas divididas en un diseño completamente al azar con medidas repetidas en el tiempo.

$$y = \mu + s_i + h_{ij} + \xi_{ij}$$

donde:

μ = efecto de la media general

s_i = efecto del i-ésimo sistema de crianza, $i= 1,2$

h_{ij} = efecto de la hora j-ésima en el i-ésimo sistema de crianza

ξ_{ij} = efecto del error

5.6.5. *Hemogramas*

Los resultados de los hemogramas se analizaron por edades, para compararlos con los intervalos de referencia para la raza y edad considerados normales según Muri *et al.*, (2005) Rérat *et al.*, (2005) Brun-Hansen *et al.*, (2006), y Cerutti *et al.*, (2009). Sólo si se



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

observaban valores fuera del rango normal en algún grupo de tratamiento, se informarían los resultados por tratamiento.

5.6.6. Ritmos circadianos

Para las variables que se midieron cuatro veces por día y que presentaron diferencias significativas horarias, los datos fueron sometidos al análisis del Cosinor para detectar la existencia de ritmos circadianos, de acuerdo a la metodología de Nelson *et al.* (1979):

$$Pp = M + A \cos(\omega * t + \varphi)$$

donde:

Pp = Parámetro fisiológico (TR, FR, FC, CS)

M = *Mesor* (valor alrededor del cual están las oscilaciones)

A = amplitud estimada por el cosinor de la función coseno

ω = frecuencia angular (radianes/ unidad de tiempo). El ciclo de 24 horas es representado por 4π radianes)

φ = acrofase estimada por el cosinor que corresponde al ángulo de fase del valor máximo de la función coseno.

t = tiempo, en horas

5.6.5. Comportamiento

Para el análisis de los datos de comportamiento se confeccionaron tablas de contingencia entre los dos tratamientos. Con las tablas de contingencia se procedió a efectuar una prueba de Chi-cuadrado (χ^2), según la metodología de Mader *et al.* (2007).

5.6.6 Niveles de significancia

Si bien para estudios a la intemperie, Kolver y Müller (1998) sugieren utilizar como límite de significancia una probabilidad del 10%, en todos los casos se consideraron las diferencias como significativas cuando se tenía ($p < 0,05$). Los valores de las diferentes variables, cuando correspondía, se indicaron como Media \pm DE.



CAPITULO 6

6. Resultados

6.1. Ensayo época fría.

6.1.1. Datos meteorológicos

En los cuadros I y II del Anexo I se presentan los datos meteorológicos diarios de temperatura mínima (Tmn, °C) y máxima (TMX, °C), humedad relativa media (HR, %), velocidad del viento (VV, m/s), radiación solar (RS, MJ/d) y *Wind Chill Index* (WCI) correspondientes a los días en que se realizó el ensayo en la época fría.

En el Cuadro 3 se muestran los datos meteorológicos registrados durante los días en que se realizaron las mediciones fisiológicas.

Cuadro 3. Temperatura máxima (TMX), temperatura mínima (Tmn), humedad relativa (HR), radiación solar (RS), velocidad del viento (VV) y *Wind Chill Index* (WCI) registrados durante los días en que se realizaron las mediciones fisiológicas.

Fecha	TMX °C	Tmn °C	Pp (mm)	HR (%)	RS (MJ/d)	VV (m/s)	WCI
10/07/2007	6,9	-0,7	0	86	15,87	2,27	2,89
23/07/2007	16,6	-0,5	0	63	15,03	2,20	6,71
01/08/2007	12,0	5,9	0	97	7,09	1,68	7,58
02/08/2007	7,0	5,5	1,00	99	1,14	2,82	5,08

6.1.2. Mediciones biológicas

En el Cuadro I del Anexo II se observan los resultados de las pruebas de calostro (test de coagulación del glutaraldehído).

Los terneros del ST se movieron una vez por semana, cuando las condiciones meteorológicas eran buenas y dos o tres veces por semana cuando existían condiciones de inestabilidad (lluvia, nubes). En el SM no fue necesario rotarlos con tanta frecuencia, porque a pesar de las lluvias o temporales los terneros tenían donde echarse



6.1.2.1. Consumo.

En el Cuadro II a y b (Anexo II) se presentan los consumos diarios en los días de medición. Se observa que el número de animales es diferente al principio y final. Esto es debido a que el ingreso de los terneros se fue produciendo en distintas fechas, de acuerdo al momento de su nacimiento, y todos se retiraban al cumplir los 50 días de alojamiento. Para el análisis estadístico solamente se incluyeron los días de medición con igual número de animales.

El consumo registrado el día 25 de julio, en ambos sistemas, muestra una disminución (Cuadro II a y b, Anexo II) que no responde al consumo esperado en función a la edad, como se observa en la evolución del resto de valores. Esta baja en el consumo no se puede adjudicar a razones intrínsecas de los animales (diarreas, neumonía) ni a condiciones extrínsecas (condiciones meteorológicas extremas), y podría deberse a errores de muestreo. Por lo tanto, esos datos se consideraron aberrantes y no se incluyeron.

Realizado el análisis estadístico, se encontraron diferencias significativas en el consumo medio diario entre tratamientos ($p=0,0152$). En el Cuadro 4 se presentan los consumos medios diarios de los terneros bajo los dos sistemas de crianza.

Cuadro 4. Consumo medio diario (CM) de terneros criados bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Sistema de crianza	CM (g)
ST	632,64 \pm 372,80 ^a
SM	942,72 \pm 490,25 ^b

^{a,b}Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

6.1.2.2. Peso.

En el Cuadro III del Anexo II, se presentan los PI y PF para los terneros bajo los dos sistemas de crianza.



En el Cuadro 5 se presentan los PI y PF promedios de los terneros en ST y SM. Los animales del ST registraron mayor PI (10,0%) mientras que los del SM presentaron mayor PF (12,4%).

Cuadro 5. Pesos promedio iniciales (PI) y finales (PF) de los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Sistema de crianza	PI (kg)	PF (kg)
ST	33,20 ^a \pm 4,09	46,60 ^a \pm 5,10
SM	30,00 ^a \pm 2,00	52,40 ^b \pm 3,21

^{a,b}Letras diferentes entre indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Se realizó la corroboración de normalidad distributiva con la prueba de Shapiro-Wilks, para las variables PI, PF y GPD, que ajustaron a una distribución normal. Por lo tanto, se aplicaron análisis paramétricos.

El análisis de covarianza, utilizando como covariable al PI para GPD demostró un relación lineal no significativa ($p=0,6883$) con pendiente negativa (-0,0047). Por esta razón, no se efectuaron correcciones debidas al PI.

Para el análisis de la GPD se utilizó la comparación de medias. Los resultados se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Ganancia de peso diaria media (GPD, kg) de los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Sistema de crianza	GPD (kg)
ST	0,28 \pm 0,09 ^a
SM	0,44 \pm 0,10 ^b

^{a,b}Letras diferentes entre indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

6.1.2.3 Temperatura rectal

En el Cuadro IV del Anexo II se presentan los datos recolectados *in situ* de la TR.



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

En el Cuadro 7 se presentan las TR medias generales registradas en los dos sistemas de crianza y en el Cuadro 8 los valores de TR medias discriminadas por día y sistema de crianza.

Cuadro 7. Temperatura media rectal general (TR) de los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Sistema de crianza	TR (°C)
ST	38,30 \pm 0,80 ^a
SM	38,70 \pm 0,50 ^b

^{a,b} Letras diferentes entre indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Cuadro 8. Temperatura media rectal (TR) registrada en los terneros en los días de medición, bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Fecha	Sistema de crianza	TR (°C)
10/07/2007	ST	37.60 \pm 0.70 ^a
	SM	38.60 \pm 0.70 ^b
23/07/2007	ST	38.50 \pm 0.80 ^b
	SM	38.70 \pm 0.50 ^b
01/08/2007	ST	38.60 \pm 0.50 ^b
	SM	38.70 \pm 0.20 ^b

^{a,b} Letras diferentes entre indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

En el Cuadro 9 se presentan las probabilidades correspondientes al ANOVA



Cuadro 9. Probabilidades del análisis en parcelas subdivididas con medidas repetidas en el tiempo para la temperatura rectal (TR) para terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM).

TR (°C)		probabilidad
Sistema de crianza		0,0072
Efectos	Día	0,0005
	Hora	<0,0001
	Individuo	0,032
Día*tratamiento		0,0172
Interacciones	Día *hora	0,0009
	Día*individuo	0,0207

La TR mostró una variación horaria significativa, razón por la cual se realizó el análisis de Cosinor (Nelson *et al.*, 1979) para detectar la existencia de variaciones rítmicas. Estos resultados se presentan el Cuadro 10.

Cuadro 10. Análisis circadiano de los valores de temperatura (TR, °C) para terneros criados bajo los dos sistemas: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM).

Fecha	Variable	Sistema de crianza	Mesor	Amplitud	Acrofase	P<
10/07/2007	TR	ST	37,2	0,62	17:43	0,005
		SM	38,4	0,80	16:20	0,006
23/07/2007	TR	ST	38,5	1,02	18:52	0,01
		SM	38,6	0,56	18:40	0,05
01/08/2007	TR	ST	38,6	0,4	14:08	0,50
		SM	38,6	0,28	17:43	0,24

En la Figura 5 se presenta la variación diaria de la TR. El horario en que se observó la TR mínima fue coincidente en ambos sistemas: 08:00. En cuanto a la TR máxima también hubo coincidencia en los tratamientos, siendo similares los valores para las 14:00 y 20:00 horas.

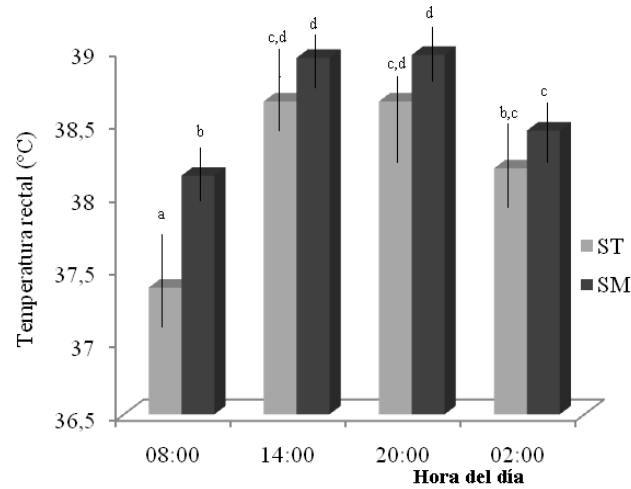


Figura 5. Marcha diaria de la temperatura rectal (TR, °C) en terneros bajo dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Las barras verticales indican DE. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

6.1.2.4. Frecuencia cardíaca.

En el Cuadro V del Anexo II se presentan los datos recolectados los días de observación de la FC.

En el Cuadro 11 se presentan promedios generales de las FC registradas en los dos sistemas de crianza y en el Cuadro 12 los valores de FC medios discriminados por día y sistema de crianza.

Cuadro 11. Frecuencia cardíaca media general (FC) para los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Sistema de crianza	FC (latidos/min)
ST	63,90 \pm 18,00 ^a
SM	70,40 \pm 23,00 ^b

^{a,b} Letras diferentes entre indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

Cuadro 12. Frecuencia cardíaca media (FC) registrada en los terneros en los días de medición bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Fecha	Sistema de crianza	FC (latidos/min)
10/07/2007	ST	56,80 \pm 8,20 ^{ab}
	SM	63,40 \pm 11,90 ^b
23/07/2007	ST	54,20 \pm 9,70 ^a
	SM	54,80 \pm 8,00 ^a
01/08/2007	ST	80,70 \pm 20,20 ^c
	SM	94,00 \pm 23,00 ^d

^{a, b, c, d} Letras diferentes entre indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

En el Cuadro 13 se presentan los datos correspondientes a las probabilidades del análisis de la varianza.

Cuadro 13. Probabilidades del análisis en parcelas subdivididas con medidas repetidas en el tiempo para la frecuencia cardíaca (FC) para terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM)

FC (latidos /min)		probabilidad
Sistema de crianza		0,0033
Efectos	Día	<0,0001
	Hora	<0,0001
	Individuo	0,036
Interacciones	Día*tratamiento	0,0431
	Día *hora	<0,0001
	Hora*tratamiento	0,0176
	Día*hora*tratamiento	0,00131

Del mismo modo que la TR, la FC mostró una variación horaria significativa, por lo cual se realizó el análisis de Cosinor (Nelson *et al.*, 1979) para detectar la existencia de variaciones rítmicas. Estos resultados se presentan el Cuadro 14



Cuadro 14. Análisis circadiano de los valores de la frecuencia cardíaca (latidos/min) para terneros criados bajo los dos sistemas: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM)

Fecha	Variable	Sistema de crianza	Mesor	Amplitud	Acrofase	$P <$
10/07/2007	FC	ST	56,70	6,96	16:47	0,15
		SM	62,30	10,90	09:20	0,11
23/07/2007	FC	ST	55,30	9,46	02:24	0,65
		SM	61,80	5,86	16:44	0,96
01/08/2007	FC	ST	80,60	21,70	15:28	0,10
		SM	93,80	28,40	21:56	0,24

En la Figura 6 se presenta la marcha diaria de la FC. La FC máxima se registró a las 20:00 horas en ambos sistemas de crianza, mientras que el valor mínimo se registró a las 08:00 horas en el ST y a las 14:00 en el SM.

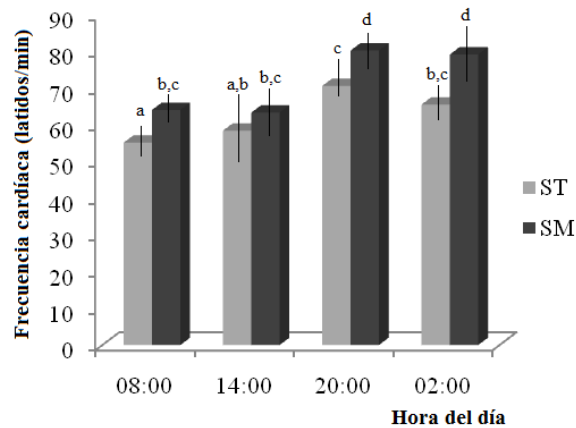


Figura 6. Marcha diaria de la frecuencia cardíaca (FC, latidos/min) en terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Las barras verticales indican DE. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas ($p < 0,05$)



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

6.1.2.5. Frecuencia respiratoria

En el Cuadro VI del Anexo II se presentan los valores de FR registrados *in situ*.

En el Cuadro 15 se presentan las FR medias generales registradas en los dos sistemas de crianza y en el Cuadro 16 los valores de FR medios discriminados por día y sistema de crianza (ST y SM)

Cuadro 15. Frecuencia respiratoria media general (FR) para los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Sistema de crianza	FR (rpm)
ST	20,80 \pm 4,41 ^a
SM	25,10 \pm 7,79 ^b

^{a,b} Letras diferentes entre indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Cuadro 16. Frecuencia respiratoria media (FR) registrada en los terneros en los días de medición bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Fecha	Sistema de crianza	FR (rpm)
10/07/2007	ST	19,60 \pm 3,14 ^a
	SM	21,40 \pm 3,95 ^a
23/07/2007	ST	20,60 \pm 4,55 ^a
	SM	22,60 \pm 3,25 ^a
01/08/2007	ST	22,20 \pm 5,11 ^a
	SM	31,20 \pm 10,10 ^b

^{a,b} Letras diferentes entre indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

En el Cuadro 17, se presentan los datos correspondientes a las probabilidades del análisis de la varianza.



Cuadro 17. Probabilidades del análisis en parcelas subdivididas con medidas repetidas en el tiempo para el frecuencia respiratoria (FR) para terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado(SM).

FR (rpm)		probabilidad
Sistema de crianza		0,031
Día		0,003
Efectos	Hora	0,0408
Individuo		0,036
Interacciones	Día * individuo	0,0037

La FR, al igual que los otros índices fisiológicos, presentó una variación horaria significativa. Para detectar la existencia de variaciones rítmicas, se efectuó el análisis del Cosinor (Neslon *et al.*, 1979). Los resultados se pueden observar en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Análisis circadiano de los valores de la frecuencia respiratoria (FR, rpm) para terneros criados bajo los dos sistemas: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM)

Fecha	Variable	Sistema de crianza	Mesor	Amplitud	Acrofase	P<
10/07/2007	FR	ST	19,50	3,10	06:56	0,37
		SM	20,60	3,20	20:48	0,13
23/07/2007	FR	ST	20,60	3,10	17:10	0,48
		SM	22,70	3,60	17:12	0,57
01/08/2007	FR	ST	21,20	3,60	09:40	0,47
		SM	32,10	8,26	06:56	0,98

La marcha diaria de la FR se presenta en la Figura 7. La FR máxima se presentó al mismo horario (20:00 horas), mientras que el valor mínimo no fue coincidente, siendo para el ST a las 14:00 horas y para el SM a las 08:00 horas.

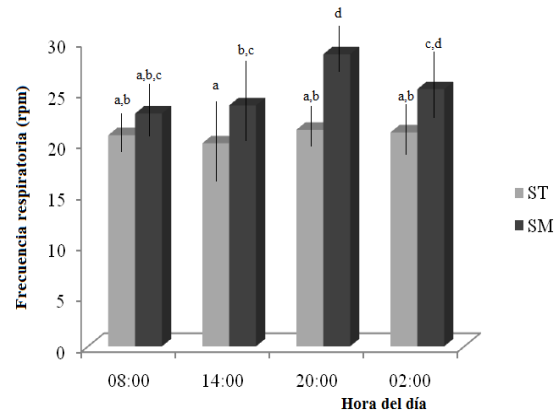


Figura 7. Marcha diaria de la frecuencia respiratoria (FR, rpm) en terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Las barras verticales indican DE. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

6.1.2.6. Cortisol en saliva

En la Figura I a y b del Anexo II se presentan las curvas de calibración para la determinación del CS. En ellas se expresa la concentración del CS en $\mu\text{g/dL}$.

En el Cuadro VII del Anexo II se presentan los valores individuales horarios del CS de los terneros bajo los dos sistemas de crianza.

En el Cuadro 19 se muestran los valores medios de CS para los terneros criados bajo los dos sistemas: ST y SM.

Cuadro19. Valores medios de cortisol en saliva (CS) para los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Sistema de crianza	CS (ng/ml)
ST	2,06 \pm 1,37 ^a
SM	1,97 \pm 1,21 ^a

^a Diferencia no significativa ($p = 0,70$)



Se analizaron los datos de 4 terneros, debido a que uno de los del ST murió durante el día en que se efectuó la extracción. Las tres muestras extraídas de este ternero, presentaron muy elevado nivel de cortisol: 23,8 ng/ml a las 20:00 horas, y de 14,3 ng/ml a las 08:00 horas. Estos valores indicaron un alto nivel de estrés que, no necesariamente, pudo deberse al tratamiento.

Realizado el análisis de parcelas divididas, no se detectaron diferencias significativas entre los sistemas, siendo muy significativa la variación entre animales ($p=0,0004$). En la Figura 8 se muestra la marcha diaria de la concentración de CS. Se puede apreciar que el momento de máxima concentración en ambos sistemas se presentó a las 08:00, mientras que el mínimo se registró a las 20:00 para el ST y a las 14:00 para el SM.

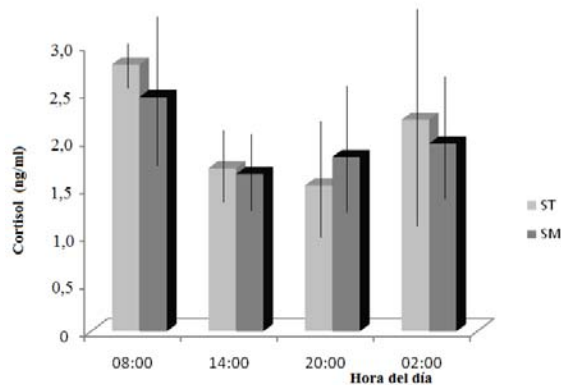


Figura 8. Marcha diaria de la variación de la concentración de cortisol en saliva (ng/ml) para terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Las barras verticales indican DE.

6.1.2.7. Hemogramas.

En el Cuadro 20 se presentan en forma cronológica los resultados de los análisis realizados a los terneros durante el ensayo.



Cuadro 20. Valores de los componentes sanguíneos en terneros discriminados por intervalos de edades, independientemente del sistema de crianza.

Componente	Edad (días)		
	21 - 30	31 - 40	41 - 50
Hematocrito, (%)	0,32 – 0,38	0,23 – 0,35	0,24 – 0,37
Eritrocito, x 10 ¹² /L	10,0 – 11,9	7,2 – 10,9	7,5 – 11,6
Hemoglobina, g/L	88,7 – 115,0	64,9 – 100,2	74,0 – 110,2
Leucocitos, G/L	6,0 – 15,5	7,3 – 9,3	5,2 – 14,8
Neutrófilos, G/L	3,1 – 9,1	2,5 – 3,9	1,6 – 6,9
Eosinófilos, G/L	0 – 0,182	0	0 – 0,158
Basófilos, , G/L	0 – 0,114	0 – 0,09	0 – 0,268
Linfocitos, , G/L	2,3 – 6,3	2,3 – 5,1	1,30 – 9,11
Monocitos, , G/L	0,91 – 2,23	0,46 – 1,02	0,46 – 1,92

6.1.3. Comportamiento

En el Cuadro 21 se presentan los datos meteorológicos diarios registrados los días en que se realizaron las observaciones de comportamiento.

En el Cuadro I del Anexo III se presentan las tablas de contingencia confeccionadas para analizar el comportamiento de los terneros bajo los dos sistemas de crianza.

Cuadro 21. Datos meteorológicos de temperatura máxima (TMX), temperatura mínima (Tmn), precipitación (Pp), humedad relativa (HR), radiación solar (RS), velocidad del viento (VV) y *Wind Chill Index* (WCI), registrados en los días que se realizaron las observaciones de comportamiento.

Fecha	TMX (°C)	Tmn (°C)	Pp (mm)	HR (%)	RS (MJ/d)	VV (m/s)	WCI
13/07/2007	9,8	-0,1	0	98	12,00	1,67	6,60
26/07/2007	23,2	2,3	0	71	16,62	4,11	11,60
06/08/2007	12,8	3,9	0	93	13,97	6,00	7,00

Se observó una relación significativa ($p < 0,0001$) entre las conductas registradas en los terneros y el sistema de crianza. En la Figura 9 se presenta la distribución porcentual del tiempo gastado para cada actividad. El porcentaje del tiempo destinado a estar echados (EH) fue 3% mayor en el SM que en ST (62% y 59%, respectivamente).



Por otro lado, los animales del ST permanecieron parados (P) más tiempo que sus compañeros del SM (33% y 26%, respectivamente).

Los terneros del SM gastaron el 5% del tiempo en otras conductas, mientras que los del ST solo destinaron el 3%. Dentro de otras conductas, se incluyeron conductas sociales y lúdicas. Las principales conductas sociales fueron olfatear, lamer o embestir a otro ternero. En lo denominado conductas lúdicas se consideraron la conducta de cocear, trotar y trotar con la cola levantada. No se observaron conductas lúdicas en el ST, pero sí en los terneros bajo el SM.

El tiempo destinado a comer el balanceado iniciador fue del 5% para el ST y del 7% para el SM.

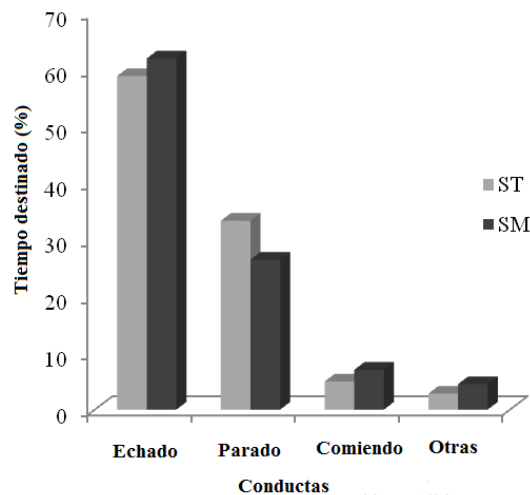


Figura 9. Conductas observadas en los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM): echado, parado, comiendo u otras.



6.2. Ensayo época cálida.

6.2.1. Datos meteorológicos

En los Cuadro I y II del Anexo IV se presentan los datos meteorológicos diarios, temperatura máxima (TMX, °C) y mínima (Tmn, °C) y, precipitación (Pp, mm), humedad relativa media (HR, %), velocidad del viento (VV, m/s) radiación solar (RS, MJ/d) e índice de temperatura y humedad (ITH) correspondientes a los días en que se realizó el ensayo en la época cálida.

En el Cuadro 22 se presentan los datos meteorológicos registrados durante los días en que se realizaron las mediciones fisiológicas.

Cuadro 22. Datos meteorológicos de Temperatura máxima (TMX) temperatura mínima (Tmn) precipitación (Pp) humedad relativa (HR), velocidad del viento (VV), radiación solar (RS) e índice de temperatura y humedad (ITH)

Fecha	TMX (°C)	Tmn (°C)	Pp (mm)	HR (%)	VV (m/s)	RS (MJ/d)	ITH
26/02/2009	29,3	18,7	0	61	4,63	26,99	71,51
10/03/2009	27,2	19,5	6	82	2,78	16,17	72,44
26/03/2009	30,4	15,2	0	65	5,19	19,93	70,14

6.2.2. Mediciones biológicas

En el Cuadro I del Anexo V se observan los resultados de las pruebas de calostrado. Los terneros del ST se movieron una vez por semana, cuando las condiciones meteorológicas eran buenas y dos o tres veces por semana cuando existían condiciones de inestabilidad (lluvia, nubes). En el SM no fue necesario rotarlos con tanta frecuencia, porque a pesar de las lluvias o temporales los terneros tenían donde echarse.

6.2.2.1. Consumo.



En el Cuadro II a y b del anexo V se presentan los consumos diarios correspondientes a los días en que se realizaron las mediciones.

En el Cuadro 23 se presentan los consumos medios diarios de balanceado iniciador de los terneros bajo los dos sistemas de crianza. No se detectaron diferencias significativas ($p=0,4054$) entre tratamientos.

Cuadro 23 Consumo medio diario (CM) para terneros criados bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Sistema de crianza	CM (g)
ST	694,00 \pm 505,60 ^a
SM	748,90 \pm 602,40 ^a

^aDiferencias no significativas ($p=0,41$)

6.2.2.2. *Peso.*

En el Cuadro III del Anexo V se presentan los PI y PF de los terneros manejados bajo los dos sistemas de crianza.

En el Cuadro 24 se presentan los pesos promedio iniciales y finales de los terneros en ST y SM

Cuadro 24. Pesos promedios iniciales (PI) y finales (PF) de los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Sistema de crianza	PI (kg)	PF (kg)
ST	33,50 \pm 5,38 ^a	71,29 \pm 6,74 ^a
SM	38,01 \pm 9,13 ^a	76,14 \pm 11,43 ^a

^aDiferencia no significativa ($p=0,32$)

Las variables PI, PF y GPD se ajustaron a una distribución normal. Por esta razón se aplicaron técnicas de análisis paramétrico. No se detectó efecto del PI en la respuesta de GPD ($p=0,4167$), por lo cual no se realizó corrección con respecto a dicho parámetro. Efectuado el análisis de medias de PI y PF, no se detectaron diferencias significativa ($p=0,9397$) entre el ST y SM. Los valores medios de GPD se presentan en el Cuadro 25.



Cuadro 25. Ganancia media diaria de peso (GPD) para terneros criados bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Sistema de crianza	GPD (kg)
ST	0,75 \pm 0,14 ^a
SM	0,76 \pm 0,18 ^a

^a Diferencias no significativas (p=0,62)

6.2.2.3. *Temperatura rectal*

En el Cuadro IV del Anexo V se presentan los valores de TR recolectados *in situ*, en los días de observación en los terneros manejados bajo los dos sistemas de crianza.

En el Cuadro 26 se presentan las TR medias generales registradas en los terneros bajo los dos sistemas de crianza, y en el Cuadro 27 los valores de TR medios discriminados por día y sistema de crianza.

Cuadro 26. Temperatura media rectal general (TR) para los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Sistema de crianza	TR (°C)
ST	39,00 \pm 0,35 ^a
SM	39,10 \pm 0,35 ^a

^a Diferencias no significativas (p=0,0509)



Cuadro 27. Temperatura rectal media (TR) registrada en los terneros en los días de medición bajo los dos sistemas de crianza: Sistema tradicional (ST) y Sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Fecha	Sistema de crianza	TR (°C)
26/02/2009	ST	39,00 \pm 0,21 ^b
	SM	39,03 \pm 0,38 ^b
10/03/2009	ST	38,75 \pm 0,40 ^a
	SM	38,97 \pm 0,34 ^b
26/03/2009	ST	39,10 \pm 0,30 ^b
	SM	39,18 \pm 0,20 ^b

^{a,b} Letras diferentes entre indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

En el Cuadro 28, se presentan los datos correspondientes a las probabilidades del análisis de la varianza de la TR.

Cuadro 28. Probabilidades del análisis en parcelas subdivididas con medidas repetidas en el tiempo para la temperatura rectal (TR) para terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional y sistema modificado.

TR (°C)	probabilidad	
Sistema de crianza	0,0509	
Efectos	Día	0,0017
	Hora	<0,0185
	Individuo	0,032
Interacciones	Día *hora	0,00236



La TR mostró una variación horaria significativa, por lo cual se realizó el análisis de Cosinor (Nelson *et al.*, 1979) para detectar la existencia de variaciones rítmicas. Estos resultados se presentan el Cuadro 29.

Cuadro 29. Análisis circadiano de los valores de la temperatura rectal (TR, °C) para terneros criados bajo los dos sistemas: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM)

Fecha	variable	Sistema de crianza	Mesor	Amplitud	Acrofase	P<
26/02/2009	TR	ST	38,80	0,16	17:12	0,80
		SM	38,90	0,26	20:08	0,05
10/03/2009	TR	ST	38,80	0,4	19:20	0,46
		SM	38,90	0,31	18:40	0,69
26/03/2009	TR	ST	38,90	0,3	20:08	0,05
		SM	39,50	0,25	16:17	0,27

En la Figura 10 se presenta la variación diaria de la TR. Los horarios en que se observaron las TR mínimas fueron coincidentes en ambos sistemas: 08:00 horas. La TR máxima se registró a las 14:00 horas en el ST y en el SM se presentaron en dos horarios a las 14:00 y a las 20:00 horas.

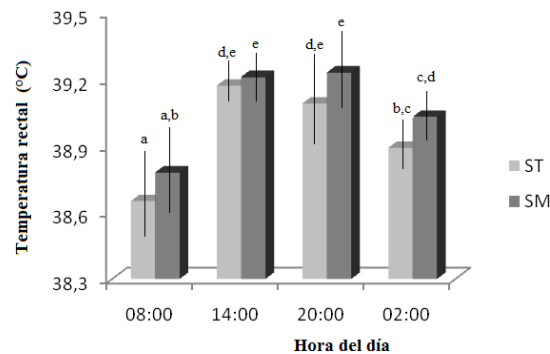


Figura 10. Marcha diaria de la temperatura rectal (TR, °C) en terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Las barras verticales indican DE. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

6.2.2.4. Frecuencia cardíaca.



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

En el Cuadro V del Anexo V se presentan los datos de FC de los terneros recolectados, en los días de observación en el campo.

En el Cuadro 30 se presentan de las FC promedio general registradas en los dos sistemas de crianza y en el Cuadro 31 los valores de FC medios discriminados por día y sistema de crianza.

Cuadro 30. Frecuencia cardíaca media general (FC) para los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Sistema de crianza	FC (latidos/min)
ST	94,90 \pm 11,3 ^a
SM	97,90 \pm 10,0 ^a

^a. Diferencias no significativas ($p=0,10$)

Cuadro 31. Frecuencia cardíaca media (FC) registrada en los terneros en los días de medición bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Fecha	Sistema de crianza	FC (latidos/min)
26/02/2009	ST	98,00 \pm 6,52 ^c
	SM	100,50 \pm 6,60 ^c
10/03/2009	ST	85,13 \pm 9,34 ^a
	SM	91,83 \pm 10,91 ^b
26/03/2009	ST	100,33 \pm 11,10 ^c
	SM	101,33 \pm 9,33 ^c

^{a,b,c} Letras diferentes entre indican diferencias significativas ($p\leq 0,05$)

En el Cuadro 32, se presentan los datos correspondientes al análisis de la varianza (parcelas subdivididas con medidas repetidas en el tiempo).



Cuadro 32. Probabilidades del análisis en parcelas subdivididas con medidas repetidas en el tiempo para la frecuencia cardíaca (FC) para terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado(SM).

FC (latidos/min)		probabilidad
Sistema de crianza		0,1039
Efectos	Día	<0,0001
	Hora	NS
	Individuo	0,0169
Interacciones	Día *hora	<0,0001

En la Figura11 se presenta la marcha diaria de la FC. La FC mínima se registró a las 02:00 horas en ambos sistemas de crianza, mientras que le valor máximo se registró a las 14:00 horas en el ST y a las 20:00 en el SM.

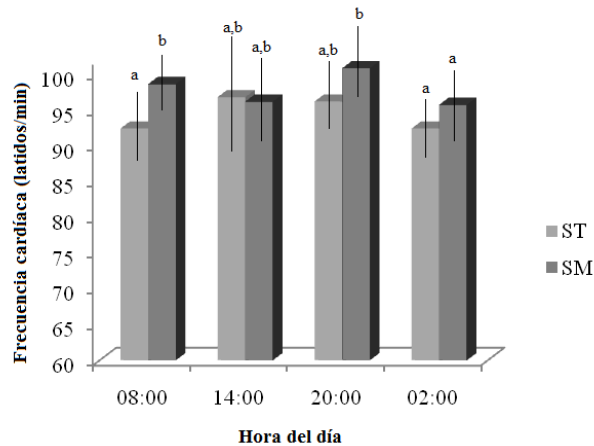


Figura 11. Marcha diaria de la frecuencia cardíaca (FC, latidos/min) en terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Las barras verticales indican DE. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

6.2.2.5. Frecuencia respiratoria

En el Cuadro VI del Anexo V se presentan los datos recolectados de FR, los días de observación en el campo.



En el Cuadro 33, se presentan las FR promedio general registradas en los dos sistemas de crianza y en el Cuadro 34 los valores de FR medios discriminados por día y sistema de crianza.

Cuadro 33. Frecuencia respiratoria media general (FR) para los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Sistema de crianza	FR (rpm)
ST	21,20 \pm 5,75 ^a
SM	21,30 \pm 6,20 ^a

^a Diferencias no significativas (p=0,92)

Cuadro 34. Frecuencia respiratoria media (FR) registrada en los terneros en los días de medición bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Fecha	Sistema de crianza	FR (rpm)
26/02/2009	ST	20,20 \pm 3,63 ^a
	SM	20,50 \pm 5,70 ^a
10/03/2009	ST	18,70 \pm 3,85 ^a
	SM	19,30 \pm 6,64 ^a
26/03/2009	ST	24,70 \pm 7,33 ^b
	SM	24,00 \pm 5,41 ^b

^{a,b} Letras diferentes entre indican diferencias significativas (p \leq 0,05)

En el Cuadro 35, se presentan los datos correspondientes a los efectos del análisis de la varianza (parcelas subdivididas con medidas repetidas en el tiempo).



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

Cuadro 35. Probabilidades del análisis en parcelas subdivididas con medidas repetidas en el tiempo para la frecuencia respiratoria (FR) para terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional y sistema modificado.

	FR(rpm)	probabilidad
Sistema de crianza		0,9168
Efectos	Día	0,003
	Hora	0,0408

La FR presentó una variación horaria significativa. Para detectar la existencia de variaciones rítmicas, se efectuó el análisis del Cosinor (Neslon *et al.*, 1979). Los resultados se pueden observar en el cuadro 36

Cuadro 36. Análisis circadiano de los valores de la frecuencia respiratoria (FR, rpm) para terneros criados bajo los dos sistemas: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM)

Fecha	Variable	Sistema de crianza	Mesor	Amplitud	Acrofase	$P <$
26/02/2009	FR	ST	20,1	3,6	15:11	0,88
		SM	20,1	5,3	14:06	0,04
10/03/2009	FR	ST	19,1	5,2	14:06	0,008
		SM	19,9	7,66	13:41	0,06
26/03/2009	FR	ST	20,1	5,3	14:06	0,04
		SM	24,2	6,98	11:23	0,46

La marcha diaria del se presenta en la Figura 12. Los horarios en que se registraron las FR máximas y mínimas fueron coincidentes en ambos tratamientos (14:00 y 08:00 horas, respectivamente)

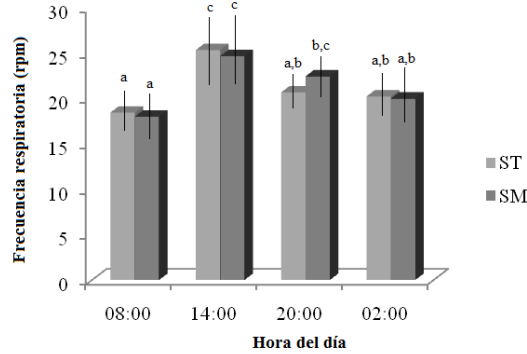


Figura 12. Marcha diaria de la frecuencia respiratoria (FR, rpm) en terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Las barras verticales indican DE. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

6.2.2.6. Cortisol en saliva

En la Figura I a y b del Anexo V se presentan las curvas de calibración para la determinación de la concentración de CS. En ellas, la concentración de CS se expresa en $\mu\text{g/dL}$.

En el Cuadro VII del Anexo V se presentan los valores individuales horarios de la CS de los terneros bajo los dos sistemas de crianza.

En el Cuadro 37 se muestran los valores medios de CS en saliva para los terneros criados bajo los dos sistemas: ST y SM.

Cuadro 37. Valores medios de cortisol en saliva (CS) para los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Los valores se presentan como media \pm DE.

Sistema de crianza	CS (ng/ml)
ST	0,43 \pm 0,23 ^a
SM	0,38 \pm 0,22 ^a

^a Diferencia no significativa ($p = 0,51$)

Las extracciones se realizaron para los 12 terneros. Una de las muestras no se conservó de manera adecuada y fue eliminada.



No se detectaron diferencias significativas entre los sistemas, pero sí en los horarios de extracción ($p=0,0061$).

Dado que el CS en saliva presentó una variación horaria significativa, se efectuó el análisis del Cosinor (Neslon *et al.*, 1979) para detectar la existencia de variaciones rítmicas. Los resultados se pueden observar en el Cuadro 38.

Cuadro 38. Análisis circadiano de los valores del cortisol en saliva (CS, ng/ml) para terneros criados bajo los dos sistemas; sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM)

Fecha	variable	Sistema de crianza	Mesor	Amplitud	Acrofase	$P <$
26/03/2009	CS	ST	0,40	0,10	22:08	0,26
		SM	0,30	0,08	23:52	0,78

En la Figura 13 se presenta la marcha diaria de CS para los terneros bajo los dos sistemas de crianza. Los valores de cortisol fueron más bajos en los terneros bajo del SM. El horario donde se registró el valor máximo fue a las 02:00 horas en ambos sistemas.

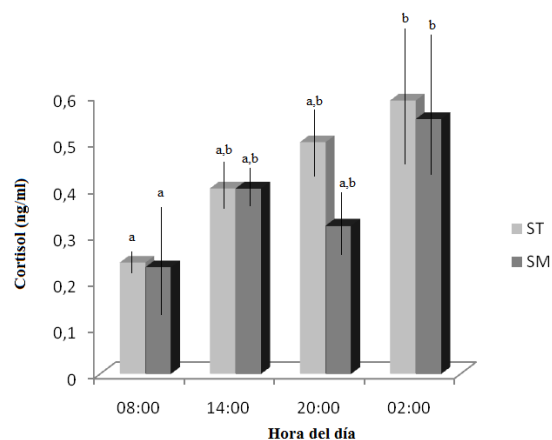


Figura 13: Marcha de los niveles de cortisol en saliva (ng/ml) para los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema modificado (SM) y sistema tradicional (ST). Las barras verticales indican DE. Letras distintas sobre las barras indican diferencias significativas ($p < 0,05$).



6.2.2.7. Hemogramas

En el Cuadro 39 se presentan en forma cronológica los resultados de los análisis realizados a los terneros durante el ensayo.

Cuadro 39. Valores de los componentes sanguíneos en terneros discriminados por intervalos de edades, independientemente de los sistemas de crianza.

Componente	Edad (días)		
	21 - 30	31 - 40	41 - 50
Hematocrito, (%)	0,28 – 38	0,31 – 0,35	0,28 – 0,39
Eritrocito, (*10 ¹² /L)	6,6 – 9,1	7,6 – 8,2	6,7 – 9,5
Hemoglobina, g/L	93,0 – 116,0	101,0 – 108,0	94,0 – 119,0
Leucocitos, G/L	4,1 – 9,2	7,1 – 8,5	6,2 – 12,9
Neutrófilos, G/L	1,23 – 4,52	2,4 – 2,8	3,1 – 3,5
Eosinófilos, G/L	0 – 0,092	0 – 0,077	0 – 0,38
Basófilos, G/L	0	0	0
Linfocitos, G/L	2,46 – 5,32	3,02 – 6,03	2,90 – 8,90
Monocitos, G/L	0,08 – 0,45	0,06 – 0,55	0,08 – 0,18

6.2.3. Comportamiento

En el Cuadro 40 se presentan los datos meteorológicos diarios registrados los días en que se realizaron las observaciones de comportamiento.

Cuadro 40. Datos meteorológicos de temperatura máxima (TMX), temperatura mínima (Tmn), precipitación (Pp), humedad relativa (HR), velocidad del viento (VV), índice de temperatura y humedad (ITH) y radiación solar (RS) registrados en los días que se realizaron las observaciones de comportamiento.

Fecha	TMX (°C)	Tmn (°C)	Pp (mm)	HR (%)	VV (m/s)	ITH	RS (MJ/d)
20/02/2009	37,1	25,3	0	68	16,11	82,85	s/d
12/03/2009	31,7	17,9	0	75	4,07	74,08	22,70
25/03/2009	30,5	16,2	0	66	2,41	71,03	21,71



Se observó una relación significativa ($p < 0,0001$) entre las conductas observadas en los terneros y el sistema de crianza. En la figura 14 se presenta la distribución porcentual del tiempo gastado para cada actividad. El porcentaje del tiempo destinado a estar parados (P) fue 5% mayor en el ST que en SM (28% y 23%, respectivamente).

En la conducta echado, los terneros del ST gastaron 61% y los del SM 62%.

Los terneros del SM gastaron el 5% del tiempo en otras conductas mientras que los del ST solo destinaron el 3%. Dentro de otras conductas cabe mencionar la falsa rumia, el buscar pasto, conductas sociales y conductas lúdicas. Las principales actividades sociales fueron olfatear, lamer o embestir a otro ternero. En las conductas lúdicas se incluyeron el cocear, el trotar y el trotar con las colas paradas o el embestir a los objetos cercanos (balde). Estas conductas solo fueron observadas en los terneros bajo el SM.

El tiempo destinado a comer el balanceado iniciador fue del 7% para el ST y del 8% para el SM.

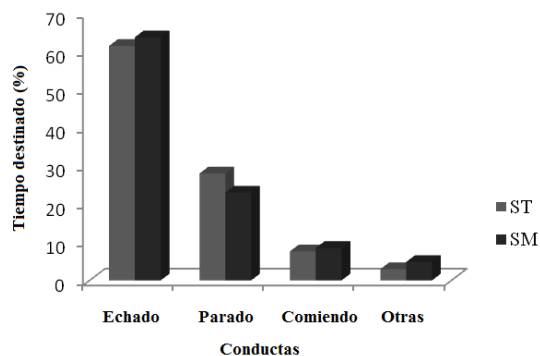


Figura 14. Conductas observadas en los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM) en la cuenca lechera santafesina: echado, parado, comiendo u otras.



CAPITULO 7

7. Discusión

7.1. Datos meteorológicos

Las temperaturas medias mensuales registradas en los meses en que se llevó a cabo el ensayo durante la época fría fueron $9,3 \pm 3,5$ °C en julio y $9,9 \pm 3,9$ °C en agosto, más bajas que el promedio normal de la región que es de $12,7$ °C y $13,9$ °C respectivamente (serie 1960-1990, SMN). Además, se presentaron 15 días con heladas meteorológicas, siendo superior a lo normal para la zona, que es de 11 días (García *et al.*, 2008).

El efecto de la velocidad del viento se observa a través del WCI, que en todos los casos representó temperaturas efectivas inferiores a la temperatura del aire. Considerando la ZTN para los terneros (NRC, 2001), en tres de los cuatro días de medición la temperatura del aire se encontró por debajo de la TCI (15°C , Hahn, 1985) durante las 24 horas. La excepción fue el 23 de julio, que presentó 23 horas por debajo de la TCI.

En relación con las precipitaciones, solamente un día se registraron lloviznas de poca intensidad pero persistentes. Los meses invernales normalmente no son lluviosos, pero el año en que se realizó la experiencia se caracterizó por ser extremadamente seco. En la región la precipitación promedio histórico es: $23,9$ y $26,3$ mm para julio y agosto respectivamente (serie 1960-1990).

Con respecto a la época cálida, las temperaturas medias fueron de $25,2 \pm 2,8^{\circ}\text{C}$ en febrero y $24,4 \pm 2,3^{\circ}\text{C}$ en marzo, más elevadas que las normales para la región que son de $24,2$ y $22,4^{\circ}\text{C}$ para febrero y marzo, respectivamente (1960-1990, SMN). Las precipitaciones fueron también superiores a los valores normales. Durante todo el período llovieron 291 mm, mientras la media histórica es de 216 mm. Sin embargo, estas condiciones no afectaron la humedad atmosférica, que se mantuvo dentro de los valores normales para la zona. Durante el ensayo, la humedad relativa fue de 65% en febrero y 68% en marzo. En este caso, es importante considerar esta variable porque la



combinación de la temperatura con la humedad representa un índice de interés para la producción animal (Valtorta & Leva, 1998).

Los ITH medios fueron 71,51; 72,44 y 70,14 para los tres días de medición (Cuadro 22). En general, se acepta que el límite para la zona de confort para vacas lecheras en lactancia está representado por un ITH de 72 (Armstrong, 1994). Sobre la base de este valor, las horas diarias de estrés fueron 12 para los dos primeros días de medición y 7 para el tercero. Sin embargo, si se considera la TCS para terneros (27°C; Hahn, 1985) los animales se encontraron fuera de su ZTN por 4; 1 y 3 horas los días 1; 2 y 3 de medición, respectivamente.

7.2. Datos biológicos

7.2.1. Peso de los animales

El peso de los terneros al nacimiento puede fluctuar entre 30 y 45 kg sin diferenciación de sexo (Lagger, 2010; Toledo, 1994). Los animales que participaron en los ensayos presentaron un peso comprendido en el intervalo normal de referencia para la raza (Cuadros 5 y 24).

Durante la estación fría, los terneros bajo el SM lograron una GPD de 440 g/d similar a la reportada para terneros criados artificialmente (Lagger, 2010). En cambio, los terneros bajo el ST presentaron una GPD de 280 g, casi 50 % menos que los del SM (Cuadro 6).

Es posible que los terneros del ST destinaran parte de su energía a mantener su temperatura corporal, en desmedro de su crecimiento (NRC, 1981). Los requerimientos energéticos se incrementan cuando el ternero se encuentra fuera de la zona de termoneutralidad. Por debajo de 5°C el ternero tiembla, tiritita para mantener la temperatura corporal, y este mecanismo requiere de energía.

Por otro lado, en trabajos realizados comparando diferentes sistemas de crianza, también informan sobre una GPD superior en aquellos terneros a los que se les permiten



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

mayor movilidad y sociabilidad con otros terneros (Appleby *et al.*, 2001; Chua *et al.*, 2002).

Si bien no se hicieron comparaciones estadísticas entre estaciones, se observa que durante la época cálida, la GPD fue superior a la de los terneros criados en invierno (Cuadro 25). Esto podría deberse a que la zona de termoneutralidad de los terneros está desplazada hacia valores más elevados que la de los animales adultos, entre 15 y 27°C (Hahn, 1985).

Por otro lado, dado que ambos grupos del ensayo de verano tenían acceso a sombra, es posible que los animales de ambos tratamientos hayan podido seleccionar microambientes confortables y que, debido a esto, no se hayan detectado beneficios de la mayor movilidad en los terneros del SM, en términos de GPD. Según Berra y Estol (1995) si se hiciera una prueba muy sencilla como es poner un cuadrado de sombra de 50 cm por 50 cm a las 13 horas un día característico del verano, de calor intenso, se comprobaría que el ternero ubica su cabeza justo debajo de la sombra proyectada.

7.2.2. Calostrado y consumo

La susceptibilidad del ternero a las enfermedades depende, entre otras cosas, de sus niveles de inmunidad. Al nacer, el ternero no tiene defensas, por el tipo de placenta del bovino pero, fisiológicamente, está preparado para recibir el calostro, cuyo aporte de inmunoglobulinas se estima que es del 90 % (Lagger, 1994).

Según Corbett & Benzaquen (2009) con la ingestión de calostro de buena calidad, se ha demostrado una disminución de los índices de morbilidad y mortandad, mejor resistencia a las enfermedades en todas las etapas y mejores lactancias, en comparación con terneras que no han recibido suficiente calostro. La información disponible dice que solo el 40 % de las vacas tienen más de 60 gr/litro de IG, necesarias para una defensa aceptable (Corbett & Benzaquen, 2009).



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

El ternero debe recibir el calostro dentro de las 24 horas después de nacido, y preferentemente en las primeras 6 horas para maximizar la transferencia de la inmunidad pasiva (Trotz-Williams *et al.*, 2008). El calostro no sólo contiene las inmunoglobulinas sino también concentraciones altas de proteínas, grasas, vitaminas y minerales. Así, el calostro asiste al ternero recién nacido en inmunidad y en nutrición.

En los cuadros I del Anexo II y I del Anexo V, se presentan las pruebas de glutaraldehído realizadas a los terneros de los ensayos. La mayoría de los terneros de ambas experiencias presentaron valores entre bueno y óptimo para la prueba del glutaraldehído.

Los requerimientos de energía metabolizable para mantenimiento para un ternero de 45 kg, en condiciones de termoneutralidad son de aproximadamente 1,75 Mcal/d. Por lo tanto, un ternero necesita, para satisfacer sus necesidades mínimas, 3 litros de leche por día (Lagger, 2010). En consecuencia, para que el ternero crezca necesita más leche ó consumir balanceado iniciador. En ambas experiencias se ofrecieron 4 l de leche por día a los terneros.

En invierno, los animales en SM consumieron significativamente más alimento que los del ST. Esa diferencia de consumo pudo haber sido la responsable del menor peso de los terneros en ST a medida que avanzaba la experiencia, reflejado en sus menores GPD (Cuadro 6).

En los períodos de estrés por frío, asegurar una nutrición eficiente para los terneros es dificultoso debido al incremento en los requerimientos de mantenimiento para la termorregulación (Drackley, 2005). En un ambiente termoneutral los terneros no requieren poner en funcionamiento mecanismos para mantener su temperatura corporal (NRC, 2001). La zona de termoneutralidad de los animales jóvenes varía con la edad, el peso, la temperatura ambiente y otros estresores (Schrama *et al.*, 1992; Scibilia *et al.*, 1987) pero, como ya se ha mencionado, se considera un rango comprendido entre 15 y 27°C (Hahn, 1985).



Cuando la temperatura está por debajo de la TCI, el ternero debe producir más calor, gastando energía, para mantener su temperatura corporal. La energía que necesita para mantener su homeotermia puede ser obtenida a través del aumento de la ingesta o del incremento del metabolismo de los tejidos de reserva (Nonnecke *et al.*, 2009). Si bien no se evaluó el estado corporal de los terneros, esto podría haber sucedido en los terneros del ST de la experiencia invernal, que consumieron significativamente menos balanceado iniciador que los del SM. Por otro lado, también podría haber ocurrido que la energía consumida por los terneros en ST se haya derivado a incrementar la producción de calor, a expensas del crecimiento.

Durante la experiencia de verano los consumos y las GPD fueron similares para ST y SM. Posiblemente, debido a la oferta de sombra, los animales se habrían encontrado durante gran parte del tiempo en condiciones de termoneutralidad. Esto explicaría sus mejores desempeños reflejados, aquí también, en sus GPD (Cuadro 25). Esta respuesta indica que el manejo con sombras durante el verano es muy eficiente para terneros en estacas. Como se comentó al discutir los datos meteorológicos, las condiciones del verano en que se llevó a cabo el ensayo fueron más rigurosas que la normal para la zona.

7.2.3. Temperatura rectal

Los valores medios normales de TR para terneros fluctúan entre 38,5 y 39,5°C (Radostits *et al.*, 2002). Las TR medias generales se encontraron dentro de estos valores en la mayoría de los casos. La única excepción la constituye el grupo ST de invierno en el primer día de medición (Cuadros 7, 8, 26 y 27).

La TCI para los terneros disminuye desde su valor inicial (15°C) a 2°C bajo cero cuando los terneros alcanzan un mes de vida (Christopherson, 1985). Durante el primer día de mediciones de invierno se presentaron temperaturas del aire muy bajas (Cuadro 3) y la mayoría de los terneros tenían menos de un mes de vida. Esta combinación podría haber contribuido a los resultados para ese día. Los animales del ST presentaron una ligera hipotermia, condición que se alcanza cuando la TR es menor a 37,7°C (Butler *et al.*,



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

2006). Apparently, the animals with the protection of the cap, were able to maintain their body temperature better.

In the measurements of the last day of winter no significant differences were detected in the TR in response to the treatment. During that day a persistent drizzle was recorded. This condition may have nullified the effect of the protection of the caps. The combination of humidity and cold influences negatively on the welfare of calves born in winter (Azzam, 1993; Buttler *et al.*, 2006).

During the summer, the average TR values were found within the normal range all the measurement days. This result reinforces what was observed with respect to consumption and GPD.

The TR presented variations throughout the day both in winter (Cuadro 9) and in summer (Cuadro 28). It is worth noting that only in winter there was an important significant effect of the rearing system. The relative effect found in summer could be due to the fact that in both treatments the animals had access to shade.

During the winter, the variations in TR adjusted to circadian rhythms on the first and second measurement days. On the other hand, during the summer, in general no adjustments of TR variations to circadian rhythms were observed (Cuadros 10 and 29).

Piccione *et al.* (2003) found that the body temperature of calves adjusts to a daily rhythm. This does not coincide with the data obtained for the last measurement day in winter and for the majority of the summer trial. The results could be due to the effects mentioned of the persistent drizzle on the third measurement day of winter and to the possibility of free access to shade that the calves had in summer. Both conditions could have affected the daily rhythm of TR.

In calves up to 52 days of age the daily oscillation is less than 1°C (Piccione *et al.*, 2003). In general, the results of both trials coincide with this observation.



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

La acrofase del ritmo de la TR diaria se registra una hora después del atardecer (Piccione *et al.*, 2003; Hahn *et al.*, 1990; Araki *et al.*, 1987). Similares resultados se observan en los casos, tanto de invierno como de verano, en los que se presenta ajuste a ritmos circadianos (Cuadros 10 y 29).

7.2.4 Frecuencia cardíaca

En invierno, los terneros presentaron valores de FC inferiores a lo informado por Berra *et al.* (1996) quienes indican que los valores normales de la FC se encuentran entre 80 y 120 latidos/min (Cuadros 11 y 12).

Holmes *et al.* (1976) encontraron que la FC media disminuía cuando los días eran muy fríos. Durante los días de medición en invierno se registraron temperaturas muy bajas (Cuadros I y II, Anexo I), y en el tercer día de medición se registró una llovizna persistente que agregó otro efecto negativo a las bajas temperaturas. Como se comentó más arriba, la combinación de humedad y frío afecta negativamente el bienestar de los terneros (Azzam, 1993; Buttler *et al.*, 2006).

Durante el verano, las FC se encontraron dentro de los parámetros normales (Berra *et al.*, 1996; Cuadros 30 y 31). Esto indicaría que en esta estación y, con la provisión de sombra, los animales estarían más confortables. La radiación solar puede ser contrarrestada en parte por la emisión del animal. Sin embargo, en ausencia de sombras, generalmente hay una ganancia neta de calor. La temperatura ambiente efectiva puede ser varios grados más elevada en esas circunstancias (Quigley, 2001).

La FC presentó variaciones significativas a lo largo del día en invierno (Cuadro 13), pero no en verano (Cuadro 32). Al igual que lo que ocurrió con la TR, el sistema de crianza sólo tuvo efectos significativos en invierno.

Veerman *et al.* (1995) encontraron que la presión sanguínea y la FC en humanos son mayores durante el día y más bajas durante la noche. Por otro lado, Eloranta *et al.* (2002) observó en renos, que las mínimas FC se presentaban a la mañana (06:00 y



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

08:00 horas) y eran más altos durante el resto día. En este estudio, durante el ensayo invernal, los terneros bajo los dos sistemas de crianza presentaron sus valores mínimos después del mediodía (Figura 6).

Si bien las variaciones en la FC podrían estar afectadas por el comportamiento de los terneros, las observaciones de variables fisiológicas y de comportamiento no fueron coincidentes en el tiempo, dado que las mediciones de las primeras habrían afectado a las últimas. En consecuencia, en estos ensayos no se puede relacionar la FC con la conducta de los terneros.

Si bien se detectaron esas fluctuaciones diarias de la FC en invierno, no se detectó ajuste a un ritmo circadiano. Piccione *et al.* (2010) trabajando con cachorros de perros de distintas razas concluyeron que la FC se ajusta a un ritmo circadiano recién después de los dos meses de vida. Parecería que el reloj biológico controla primeramente las oscilaciones de unas pocas variables, y luego el control de los patrones diarios de otras variables se da en un aparente orden jerárquico (Piccione *et al.*, 2010).

Es probable que en los mamíferos la temperatura corporal sea una de las variables primarias, a juzgar por su comportamiento bajo condiciones ambientales muy diversas. La amplitud de su oscilación varía poco entre especies, más allá de sus diferencias en tamaño, superficie específica e inercia térmica (Aschoff, 1982; Mortola & Lanthier, 2004). Debido a estas características, es probable que sea una de las variables que presenten un ritmo cronológico en forma más temprana.

7.2.5. Frecuencia respiratoria

En promedio, tanto en invierno (Cuadros 15 y 16) como en verano (Cuadros 33 y 34), las FR estuvieron cercanas a las 20 rpm. Sólo para SM durante el tercer día de medición invernal, se observaron FR más elevadas (Cuadro 16). Todos los valores medios estuvieron dentro de los rangos normales. Settlemire *et al.* (1964) informaron valores basales de FR entre 20 y 30 rpm para terneros Holstein. Scibilia *et al.* (1987) reportaron FR promedio de 19,4 rpm a -4°C y 25 rpm a 10°C. Estos autores consideraron que la



reducción en la FR se debería a un mecanismo para reducir las pérdidas de calor por vía evaporativa, y que FR bajas indicarían que los terneros no se encontraban confortables. En este estudio, durante el invierno, los terneros bajo el SM presentaron siempre FR superiores a los ST. Esto podría indicar que la provisión de capas mejoría el bienestar de los terneros.

Las probabilidades correspondientes a los diferentes efectos se observan en el Cuadro 17 para el ensayo de invierno y en el Cuadro 35 para el de verano. En el primer caso se detectaron efectos del día, hora y sistema de crianza. En verano, como ocurrió con los demás indicadores fisiológicos, el sistema de crianza no tuvo efecto significativo, pero sí hubo efectos del día y la hora de observación.

Si bien las FR presentaron fluctuaciones diarias, en invierno nunca ajustaron a ritmos circadianos. En verano, por otro lado, la respuesta es variable, para diferentes días y sistemas de crianza. En general, se observó una tendencia al ajuste a ritmos circadianos con la acrofase alrededor de las 14:00.

7.2.6. Cortisol en saliva

El cortisol es una hormona glucocorticoide sintetizada por la corteza adrenal. Su producción es regulada por el eje corticotrópico y puede ser alterada en diferentes circunstancias. Las concentraciones de cortisol aumentan en situaciones de estrés y sus parámetros pueden ser considerados como indicadores del BA (Chacón Pérez *et al.*, 2004; Ekkel *et al.*, 1997; Cook *et al.*, 1996). Los niveles de CS corresponden a la fracción de cortisol libre en el plasma, que es la fracción biológicamente activa del organismo (Vining *et al.*, 1983; Lac, 1998). Los corticoides entran a la saliva por difusión pasiva, por lo tanto su concentración no está afectada por la tasa de flujo salival (Riad-Fahmy *et al.*, 1982). La recolección de saliva es una técnica no invasiva y puede ser fácilmente ajustada a intervalos de tiempo regulares antes o después de una situación de estrés (Beerda *et al.*, 1996). Por otro lado, la extracción de muestras de sangre siempre produce estrés en los animales que puede provocar elevación de los



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

niveles de cortisol (Cooper *et al.*, 1989; Fell *et al.*, 1985). En los últimos años, ha aumentado el interés en evaluar las concentraciones de CS.

Negrao *et al.* (2004) demostraron que las concentraciones de cortisol en plasma y saliva evaluadas después de una aplicación de hormona adrenocorticotropa (ACTH) presentan perfiles similares y encontraron una correlación positiva entre las concentraciones de CS y en plasma de terneros lecheros.

La concentración CS en bovinos adultos es menor a 4 ng/ml (Chacón Pérez *et al.*, 2004). En el caso de los terneros, trabajos realizados por Negrao *et al.* (2004) detectaron niveles iniciales de cortisol inferiores a 0,2 ng/ml antes de la aplicación de ACTH. En cerdos jóvenes la concentración fue de 1,36 ng/ml. Estos valores se incrementaron luego de ser castrados a 2,3 ng/ml (Weston, 2009).

En experiencias realizadas en perros, se detectaron niveles de CS que variaban entre 1,4 ng/ml antes de iniciada la situación de estrés y 3,2 ng/ml después de ser sometidos a una situación de estrés (Koscinczuk *et al.*, 2009).

En el presente estudio, el día en que se realizó la recolección de saliva en invierno fue meteorológicamente muy frío y con llovizna persistente (Cuadro I y II Anexo I). Estas condiciones podrían haber afectado el bienestar de los animales, tanto del los ST como los SM. Si bien los niveles de cortisol del SM fueron menores que en los animales del ST (Cuadro 19), la protección no sería totalmente eficiente en condiciones de ambiente muy frío y húmedo.

En la experiencia de verano, el día de recolección de saliva se presentó con temperatura y humedades atmosféricas elevadas y lluvia de poca intensidad (Cuadro I y II Anexo IV). Los niveles de cortisol a lo largo del día fueron ligeramente inferiores en los terneros del SM (Cuadro 37).



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

La secreción de cortisol en ganado lechero exhibe un ritmo circadiano con valores máximos en la mañana (Thun *et al.*, 1981). En estudios de evaluación de bienestar animal es más importante analizar el ritmo circadiano de concentración de cortisol, que un solo valor por día (Ruis *et al.*, 1997; Hillmann *et al.*, 2008). Bajo situaciones de estrés se ha observado un comportamiento caótico y arrítmico en humanos (Yehuda *et al.*, 1996). También en caballos se observó que los ritmos diarios de cortisol pueden desaparecer por perturbaciones menores (Irvine & Alexander, 1994). Estos últimos autores señalan la dificultad de determinar los niveles de cortisol, dado que las mediciones pueden verse afectadas por el momento del día, la ocurrencia de fluctuaciones de corto plazo y el grado de acostumbramiento al ambiente.

Solamente se observaron fluctuaciones diarias de cortisol en la experiencia de verano, probablemente debido a que en el invierno las animales se encontraban en situación de estrés, a juzgar por los valores de concentración de la hormona en saliva (Cuadro 19).

Sin embargo, los valores del verano no se ajustaron a un ritmo circadiano (Cuadro 38). Como se ha citado anteriormente, existiría un orden jerárquico en el control de patrones diarios (Piccione *et al.*, 2010). Esto podría explicar la no detección de un ritmo circadiano de cortisol en los terneros, dada la edad de los animales.

7.2.7. Hemograma

En ambas estaciones (Cuadros 20 y 39), los hematocritos, eritrocitos y hemoglobina presentaron, en general, valores comprendidos en el intervalo de referencia para la raza y edad considerados normales (Muri *et al.*, 2005; Rérat *et al.*, 2005 Brun-Hansen *et al.*, 2006; Cerutti *et al.*, 2009).

Algunos autores informan que durante el crecimiento del bovino se presenta una disminución de la concentración de leucocitos hasta alcanzar los valores normales del animal adulto (Benjamin, 1967; Durr & Kraft, 1980; Jain, 1993). Sin embargo, Brun-Hansen *et al.* (2006) observaron que los terneros mantienen la concentración de



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

leucocitos dentro del intervalo de referencia para las vacas adultas. Esto último coincide con lo observado en ambas estaciones en el presente estudio.

Los neutrófilos y basófilos se encontraron, en general, dentro del intervalo de referencia para la raza y la edad (Brun-Hansen *et al.*, 2006; Cerutti *et al.*, 2009).

En relación a los eosinófilos su cantidad se mantuvo ligeramente por debajo del área de referencia para el intervalo de vacas adultas, en ambas estaciones. Este comportamiento coincide con lo informado por Brun-Hensem (2006).

Con respecto a las concentraciones de linfocitos, en los terneros de este estudio alcanzaron valores considerados normales para su edad y raza (Coppo *et al.*, 1994, 2000; Cerutti *et al.*, 2009). Las fluctuaciones observadas en la concentración de linfocitos se podrían deber a causas fisiológicas determinadas por la ontogenia (Coppo *et al.*, 2000).

La concentración de monocitos de los terneros presentó una tendencia a disminuir a medida que aumentaba la edad de los terneros, en ambas estaciones, pero especialmente en verano. Esto es coincidente con lo informado por otros autores (Durr & Kraft, 1980; Schalm, 1981; Coppo *et al.*, 1994, 1996).

En situación de estrés se produciría un aumento de monocitos conjuntamente con una elevación del resto de los leucocitos (Sodikoff, 1988; Kaneko, 1989). Esto último no se observó en el caso de los terneros en estudio, en ninguna de las estaciones.

7.3. Comportamiento

En ambas experiencias los terneros del SM destinaron más tiempo al comportamiento echado que los del ST. En la experiencia invernal los animales sólo gastaron un 58% en echado. Este comportamiento se puede deber a que los animales pierden más calor por



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

conducción cuando están en contacto directo con el suelo (Leadley *et al.*, 2006). Las capas utilizadas en los terneros del SM podrían disminuir la pérdida de calor por esa vía.

En trabajos realizados por Chua *et al.* (2002), comparando diferentes sistemas de crianza de terneros, se observó que los animales alojados individualmente o en pequeños grupos destinaban más el 70% del tiempo a estar acostados. En sus experiencias se compararon el desempeño, la salud y el comportamiento de terneros alojados individualmente y en pares, alimentados con leche *ad libitum*, suministrada en mamadera. Sus resultados coinciden con los con valores alcanzados en los ensayos de verano para ambos sistemas y con el de invierno solamente para el SM.

Por otro lado, observaciones realizadas en vacas Holstein indicaron que gastaban el 51% del tiempo a estar acostadas (Vitela *et al.*, 2005). En este caso se analizaba el comportamiento de vacas en estabulación libre, con una disponibilidad de 40 m² de corral por animal. Los autores señalan que en condiciones ideales los bovinos adultos permanecen echados hasta el 69% del tiempo debido, entre otras cosas, a que duermen y descansan echados (Wechsler *et al.*, 2000).

Finalmente, otros autores señalaron que las vacas de altas solo destinaban a estar acostadas el 34%, debido a que destinan más tiempo a conductas alimenticias (Phillips, 1993).

Dentro de las conductas sociales observadas (agrupadas en otras) la de olfatear, lamer o embestir a otro ternero fueron más frecuentes en los animales del SM, en ambas estaciones. Estos comportamientos podrían no ser favorecidos en los terneros del ST. En el ST los terneros están sujetos a la estaca y su desplazamiento es muy limitado (Fotos 1 y 3).

Una de las razones por la cual se utiliza el ST, es que no permite el contacto entre animales, disminuyendo el contagio de enfermedades. Sin embargo, la conducta social



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

del lamer incluye varias funciones: la de limpieza, reconocimiento de los animales del rodeo y establecimiento de jerarquías (Fraser & Broom, 1990).

En ambos ensayos, los terneros del SM destinaron tiempo a comportamiento de juego, trotar, cocear y embestir. Estas conductas no fueron registradas en los terneros del ST. Las conductas lúdicas son propias de los animales jóvenes y ellas los preparan para su vida adulta (Jensen *et al.*, 1998; UCO, 2002; Tapki *et al.*, 2005). La temprana interacción social es importante para el desarrollo del comportamiento social del ternero (Jensen *et al.*, 1998). Además, las actividades sociales pueden influir en la salud y en el desempeño de los terneros (Chua *et al.*, 2002).

El tiempo destinado para la alimentación fue reducido en los dos sistemas de crianza y para las dos épocas de ensayo. En ninguna situación superó el 10%. Esto no coincide con lo reportado por UCO (2002), quienes informan que los terneros dedican el 22% de su tiempo a comer. Probablemente estos resultados podrían estar afectados por el período de observación y también por el sistema de crianza, ya que en los resultados presentados por UCO (2002) los animales eran criados en grupos o en jaulas individuales.



CAPITULO 8

8. Conclusiones

Los sistemas modificados representaron variaciones del sistema tradicional, sin afectar su esencia en cuanto al manejo individual y en estaca de los terneros durante la etapa lechal. Durante la estación fría la modificación consistió en utilizar el sistema en corredera y cubrir a los terneros con capas impermeables. En el ensayo de la estación cálida todos los terneros tenían acceso a sombra y los del sistema modificado estaban en el sistema de corredera.

Durante la época invernal, la utilización de capas protectoras resultó beneficiosa para los animales, considerando las respuestas fisiológicas, fundamentalmente la temperatura rectal. Aparentemente, este sistema de protección ayudaría a mantener un mejor balance calórico. Este resultado se vería también reflejado en el mejor desempeño en términos de ganancia de peso diaria.

Durante el verano, dado que ambos sistemas contaban con acceso a sombra, no se observaron diferencias en los indicadores fisiológicos ni de desempeño.

Con respecto a la concentración de CS, hay que aclarar que se trata de los primeros datos obtenidos en estos sistemas de producción para la zona. Durante el invierno los valores fueron más elevados. Si bien no se compararon estaciones, las diferencias son objetivamente suficientes como para inferir que, posiblemente, las condiciones de invierno resultaron más estresantes.

Ya sea por razones de ontogenia o de modificación ambiental (sombra en verano) no se detectaron en general ritmos circadianos. Una excepción la constituye la temperatura rectal del invierno, hecho que respondería a la adquisición de ritmos en forma jerárquica.



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

Los hemogramas se encontraron dentro de los parámetros normales de referencia para la raza y edad en ambas estaciones.

La modificación, a través de la introducción del sistema de correderas, pareció afectar positivamente el comportamiento en ambos ensayos. Esto indica que la posibilidad de incremento, aunque sea pequeña, de la interacción social entre los terneros y de conductas lúdicas podría ajustarse mejor a las características comportamentales de la especie.



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

9. Resumen

Se compararon sistemas de crianza: tradicional (ST) y modificado (SM), para evaluar efectos en el bienestar de terneros Holstein lechales durante dos estaciones. En ambas, el SM mejoraba la movilidad y permitía la interacción social de los animales. Durante el invierno, que fue muy frío, los animales del SM se cubrían con capas. En el verano, no demasiado riguroso, todos tenían acceso a sombra. Se registraron los pesos iniciales y finales y el consumo semanal. Las diferencias se analizaron por comparación de medias. Se midieron la temperatura rectal, frecuencia cardíaca, respiratoria y cortisol en saliva (CS) en cuatro momentos del día. Los datos fueron analizados en parcelas divididas con medidas repetidas. Las variables que mostraron fluctuaciones diarias se analizaron por el cosinor. Se registró el comportamiento y los datos se analizaron con la prueba del χ^2 . En invierno, el efecto tratamiento fue altamente significativo para las variables fisiológicas ($p < 0,01$), excepto el CS. En la estación cálida no se detectó efecto tratamiento. Los ritmos fueron variables. En ambas estaciones el efecto tratamiento fue significativo sobre el comportamiento ($p < 0,01$). En el invierno la protección mejoró el bienestar de los terneros. En ambas estaciones el SM favoreció el comportamiento de la especie.



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

SUMMARY

Rearing systems: traditional (ST) and modified (SM) were compared in order to evaluate effects in well-being conditions in Holstein calves during their suckling period. The SM enhanced mobility and allowed social interaction. During the winter season, a very cold one, animals in SM were protected with covers. In summer, a mild season, all animals had access to shade. Initial and final weights were recorded and feed intake was estimated weekly. The differences were analyzed by means comparisons. Rectal temperature, heart and respiratory frequencies and cortisol in saliva (CS) were determined during 4 different times within the day. Data were analyzed in a split plot design with repeated measurements. All variables showing significant daily fluctuations were subjected to cosinor analysis. Behavior was recorded, and data were analyzed by a χ^2 test. In winter, treatment effects were highly significant for all physiological variables ($p < 0.01$), except for CS. In summer, no treatment effects were detected. Rhythms were variable. Treatment effects were significant for behavior in both seasons ($p < 0.01$). In winter, protection improved calf well-being. Behavior was favored by the SM in both seasons.



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

CAPITULO 9

9. Referencias

- Alvarez E. 2002. Efecto de estímulos de diferente intensidad durante el arreo sobre algunas variables sanguíneas indicadoras de estrés en bovinos. *Memoria de Titulación*, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
- Appleby MC; Hughes BO; Elson H (1992) *Poultry Production Systems. Behaviour, Management and Welfare*. CAB International, Wallingford, pp. 87-101.
- Appleby MC; Weary DM; Chua B (2001) Performance and feeding behaviour of calves on ad libitum milk from artificial teats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 74 (2): 191-201.
- Araki CT; Nakamura RM; Kam LWG (1987) Diurnal temperature sensitivity of dairy cattle in a naturally cycling environment. *J Therm Biol.* 12: 23-26.
- Armsdtong DV (1994) Heat stress interaction with shade and cooling. *J. Dairy Sci.* 77: 2044-2050.
- Aschoff J (1965) *Circadian Clocks*, Amsterdam, North-Holland Publishing Company
available/etd-etd-05122009-103900/unrestricted/etd.pdf. Accessed June 21st 2010
- Azzam SM.; Kinder JE.; Nielsen MK.; Werth LA.; Gregory, K.E.; Cundiff, LV; Koch RM (1993) Environmental effects on neonatal mortality of beef calves. *J Anim Sci* 71(2): 282-290.
- Banks EM (1982) Behavioral research to answer questions about animal welfare. *J. Anim. Sci.* 54:434.
- Baxter MR (1994) The welfare problems of laying hens in battery cage. *Veterinary Record* 134:614-619.
- Beerda B; Schilder MBH; Janssen NSCRM; Mol JA (1996) The use of saliva cortisol, urinary cortisol and catecholamine measurements for a non-invasive assessment of stress responses in dogs. *Hormones and Behavior* 30pp. 272-279.
- Benjamin MM (1967) *Patología Clínica Veterinaria*, Ed. Marín, Barcelona, 606 p.
- Berra G; Estol L (1995) Bienestar animal y su relación con la producción en el ternero y la vaca lechera. Proyecto de investigación, Universidad del Salvador.
<http://www.salvador.edu.ar/veterinaria/catedras/ua3-2-5-07proyecto1995.htm>
Acceso: Agosto 2007



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

- Berra, G., Carrillo J.E., Estol, L., 1996. Enemigo N° 1: El Frío. Infotambo. Pag. 60-64 – Año X :90
- Bouissou MF; Boissy A; Le Neindre P; Veissier I (2001) The social behaviour of cattle. In: Keeling, L.J. & Gonyou, H.W. (eds.). Social behaviour in farm animals. CABI Publishing. Wallingford, UK. pp. 113-145.
- Broom DM (1986) Indicator of poor welfare Br.Vet. J. 142: 524-526
- Broom DM; Johnson K.G (1993) *Stress and Animal Welfare*. Chapman & Hall—: London, 211 p.
- Brun-Hansen HC; Kampen AH, Lund A (2006) Hematologic values in calves during the first 6 months of life. Vet Clin Pathol 35 (2):182–187.
- Butler, L.; Day, R., Wright, C (2006) Cold stress and newborn calves. South Dakota Cooperative Extension Services. <http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/ExEx2050.pdf> Accessed July 21st 2008.
- Calderón Maldonado A (2002). Etología y manejo animal. http://www.conciencianimal.org/nestorcalderon/etologia_y_manejo.htm. acceso 23/05/10.
- Cannon WB (1929) Organization for Physiological Homeostasis. Physiol Rev.9:39-432.
- Cannon WB (1939) *The Wisdom of the body*. Norton, New York, 329 p.
- Carcagno AR (1995) Corteza adrenal. En: García Sacristán A (Ed.) Fisiología Veterinaria, Interamericana, Madrid, España. 767-780
- Cerutti RD; Scaglione MC; Bogio JC (2009) Establishment and endogeny of haematologic rhythms in calves. Comp Clin Pathol 18:301–311.
- Chacón Perez G; García-Berenguer Laita S; Portal I; Palacio Liesa J (2004) Validación de una técnica de EIA para la determinación de cortisol en saliva de ganado bovino. Spanish J. Agric. Res. 2 (1), 45-51.
- Christopherson RJ (1985) Management and housing of animals in cold environments. In: Yousef, M.K. (Ed.), Stress Physiology in Livestock, Vol. II. Ungulates. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA. pp. 175-194.
- Chua B; Coenen, E; van Delen J; Weary DM (2002) Effects of Pair Versus Individual Housing on the Behavior and Performance of Dairy Calves. J. Dairy Sci. 85:360–364.



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

- Cockram SM; Kent JE; Goddard PJ; Waran NK; Mcgilp IM; Jackson RE; Muwanga GM; Prytherch S (1996) Effect Of Space Allowance During Transport On The Behavioral And Physiological Responses Of Lambs During And After Transport. *Animal Science* 62: 461-477.
- Cook N J; Schaefer AL; Lepage P; Jones S M (1996). Salivary vs serum cortisol for the assessment of adrenal activity in swine. *Can. J. Anim. Sci.* 76:329–335.
- Cooper TR; Trunkfield H R; Zanella A J; Booth WD (1989) An enzyme-linked immunosorbent assay for cortisol in the saliva of man and domestic farm animals. *J Endocrinol.* 123:R13–R16.
- Coppo JA (2001) Estrés o alarma simpática? Actualización bioquímico-clínica. *Selecc. Vet.* 9: 336-342.
- Coppo JA; Coppo NB; Revidatti MA; Capellari A (2000) Modificaciones del leucograma en terneros cruzados cebú precozmente destetados. *Rv. Vet* 10/11: 1 y 2:14-21.
- Coppo JA; Coppo NB; Revidatti MA; Capellari A (2000) Modificaciones del leucograma en terneros cruzados cebú precozmente destetados. *Rev. Vet.* 10/11: 14-21
- Coppo JA; Coppo NB; Slanac AL (1996) Ontogenia del medio interno en terneros lactantes cruzados cebú. *Actas Ciencia & Técnica UNNE* 2: 99–101.
- Coppo JA; Scorza SH; Coppo NB (1994). Biochemical profiles of argentine cattle supplemented with cottonseed. *RIA* 25:91-102.
- Corbett R; Benzaquen M (2009) Sanidad en la guachera, recría y manejo de la vaquillona. Modulo 4 del Diplomado en Manejo reproductivo del ganado lechero. Trenque Lauquen, 16 y 17 abril.
- Cossins AR; K Bowler (1987) *Temperature biology of animals*. Chapman and Hall, New York, New York, USA. 399 pp.
- Curtis SE (1982) Measurement of stress in animals. *Proc. Symp. on Management of Food Producing Animals* 1:1.
- de Passillé AM; Rushen J (2006) Feeding management and stress in calves. In: Sejrsen, K., Hvelplund, T. & Nielsen, M.O. (eds.). *Ruminant physiology. Digestion, metabolism and impact of nutrition on gene expression, immunology and stress*. Wageningen Academic Publishers. The Netherlands. pp. 499-510.



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

- deWilt JG (1985). Behaviour and welfare of veal calves in relation to husbandry systems. Dissertation, Agric. Univ. of Wageningen, The Netherlands, 137 p.
- Di Rienzo JA; Casanoves F; Balzarini MG; Gonzalez L; Tablada M; Robledo CW. InfoStat (2009) Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Dickson WM (1999) Endocrine glands. En: Swenson MJ; Reece WO (Eds.) *Dukes Physiology of Domestic Animals* 5° Edición. Cornell Univ. Press, Ithaca USA. 629-664
- Drackley J K (2005) Early growth effects on subsequent health and performance of dairy calves. Pages 213–236 in *Calf and Heifer Rearing—Principles of Rearing the Modern Dairy Heifer from Calf to Calving*. Nottingham University Press, Nottingham, UK.
- Duncan IJH (1996) *Acta Agriculturae Scandinavica, Animal Science Supplement* 27:29-35.
- Duncan IJH; Dawkins SM (1983). The problem assessing "well-being" and "suffering" in farm animals. In: *Schmidt, D., ed. Indicators relevant to farm animal welfare*. The Hague: Martinus Nijhoff,; 13-24.
- Duncan IJH; Fraser D (1997) Understanding animal welfare In: *Appleby MA, Hughes BO, eds. Animal Welfare*. UK: CAB International, Wallingford, pp,19–31.
- Durr UM; Kraft W (1980.). *Laboratory Testing in Veterinary Medicine*, Public. Boehringer Mannheim, Munich, p. 130.
- Ekkel ED; Savenije B; Schouten WGP; Wiegant VM; Tielen MJM (1997) The effects of mixing on behavior and circadian parameters of salivary cortisol in pigs. *Physiol Behav* 62(1):181-184.
- Eloranta E.; Norberg H.; Nilsson A.; Pudas T., Säkkinen H (2002) Individually coded telemetry: a tool for studying heart rate and behaviour in reindeer calves. *Acta Vet. Scand.* 43: 135-144.
- estrés artículos_187_GDL. Accesp 19/12/2006.
- Evira(2006)http://www.evira.fi/portal/fi/elaimet_ja_terveys/hyvinvointi/elainsuojelun_valvonta/eu-elainsuojelutarkastukset_2006/ (acceso 14.12.2008).
- Faulkner PM, Weary DM (2000) Reducing pain after dehorning in dairy calves. *J Dairy Sci.* 83:2037–2041.



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

FAWC (Farm Animal Welfare Council) (1997) *Report on the welfare of dairy cattle.*

FAWC, Surbiton, Surrey, Reino Unido.

Fell LR; Shutt DA; Bentley CJ (1985) Development of a salivary cortisol method for detecting changes in plasma “free” cortisol arising from acute stress in sheep. *Aust. Vet. J.* 12:403–406.

Flower F; Weary DM (2003) The effects of early separation of the dairy cow and calf. *Anim Welfare* 12:339-348.

Fraser AF; Broom DM (1990) *Farm Animal Behaviour and Welfare* (3rd edit.).
Bailliere Tindall: London. pp 353

García MS; Leva PE; Valtorta SE, (2008) Caracterización del régimen agroclimático de heladas para la provincia de Santa Fe durante el período 1979-2004. *Rev. Facultad de Agronomía UBA*, 28(1):53-26.

Hahn GL (1985) Management and housing of farm animals in hot environments. En: *Yousef M (ed) Stress physiology in livestock*, vol 2. CRC, Boca Raton, Florida, USA pp 151–174.

Hahn GL; Eigenberg RA; Nienaber JA; Littlejohn ET (1990) Measuring physiological responses of animals to environmental stressors using a microcomputer-based portable datalogger. *J Anim Sci.* 68:2658–2665.

Hartsock TG (1982) Ethology approach to farm behavior research. *J. Anim. Sci.* 54:447-449.

Hillmann E; Schrader L; Mayer C; Gygax L (2008) Effects of weight, temperature and behaviour on the circadian rhythm of salivary cortisol in growing pigs. *Animal* 2:3, pp 405–409 & The Animal Consortium.

Hoffman PC (1996) Replacement heifer nutrition: breeding to precalving. In *Calves, heifers, and dairy profitability*. Proceedings from the Calf, Heifers and Dairy Profitability National Conference, Harrisburg, PA. NRAES-74, Ithaca, NY. pp:262.

Holmes CW; Stephens DB; Toner DB (1976) Heart rate as a possible indicator of the energy metabolism of calves kept out-of-doors. *Livestock Production Science*, Volume 3, Issue 4, December 1976, Pages 333-341.

Irvine CHG; Alexander SL (1994) Factors affecting the circadian rhythm in plasma cortisol concentrations in the horse. *Domestic Anim. Endocrinol.* 11: 227-238



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

- Jain NC (1993) *Essentials of Veterinary Hematology*, Lea & Febiger, Philadelphia, p. 417.
- Jensen MB; Vestergaard KS; Krohn CC (1998) Play behaviour in dairy calves kept indoors: the effect of social contact and space allowance. *Appl. Anim. Beh. Sci.* 56: 97-108.
- Jonasen B; Krohn CC; (1991) Undersøgelser vedr. ko-kalv saSMpil. 4. Adfærd, produktion og sundhed hos pattekalve (SDM). (Behaviour, production and health in suckler calves, Danish Holstein-Friesian). Statens Husdyrbrugsforsøg, Beretning nr. 689. 43p.
- Kaneko JJ (1989) *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 4th ed., Academic Press, San Diego, p. 832.
- Klerman EB; Gershengorn HB; Duffy JF; Kronauer R.E (2002) Comparisons of the variability of three markers of the human circadian pacemaker. *J Biol Rhythms.* 17:181-193.
- Kolver ES; Müller LD (1998) Performance and Nutrient Intake of High Producing Holstein Cows Consuming Pasture or a Total Mixed Ration. *J. Dairy Sci.* 81: 1403-1411.
- Koscinczuk P; Le Brech S; Maurenzig N; Rossner MV (2009) Variaciones del cortisol en saliva en respuesta a una situación de estrés agudo. *Comunicaciones científicas y tecnológicas. UNNE (resumen).*
- Lac G (1998). Intérêt et champs d'application des dosages salivaires. *Sci Sport* 13, 55-63.
- Lagger J (1994) Crianza artificial de bovinos lecheros. Programa sobre costos de crianza Buenos Aires (Argentina). Editorial Agro-Vet. pp 125 p.
- Lagger J.(2010) Crecimiento Intensivo de Cría y Recría de Vaquillonas, aplicando los Principios de Bienestar. *Revista Veterinaria Argentina.* 27(265) 1-28.
- Lazarus RS; Folkman S (1984) *Stress, appraisal, and coping*. New York: Springer, pp 436.
- Leadley S (2006) Calf blankets. <http://www.atticacows.com/documnetView.aspxdoc?ID=535>. Accessed 11 April 2008.



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

- Lemmer B (1987) Cardiovascular medications. In: Kuemmerle, H.P., G. Hitzengerand H. Spitzzy (Eds.) *Klinische Pharmakologie*, ecomed fourth ed. Landsberg, pp. 1–14.
- Lorenz K (1976) “Adaptación filogenética y modificación del comportamiento a través de dicha adaptación”, en *Konrad Lorenz, Consideraciones sobre las Conductas Animal y Humana*, Plaza Janés, Barcelona, pp. 351.
- Mader TL, Davis SM, Gaughan JB. (2007) Effect of sprinkling on feedlot microclimate and cattle behavior. *Int. J. Biometeorol.* 51(6) 541-551.
- Manteca X (2003) El bienestar animal en el marco de la nueva PAC. [//www.edicionestecnicasreunidas.com/produccion/cammay5.htm](http://www.edicionestecnicasreunidas.com/produccion/cammay5.htm). acceso 19/12/06.
- Manteca X; Gasa J (2005) Bienestar y nutrición de cerdas reproductoras. XXI Curso de especialización Fedna. Madrid, 7 y 8 de Noviembre. España, 215. -236. www.eSTia.upm.es/fedna/capitulos/05 CAP_X pdf. Acceso 19/12/06.
- Martin P; Bateson P (1991) *La medición del comportamiento*. Alianza Universidad. Versión española de Fernando Colmenares, 1º edición. Ed. Alianza. Madrid - España. Pp:215.
- Mc Dowell RE (1975) Bases fisiológicas de la producción animal en zonas tropicales. Ed Acribia Zaragoza. pp 687.
- McGlone JJ; Nicholson RI; Hellman JM; Herzog DN (1993) The development of pain associated with castration and attemptST to prevent castration induced behavioral changes. *J. Anim Sci.* 71:1441-1446.
- Merck & Co (1979) Behavior. In: O. H. Siegmund (Ed.) *The Merck Veterinary Manual*. p 1450. Merck and Co., Inc., Rahway, NJ.
- Moberg GP (1992) Stress: Diagnosis, cost and management. In: *Mench JA, Mayer SJ, Krulisch L. (eds). The well-being of agricultural animals in biomedical and agricultural research*. Bethesda, MD: SCAW (ScientisST Center for Animal Welfare), 58-61.
- Mortola JP; Lanthier C (2004) Scaling the amplitudes of the circadian pattern of resting oxygen consumption, body temperature and heart rate in mammals. *Comp. Biochem. Physiol. A* 139: 83-95.



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

- Muri C; Schottstedt T; Hammon HM; Meyer E; Blum JW (2005) Hematological, metabolic and endocrine effects of feeding vitamin A and lactoferrin in neonatal calves. *J Dairy Sci* 88:1062–1077.
- Negrao JA; Porcionato MA; Passillé AM; Rushen J (2004) Cortisol in Saliva and Plasma of Cattle After ACTH Administration and Milking. *J. Dairy Sci.* 87:1713–1718
- Nelson W; Liang Tong Y; Jung-Kuen Lee; Halberg, F (1979). Methods for cosinor rhythmometry, *Chronobiologia* 6: 305-323.
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) (2003) Report on wind chill temperature and extreme heat index: evaluation and improvement project NOAA OFCM-R19, Washington DC, 75 pp.
- Nonnecke J; Foote MR; Miller BL; Fowler M; Johnson TE; Horst RL (2009) Effects of chronic environmental cold on growth, health, and select metabolic and immunologic responses of preruminant calves *J. Dairy Sci.* 92:6134-6143.
- NRC (National Research Council) (1981) Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals, National Academy press. Washington DC
- NRC (National Research Council) (2001) Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. National Academy of Science Press, Washington, DC.
- Olson DP; Papasian CJ; Ritter RC (1980) The Effect of Cold Stress on Neonatal Calves. II. Absorption of Colostral Immunoglobulins. *Can. J. Comp. Med.* 44: 19-23.
- Petryna A, Bavera, GA (2002). Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. . www.produccion-animal.com.ar acceso 29/02/2008
- Philips WA; McLaren JB; Cole NA (1986) The effect of a preassembly zeranol implant and post-transit diet on the health performance and metabolic profile of feeder calves. *J. Anim. Sci.* 62: 27-36.
- Phillips CJC (1993) *Cattle behaviour* Farming Press Books, Ipswich, UK pp 212.
- Phillips CJC (2002) *Cattle behaviour and welfare*. 2nd ed. Blackwell Science. Oxford, UK. pp 264



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

- Piccione G; Caola G; Refinetti R (2003) Daily and estrous rhythmicity of body temperature in domestic cattle. *BMC Physiology*, 3. <http://www.biocentral.com/1472-6793/37> Accessed September 30th 2007
- Piccione G; Castaldo C; Giudice E; Caola G (1998) Studio della periodicità circadiana di alcuni parametri elettrocardiografici nella bovina. *Atti della Società Italiana di Buiatria* 30: 313–319.
- Piccione G; Giudice E; Fazio F; Mortola JP, (2010). The daily rhythm of body temperature, heart and respiratory rate in newborn dogs. *J Comp Physiol B* DOI 10.1007/s00360-010-0462-1
- Piccione G; Grasso F; Giudice E (2005) Circadian rhythm in the cardiovascular system of domestic animals. *Res. Vet. Sci.* 79: 155-160.
- Quigley J (2001) Environmental effects on calf feeding – Basic concepts. Nota N° 59 en *Calf Notes.com*. <http://www.calfnotes.com/pdffiles/CN059.pdf> *Acceso agosto 2007*
- Radostits OM; Houston DM; Mayhew IG. (2002). *Examen y diagnóstico clínico en veterinaria*. Elsevier, 782 pp.
- Rérat M; Zbinden Y; Saner R; Hammon H; Blum JW (2005) In vitro embryo production: growth performance, feed efficiency, and hematological, metabolic, and endocrine status in calves. *J Dairy Sci* 88:2579–2593.
- Riad-Fahmy D; Read GF; Walker RF; Griffiths K (1982) Steroids in saliva for assessing endocrine function. *Endocrinol. Rev.* 4:367–395.
- Rojas H; Stuardo L; Benavides D (2005) Políticas y prácticas de bienestar animal en los países de América: estudio preliminar. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 24:549-565.
- Roth JA (1985) Cortisol as mediator of stress-associated immunosuppression in cattle. *In: Moberg PG (ed) Animal Stress*. Waverly press, Inc., Baltimore, Maryland pp. 225-243.
- Ruis MAW; Te Brake JHA; Engel B; Ekkel ED; Buist, WG, Blokhuis HJ; Koolhaas JM (1997). The Circadian Rhythm of Salivary Cortisol in Growing Pigs: Effects of Age, Gender, and Stress. *Physiology & Behavior* 62, 623-630.
- Sapolsky RM; Romero LM; Munck AU (2000) How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. *Endocrine Reviews* 21: 55-89.



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

- Schalm OW (1981) *Veterinary Haematology*, 4th ed., Lea & Febiger, Philadelphia, pp 664.
- Schrama JW; van der Hel W; Arieli A; Verstegen MW (1992) Alteration of energy metabolism of calves fed below maintenance during 6 to 14 days of age. *J. Anim. Sci.* 70:2527–2532.
- Scibilia, LS; Muller LD; Kensinger RS; Sweeney TF; Shellenberger PR (1987) Effect of environmental temperature and dietary fat on growth and physiological responses of newborn calves. *J. Dairy Sci.* 70:1426–1433.
- Selye H (1939) A syndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature* 138: 32-4.
- Selye H (1954) *Tratado de Fisiología y Patología de la Exposición al Stress*. Editorial Científico Moderna, Barcelona.
- Servicio Meteorológico Nacional Climatológica Mapas normales 1961-1990.
<http://www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=53> acceso 23/03/2009
- Settlemyre CT; Hibbs JW; Conrad HR (1964) Basal metabolic rate, pulse rate, respiration rate, and certain organ weights in relation to neonatal iron deficiency anemia in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 47: 875-878.
- Sodikoff C (1988) *Perfiles de Laboratorio en las Enfermedades de los Pequeños Animales*, Inter-Vet, Buenos Aires pp 217.
- Stamey JA; Wallace RL; Grinstead KR; Bremmer DR; Drackley K (2006) Influence of plane of nutrition on growth of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 89:1871. (Abstr.).
- Stephens DB (1980) Stress and its measurement in domestic animals: A review of behavioral and physiological studies under field and laboratory situations. *Adv. Vet. Sci. Comp. Med.* 24:179.
- Tadich N. 2004. Claudicaciones en la vaca lechera y su relación con el bienestar. *Resúmenes seminario producción animal de calidad contemplando bienestar animal*, Valdivia, pp. 32-39.
- Tapki I; Sahin A; Onal AG (2005) Effect of space allowance on behavior newborn milk-fed dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science* 99 12–20
- Thom EC (1959) The discomfort index. *Weatherwise* 12: 57-59



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

- Thun R.; Eggenberger E; Zerobin K; Luscher T; Vetter W (1981) Twenty-four-hour secretory pattern of cortisol in the bull: evidence of episodic secretion and circadian rhythm. *Endocrinology* 109, 2208-2212.
- Toledo A (1994) Efecto de la adición de un probiótico (*Lactobacillus acidophilus*) sobre algunas parámetros productivos de terneros lactantes criados artificialmente. Tesis M.V., Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Valdivia, Chile.
- UCO (Universidad de Córdoba, Producción Animal), 2002.
http://www.uco.es/organiza/departamentos/prodanimal/economia/aula/img/pictorex/06_07_02_TEMA_8.pdf Accessed 7 April 2008.
- Ungar F; Halberg F (1962) Circadian rhythm in the in vitro response of mouse adrenal to adrenocorticotrop hormone. *Science* 137:1058-1059
- Valtorta SE; Scaglione MC; Acosta P; Coronel JE; Beldomenico HR; Boggio JC(2006) Daily rhythm in blood and milk lead toxicokinetics following intravenous administration of lead acetate to dairy cows in summer. *Int. J. Biometeorol.* 50: 133-138
- Valtorta SE; Leva PE (1998) Características del ambiente físico. *En: Producción de leche en verano*. Ediciones UNL, Santa Fe pp 9-20.
- Veerman DP; Imholz BPM; Wieling W; Wesseling K.H; Van Montfrans GA.(1995) Circadian profile of systemic hemodynamics. *Hypertension* 26: 55-59.
- Vickers KJ; Niel L; Kiehlbauch LM; Weary DM (2005) Calf response to caustic paste and hot-iron dehorning using sedation with and without local anesthetic. *J Dairy Sci* 88:1454-1459.
- Vining RF; McGinley RA; Maksvytis JJ; Hok Y.(1983). Salivary cortisol: a better measure of adrenal cortical function than serum cortisol. *Ann Clin Biochem* 20, 329-335
- Vitela I; Cruz Vázquez C; Solano J (2005) Comportamiento de vacas Holstein mantenidas en un sistema de estabulación libre, en invierno, en zona árida, México. *Arch. Med. Vet.*, 37: 23-27.
- Weaver DM; Tyler JW; VanMetre DC; Hostetler DE; Barrington GM (2000) Passive Transfer of Colostral Immunoglobulins in Calves. *J. Vet. Intern. Med.* 14:569-577



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

- Wechsler B; Schaub J; Friedli K; Hauser R (2000) Behaviour and leg injuries in dairy cows kept in cubicles system with straw bedding or soft lying mats. *Appl Anim Behav Sci* 68: 189-197.
- Weston E. (2009) Evaluation of Cortisol in Saliva Relative to Serum in Lactating Cows, Heifer Calves and Piglets in Response to Applied Stress. <http://www.lib.mcsu.edu./theses/>
- Wilson WO (1971) Evaluation of stressor agents in domestic animals. *J. Anim. Sci.* 32:578.
- Yagi Y; Shiono H; Chikayama Y; Ohnuma A; Nakamura Y; Yayou K (2004) Transport stress increases somatics cell counts in milk, and enhances the migration capacity of peripheral blood neutrophils of dairy cows. *J Vet Med Sci* 66, 381-387.
- Yehuda R; Teicher MH; Trestman RL; Levengood RA; Siever LJ (1996) Cortisol regulation in posttraumatic stress disorder and major depression. A chronobiological analysis. *Biol. Psychiatry* 40: 79-88



ANEXO I-

Época fría

Cuadro I. Datos meteorológicos diarios registrados durante el desarrollo del ensayo en el mes de julio: Temperatura máxima (TMX, °C) , temperatura mínima (Tmn, °C) , precipitación (Pp, mm) humedad relativa (HR, %) , velocidad del viento (VV, m/s), radiación solar (RS, MJ /día) y *Wind Chill Index* (WCI).

Fecha	TMX °C	Tmn °C	Pp (mm)	HR (%)	VV (m/s)	RS (MJ/d)	WCI
03/07/2007	15,30	4,00	0	98	1,00	12,60	8,30
04/07/2007	18,80	6,70	0	97	1,80	13,60	11,60
05/07/2007	22,60	9,70	0	98	0,90	8,30	15,40
06/07/2007	15,90	10,00	0	96	3,40	9,60	11,80
07/07/2007	14,60	8,50	0	78	4,30	3,60	10,30
08/07/2007	9,30	5,90	0	89	4,30	4,20	6,30
09/07/2007	6,40	2,10	0	95	5,00	2,70	3,60
10/07/2007	6,90	-0,70	0	86	2,30	15,90	2,90
11/07/2007	10,10	-3,40	0	82	1,40	15,90	3,00
12/07/2007	11,40	-1,50	0	85	1,60	15,80	4,00
13/07/2007	9,80	-0,10	0	98	1,70	12,00	4,00
14/07/2007	15,00	0,90	0	84	2,70	15,70	6,60
15/07/2007	17,70	0,00	0	80	1,40	15,90	7,50
16/07/2007	17,30	4,10	0	84	1,00	13,10	9,40
17/07/2007	18,40	6,50	0	80	1,20	14,80	11,20
18/07/2007	19,20	4,00	0	84	0,90	11,60	10,30
19/07/2007	21,70	6,50	0	74	2,80	13,20	13,10
20/07/2007	18,90	6,70	0	73	2,60	15,60	11,60
21/07/2007	19,60	9,70	0	78	2,10	11,70	13,70
22/07/2007	15,40	4,60	0	75	5,10	15,80	8,60
23/07/2007	16,60	-0,50	0	63	2,20	15,00	6,70
24/07/2007	12,20	2,10	0	65	3,10	11,10	5,90
25/07/2007	18,00	0,30	0	76	2,00	15,60	7,80
26/07/2007	23,20	2,30	0	71	4,10	16,60	11,60
27/07/2007	15,10	6,50	0	65	2,00	16,50	9,50
28/07/2007	11,40	0,00	0	73	2,60	17,10	4,60
29/07/2007	14,30	2,20	0	74	5,10	16,20	6,90
30/07/2007	15,50	0,30	0	85	4,50	16,90	6,60
31/07/2007	21,10	4,20	0	81	5,40	16,20	11,40



Cuadro II. Datos meteorológicos diarios registrados durante el desarrollo del ensayo en el mes de agosto:
Temperatura máxima (TMX, °C) , temperatura mínima (Tmn,°C) , precipitación (Pp, mm) humedad
relativa (HR, %), velocidad del viento (VV, m/s), radiación solar (RS, MJ/d) y *Wind Chill Index* (WCI).

Fecha	TMX (°C)	Tmn (°C)	Pp (mm)	HR (%)	VV (m/s)	RS (MJ/d)	IWC
01/08/2007	12,00	5,90	0	97	1,68	7,09	7,58
02/08/2007	7,00	5,50	1	99	2,82	1,14	5,08
03/08/2007	6,10	4,90	0	99	2,46	2,4	4,47
04/08/2007	10,80	-0,10	0	90	2,62	18,56	4,35
05/08/2007	11,70	0,90	0	93	3,52	15,33	5,13
06/08/2007	12,80	3,90	0	93	6	13,97	6,99
07/08/2007	19,20	1,90	0	77	5,46	18,01	9,20
08/08/2007	19,50	6,40	0	71	1,85	17,79	11,78
09/08/2007	12,30	4,90	0	96	3,78	9,93	7,23
10/08/2007	12,20	3,00	0	76	1,35	18,84	6,28
11/08/2007	15,10	-2,40	0	66	4,22	17,19	5,17
12/08/2007	16,90	8,00	0	74	4,85	9,23	11,23
13/08/2007	23,00	12,00	0	91	3,61	16,75	16,99
14/08/2007	30,80	14,30	0	84	3,61	15,59	23,14
15/08/2007	18,60	11,60	0	69	3,28	16,95	14,19
16/08/2007	15,20	7,60	0	78	3,28	12,33	10,09
17/08/2007	11,20	5,80	0	79	1,43	10,89	7,14
18/08/2007	12,30	1,70	0	91	2,61	11,91	5,74
19/08/2007	11,30	5,10	0	97	1,15	6,27	6,85
20/08/2007	13,90	-1,70	0	90	2,34	19,18	4,96
21/08/2007	17,60	2,80	0	86	4,32	19,68	8,84



ANEXO IV- Época cálida

Cuadro I. Datos meteorológicos diarios registrados durante el desarrollo del ensayo en la estación cálida para el mes de febrero Temperatura máxima (TMX, °C) , temperatura mínima (Tmn,°C) , precipitación (Pp, mm) humedad relativa (HR, %), velocidad del viento (VV, m/s), radiación solar (RS, MJ/d) , e índice de temperatura y humedad (ITH)

FECHA	TMX (°C)	Tmn (°C)	Pp (mm)	HR (%)	VV (km/h)	RS (MJ/d)	ITH
01/02/2009	34,6	17,2	3	69	6,11	16,12	75,10
02/02/2009	33,7	16	5	63	14,82	28,92	72,92
03/02/2009	33,9	18,5	43	72	17,78	9,74	75,90
04/02/2009	32,5	18	0	66	6,85	25,11	73,81
05/02/2009	33,3	20,2	35	63	20,93	24,17	75,64
06/02/2009	27,2	18,2	0	71	12,41	27,3	70,49
07/02/2009	28,2	12,8	0	60	0	27,9	66,50
08/02/2009	31,9	19,3	0	49	3,15	10,7	72,45
09/02/2009	33,7	17,4	0	56	0,37	28,53	73,15
10/02/2009	33,9	21,8	11	77	14,82	28,21	79,08
11/02/2009	28,3	18,4	0	62	22,22	27,44	70,68
12/02/2009	29,3	14,5	0	58	1,67	27,4	68,32
13/02/2009	30,8	17,2	0	50	7,78	28,95	70,47
14/02/2009	32,9	19,2	0	62	1,67	27,34	74,52
15/02/2009	33,5	21,4	0	54	3,15	27,37	75,49
16/02/2009	32,5	20,7	0	68	12,59	10,59	76,03
17/02/2009	33,3	17,3	0	68	5,93	s/d	74,10
18/02/2009	33,7	21,9	0	59	2,22	s/d	76,62
19/02/2009	36	24,9	0	54	7,96	s/d	79,52
20/02/2009	37,1	25,3	0	68	16,11	s/d	82,85
21/02/2009	35,7	23,3	0	81	5,19	s/d	82,27
22/02/2009	26,6	17,9	32	89	19,82	6,16	71,20
23/02/2009	24,9	16,4	6	71	11,11	23,03	67,39
24/02/2009	28,6	15	0	61	0	26,51	68,40
25/02/2009	28,9	15,2	0	65	2,41	24,31	69,05
26/02/2009	29,3	18,7	0	61	4,63	26,99	71,51
27/02/2009	29,9	18,9	0	75	11,11	25,39	73,46
28/02/2009	30,5	20,2	0	65	3,7	22,01	73,85



Cuadro II. Datos meteorológicos diarios registrados durante el desarrollo del ensayo en la estación cálida para el mes de marzo: Temperatura máxima (TMX, °C) , temperatura mínima (Tmn,°C) , precipitación (Pp, mm) humedad relativa (HR, %), radiación solar (RS, M J/d), velocidad del viento (V V m/s) y ITH (índice de temperatura y humedad)

FECHA	TMX (°C)	Tmn (°C)	Pp (mm)	HR (%)	VV (m/s)	RS (MJ/d)	ITH
01/03/2009	33,7	23,5	0	68	2,35	22,89	79,00
02/03/2009	32,6	21,2	34	76	2,46	23,83	77,46
03/03/2009	29,1	20,2	95	80	3,31	16,94	74,35
04/03/2009	27,1	17,3	16	85	4,17	8,04	70,81
05/03/2009	28,7	18,2	0	83	1,32	24,36	72,69
06/03/2009	30,5	19,8	0	74	0,82	23,29	74,51
07/03/2009	30,9	20,2	0	74	1,14	23,96	75,13
08/03/2009	29,6	19,8	0	76	1,64	22,55	74,02
09/03/2009	28,8	17,9	2	72	1,96	18,65	71,56
10/03/2009	27,2	19,5	6	82	2,10	16,17	72,44
11/03/2009	28,6	17,7	0	80	0,81	16,68	71,95
12/03/2009	31,7	17,9	0	75	0,79	22,70	74,08
13/03/2009	32,7	18,3	0	69	0,53	22,18	74,51
14/03/2009	33,5	16,5	0	69	1,81	22,73	73,76
15/03/2009	24,4	12,8	0	57	3,27	16,47	63,71
16/03/2009	28,6	12,4	0	63	2,07	19,77	66,68
17/03/2009	29,5	13,4	0	62	0,44	23,37	67,97
18/03/2009	28,7	16,3	0	59	0,33	22,66	69,23
19/03/2009	29,4	12,5	0	57	0,37	16,66	66,94
20/03/2009	31,3	15,3	0	63	0,04	22,64	70,70
21/03/2009	32,7	19,5	0	60	0,56	23,07	74,36
22/03/2009	33,2	20,4	0	62	2,31	21,83	75,59
23/03/2009	30,2	21,4	0	65	1,31	15,39	74,51
24/03/2009	31,0	18,5	0	65	1,05	21,20	72,98
25/03/2009	30,5	16,2	0	66	1,16	21,71	71,03
26/03/2009	30,4	15,2	0	65	0,59	19,93	70,14
27/03/2009	33,4	16,4	0	64	0,45	20,49	73,09
28/03/2009	35,1	19,0	0	59	1,20	20,25	75,57
29/03/2009	36,2	21,0	0	50	1,93	18,08	76,47
30/03/2009	35,9	19,0	3	55	1,02	21,0	75,62
31/03/2009	23,4	22,0	0	70	3,09	20,10	70,41



ANEXO II-Época fría

Datos biológicos

Cuadro I Resultados de la prueba de glutaraldeído realizados a los terneros en el ensayo de la época fría.

Sistema	Terneros	Resultados	Valor
ST	1458	óptimo	> 10 mg/ml
	1659	óptimo	> 10 mg/ml
	1660	óptimo	>10 mg/ml
	1461	negativo	< 4 mg/ml
	1664	óptimo	>10mg/ml
SM	1465	óptimo	>10 mg/ml
	1466	bueno	8-10 mg/ml
	1658	óptimo	> 10 mg/ml
	1656	óptimo	> 10 mg/ml
	1657	óptimo	>10 mg/ml



Cuadro II a. Cantidad de balanceado ofrecido, remanente y consumido por los terneros bajo el sistema de crianza tradicional (ST)

Fecha	Ternero	Ofrecido	Remanente	Consumo
03/07/2007	1458	300	244	56
11/07/2007	1458	1000	650	350
16/07/2007	1458	1262	0	1262
25/07/2007	1458	1650	1107	543
02/08/2007	1458	1650	817	833
08/08/2007	1458	1650	742	908
14/08/2007	1458	1650	344	1306
03/07/2007	1461	300	182,8	117,2
11/07/2007	1461	1000	666	334
16/07/2007	1461	1262	543	719
25/07/2007	1461	1650	1620	30
02/08/2007	1461	1650	1003	647
08/08/2007	1461	1650	766	884
14/08/2007	1461	1650	517	1133
21/08/2007	1461	1650	189,9	1460,1
02/08/2007	1467	1650	864	786
03/07/2007	1659	300	171,4	128,6
11/07/2007	1659	1000	668	332
16/07/2007	1659	1262	868	394
25/07/2007	1659	1650	1563	87
02/08/2007	1659	1650	1491	159
08/08/2007	1659	1650	1238	412
14/08/2007	1659	1650	780	870
21/08/2007	1659	1650	1290	360
03/07/2007	1660	300	300	0
11/07/2007	1660	1000	930	70
16/07/2007	1660	1262	913	349
25/07/2007	1660	1650	1526	124
02/08/2007	1660	1650	890	760
08/08/2007	1660	1650	1000	650
14/08/2007	1660	1650	691	959
21/08/2007	1660	1650	414,2	1235,8
11/07/2007	1664	300	300	0
16/07/2007	1664	300	189	111
25/07/2007	1664	1650	1365	285
02/08/2007	1664	1650	907	743
08/08/2007	1664	1650	1091	559
14/08/2007	1664	1650	578	1072
21/08/2007	1664	1650	367,2	1282,8



Cuadro II b .Cantidad de balanceado ofrecido, remanente y consumido por los terneros bajo el sistema de crianza modificado (SM)

Fecha	Ternero	Ofrecido	Remanente	Consumo
11/07/2007	1465	300	0	300
16/07/2007	1465	1893	1298	595
25/07/2007	1465	2200	2051	149
02/08/2007	1465	2200	1658	542
08/08/2007	1465	2200	1262	938
14/08/2007	1465	2200	1388	812
21/08/2007	1465	2200	963,4	1236,6
11/07/2007	1466	300	150	150
16/07/2007	1466	1893	1500	393
25/07/2007	1466	2200	2076	124
02/08/2007	1466	2200	1389	811
08/08/2007	1466	2200	1527	673
14/08/2007	1466	2200	882	1318
21/08/2007	1466	2200	1257,7	942,3
03/07/2007	1656	300	74	226
11/07/2007	1656	1000	225	775
16/07/2007	1656	1893	1031	862
25/07/2007	1656	2200	1314	886
02/08/2007	1656	2200	954	1246
08/08/2007	1656	2200	185	2015
14/08/2007	1656	2200	882	1318
03/07/2007	1657	300	265	35
11/07/2007	1657	1000	600	400
16/07/2007	1657	1893	1022	871
25/07/2007	1657	2200	1824	376
02/08/2007	1657	2200	647	1553
08/08/2007	1657	2200	1485	715
14/08/2007	1657	2200	1082	1118
03/07/2007	1658	300	154	146
11/07/2007	1658	1000	600	400
16/07/2007	1658	1893	630	1263
25/07/2007	1658	2200	1591	609
02/08/2007	1658	2200	1078	1122
08/08/2007	1658	2200	811	1389
14/08/2007	1658	2200	211	1989
21/08/2007	1658	2200	1474,6	725,4



Cuadro III. Peso de los terneros al nacimiento (PI, kg) y a los 50 días (PF, kg) discriminados en los dos sistemas de crianza: Sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM)

Sistema	Ternero	SEXO	PI (kg)	PF (kg)
ST	1458	macho	35	50
	1659	hembra	35	43
	1660	hembra	28	37
	1461	macho	38	53
	1664	hembra	30	50
SM	1656	hembra	30	57
	1657	hembra	28	48
	1658	hembra	32	50
	1465	macho	28	56
	1466	macho	32	51



Cuadro IV. Temperatura rectal (TR °C), recolectados *in situ* en los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM)

Hora (hs)	Ternero	ST TR°C			Ternero	SM TR°C		
		1	2	3		1	2	3
08:00	1458	37,5	36,8	37,7	1656	38,0	38,2	38,5
14:00	1458	38,5	38,7	38,9	1656	40,1	39,0	39,0
20:00	1458	39,0	39,0	38,5	1656	38,8	39,1	39,0
02:00	1458	37,6	38,8	37,9	1656	38,4	39,0	38,6
08:00	1461	36,3	38,0	36,8	1466	38,5	37,7	38,2
14:00	1461	37,1	38,9	38,4	1466	39,4	38,9	38,4
20:00	1461	37,4	38,7	38,8	1466	37,6	38,9	38,7
02:00	1461	36,7	38,5	38,9	1466	38,2	38,2	38,7
08:00	1659	37,3	36,9	38,5	1465	37,8	38,5	38,3
14:00	1659	38,0	39,0	38,7	1465	39,0	39,1	38,4
20:00	1659	38,2	39,0	38,6	1465	39,0	38,9	39,3
02:00	1659	37,8	38,6	38,7	1465	37,6	38,7	38,6
08:00	1660	37,2	37,0	38,5	1657	37,8	37,7	38,7
14:00	1660	38,7	38,8	39,1	1657	38,5	38,7	38,9
20:00	1660	38,2	38,9	39,2	1657	38,9	39,4	39,0
02:00	1660	37,3	39,1	38,7	1657	37,6	38,2	38,5
08:00	1664	36,1	37,0	39,0	1658	37,5	38,0	38,7
14:00	1664	38,2	39,9	38,8	1658	38,8	39,0	39,0
20:00	1664	37,0	40,2	39,1	1658	39,2	39,7	39,0
02:00	1664	37,3	38,7	38,2	1658	39,0	38,8	38,7



Cuadro V. Ritmo cardíaco (RC, latidos /min), recolectados *in situ* en los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM)

Hora (hs)	Ternero	ST RC (latidos /min)			Ternero	SM RC (latidos /min)		
		1	2	3		1	2	3
		08:00	1458	56		40	60	1656
14:00	1458	58	52	66	1656	66	57	90
20:00	1458	54	41	60	1656	70	61	132
02:00	1458	59	70	78	1656	79	66	108
08:00	1461	42	65	72	1466	58	39	68
14:00	1461	70	49	96	1466	58	54	66
20:00	1461	64	63	105	1466	62	60	102
02:00	1461	52	70	72	1466	78	60	108
08:00	1659	50	61	66	1465	40	66	72
14:00	1659	60	42	84	1465	56	54	78
20:00	1659	68	46	120	1465	48	48	126
02:00	1659	69	62	66	1465	72	52	90
08:00	1660	40	50	66	1657	40	39	66
14:00	1660	62	44	78	1657	56	52	90
20:00	1660	50	59	102	1657	64	48	120
02:00	1660	54	62	84	1657	72	50	120
08:00	1664	50	50	60	1658	64	54	90
14:00	1664	60	51	90	1658	64	52	58
20:00	1664	56	46	126	1658	68	70	126
02:00	1664	62	61	63	1658	82	56	96



Cuadro VI. Ritmo respiratorio (RR, respiraciones /min), recolectados *in situ* en los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM)

Hora (hs)	Ternero	ST RR (respiraciones/min)			Ternero	SM RR (respiraciones/min)		
		1	2	3		1	2	3
08:00	1458	20	20	20	1656	20	24	20
14:00	1458	16	16	20	1656	28	28	40
20:00	1458	16	24	16	1656	24	24	48
02:00	1458	24	16	16	1656	24	24	56
08:00	1461	16	16	24	1466	16	20	20
14:00	1461	20	20	28	1466	20	20	16
20:00	1461	20	16	28	1466	20	28	32
02:00	1461	20	16	36	1466	24	24	24
08:00	1659	20	16	20	1465	16	20	32
14:00	1659	16	20	20	1465	16	24	24
20:00	1659	16	20	20	1465	28	20	32
02:00	1659	24	20	16	1465	20	20	20
08:00	1660	24	24	20	1657	16	20	40
14:00	1660	20	24	16	1657	16	28	28
20:00	1660	24	24	24	1657	24	24	32
02:00	1660	24	16	24	1657	20	16	36
08:00	1664	20	24	28	1658	24	24	32
14:00	1664	16	28	20	1658	24	20	24
20:00	1664	16	32	24	1658	24	24	40
02:00	1664	20	20	24	1658	24	20	28



Cuadro VII. Concentraciones de cortisol en saliva (ng/mL) discriminadas por hora en terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema de crianza tradicional (ST) y sistema de crianza modificado (SM)

Hora	ST		SM	
	Ternero	Cortisol	Ternero	Cortisol
08:00	1660	2,68	1657	0,61
14:00	1660	1,52	1657	0,62
20:00	1660	1,06	1657	0,67
02:00	1660	1,05	1657	1,07
08:00	1664	2,68	1658	1,45
14:00	1664	0,71	1658	1,08
20:00	1664	0,53	1658	2,87
02:00	1664	0,43	1658	1,32
08:00	1461	2,4	1465	3,42
14:00	1461	2,07	1465	3,73
20:00	1461	1,11	1465	2,12
02:00	1461	1,7	1465	4,57
08:00	1458	3,45	1466	2,76
14:00	1458	2,53	1466	2,47
20:00	1458	3,4	1466	1,51
02:00	1458	5,7	1466	1,31

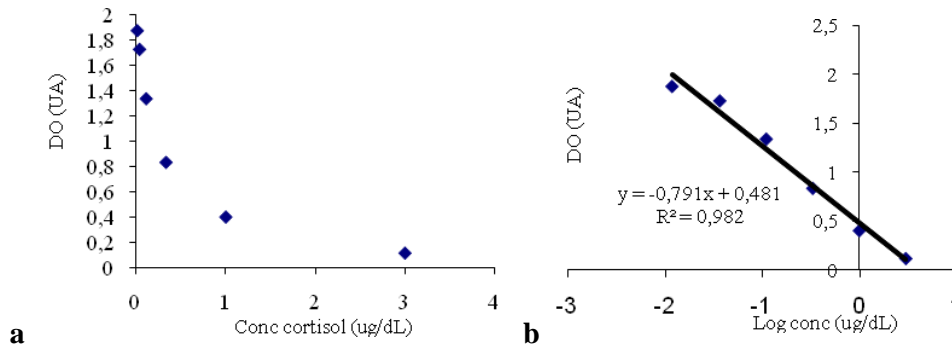


Figura I a y b .Curva de calibrado para la determinación de la concentración de cortisol en saliva (ug/dL) por la técnica de inmunoensayo. DO es la densidad óptica expresada en unidades arbitrarias (UA).



ANEXO V- Época cálida

Datos biológicos

Cuadro I. Resultados del calostrado realizados a los terneros en el ensayo de la época cálida

Sistema	RP	Resultados	Valor
ST	880	negativo	< 4 mg/ml
	1574	óptimo	>10mg/ml
	1320	bueno	8-10mg/ml
	1675	muy bueno	10-12mg/ml
	990	bueno	8-10 mg/ml
	1424	óptimo	>10mg/ml
SM	1446	óptimo	> 10 mg/ml
	1520	muy bueno	10-12 mg/ml
	1799	óptimo	>10 mg/ml
	1680	bueno	8-10 mg/ml
	1054	bueno	8-10mg/ml
	1418	muy bueno	10-12 mg/ml



Cuadro II a. Cantidad de balanceado ofrecido, remanente y consumido por los terneros bajo el sistema de crianza tradicional (ST)

Fecha	RP	Ofrecido	Remanente	Consumo
20/02/2009	880	1000	0	1000
26/02/2009	880	1000	750	250
10/03/2009	880	2000	980	1020
17/03/2009	880	2500	2125	375
20/02/2009	990	1000	1000	0
26/02/2009	990	1000	750	250
10/03/2009	990	2000	1600	400
17/03/2009	990	3000	1500	1500
20/02/2009	1320	1000	900	100
26/02/2009	1320	1000	0	1000
10/03/2009	1320	2000	800	1200
17/03/2009	1320	3000	1000	2000
20/02/2009	1424	1000	900	100
26/02/2009	1424	1000	900	100
10/03/2009	1424	2000	1900	100
17/03/2009	1424	2500	2125	375
20/02/2009	1574	1000	500	500
26/02/2009	1574	1000	500	500
10/03/2009	1574	2000	750	1250
17/03/2009	1574	3000	2000	1000
20/02/2009	1675	1000	1000	0
26/02/2009	1675	1000	625	375
10/03/2009	1675	2000	1600	400
17/03/2009	1675	2500	1625	875



Cuadro II b. Cantidad de balanceado ofrecido, remanente y consumido por los terneros bajo el sistema de crianza tradicional (SM)

Fecha	RP	Ofrecido	Remanente	Consumo
20/02/2009	1054	1000	1000	0
26/02/2009	1054	1000	750	250
10/03/2009	1054	2000	1750	250
17/03/2009	1054	2500	2375	125
20/02/2009	1418	1000	1000	0
26/02/2009	1418	1000	1000	0
10/03/2009	1418	2000	1250	750
17/03/2009	1418	3000	2150	850
20/02/2009	1446	1000	500	500
26/02/2009	1446	1000	0	1000
10/03/2009	1446	2000	650	1350
17/03/2009	1446	3000	625	2375
20/02/2009	1520	1000	0	1000
26/02/2009	1520	1000	375	625
10/03/2009	1520	2000	1250	750
17/03/2009	1520	3000	2000	1000
20/02/2009	1680	1000	550	450
26/02/2009	1680	1000	125	875
10/03/2009	1680	2000	1900	100
20/02/2009	1799	1000	250	750
26/02/2009	1799	1500	125	1375
10/03/2009	1799	2000	1150	850
17/03/2009	1799	3000	1000	2000



Cuadro III. Peso de los terneros al nacimiento (PI, kg) y a los 50 días (PF, kg) discriminados en los dos sistemas de crianza: Sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM)

sistemas	terneros	sexo	PI (kg)	PF (kg)
ST	880	hembra	28	69
	1574	macho	33	62
	1320	macho	40	78
	1675	macho	40	73
	990	macho	30	66
	1424	hembra	30	80
SM	1446	macho	30	77
	1520	hembra	37	80
	1799	hembra	35	79,5
	1680	hembra	35	72
	1054	hembra	35	57
	1418	macho	56	80



Cuadro IV. Temperatura rectal (TR °C), recolectados *in situ* en los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM)

Hora	Ternero	ST TR (°C)			Ternero	SM TR(°C)		
		1	2	3		1	2	3
08:00	880	39,0	38,40	38,90	1446	37,50	39,0	39,0
14:00	880	39,4	39,00	39,10	1446	39,20	39,0	39,7
20:00	880	39,4	39,30	39,20	1446	39,00	39,2	39,3
02:00	880	39,0	38,70	39,20	1446	39,20	38,9	38,8
08:00	990	39,0	38,40	38,70	1054	39,00	38,8	38,7
14:00	990	39,1	38,90	39,50	1054	39,00	39,8	39,1
20:00	990	39,0	38,90	38,80	1054	39,20	39,0	39,3
02:00	990	38,9	38,50	38,90	1054	39,10	38,7	38,7
08:00	1320	38,4	38,40	38,60	1799	38,50	38,8	39,0
14:00	1320	39,0	38,20	39,60	1799	38,90	39,2	39,1
20:00	1320	39,1	38,90	39,10	1799	39,20	39,2	39,0
02:00	1320	39,0	38,60	39,00	1799	39,00	38,7	39,2
08:00	1424	39,1	38,40	39,20	1418	39,00	38,2	39,0
14:00	1424	39,1	39,10	39,70	1418	39,10	38,4	39,6
20:00	1424	39,0	39,30	39,30	1418	39,50	39,0	39,7
02:00	1424	38,9	38,60	39,30	1418	39,40	39,0	39,3
08:00	1574	38,5	38,00	38,80	1520	39,00	38,6	39,1
14:00	1574	39,1	39,40	39,20	1520	39,10	39,5	39,5
20:00	1574	39,0	39,20	39,00	1520	39,20	39,4	39,0
02:00	1574	39,0	39,00	38,80	1520	39,00	39,2	38,9
08:00	1675	39,0	38,00	38,90	1680	38,90	38,8	39,2
14:00	1675	39,0	38,90	39,80	1680	39,20	38,9	39,5
20:00	1675	39,2	38,90	39,00	1680	39,40	39,0	39,5
02:00	1675	38,9	38,90	38,90	1680	39,20	39,0	39,2



Cuadro V. Ritmo cardiaco (RC, latidos /min) recolectados in situ en los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM)

Hora	Ternero	ST RC (latidos /min)			Ternero	SM RC (latidos /min)		
		1	2	3		1	2	3
08:00	880	112	84	96	1446	84	108	96
14:00	880	108	76	108	1446	96	72	112
20:00	880	92	100	104	1446	100	108	92
02:00	880	96	96	108	1446	104	84	104
08:00	990	96	88	108	1054	104	96	84
14:00	990	108	74	112	1054	104	91	100
20:00	990	96	100	112	1054	88	84	96
02:00	990	96	76	100	1054	92	80	104
08:00	1320	96	88	84	1799	108	108	104
14:00	1320	104	69	116	1799	104	90	96
20:00	1320	92	76	96	1799	104	104	108
02:00	1320	100	80	92	1799	100	80	112
08:00	1424	92	104	84	1418	104	88	92
14:00	1424	88	84	112	1418	92	69	104
20:00	1424	92	96	104	1418	104	96	96
02:00	1424	96	80	92	1418	108	84	88
08:00	1574	96	92	80	1520	96	100	100
14:00	1574	108	76	108	1520	104	94	104
20:00	1574	104	76	112	1520	96	104	120
02:00	1574	104	84	92	1520	96	100	88
08:00	1675	96	84	84	1680	104	96	104
14:00	1675	92	84	116	1680	108	84	108
20:00	1675	96	88	96	1680	108	88	120
02:00	1675	92	88	92	1680	104	96	100



Cuadro VI. Ritmo respiratorio (RR, respiraciones /min) recolectados *in situ* en los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM)

Hora	Ternero	ST RR (rpm)			Ternero	SM RR (rpm)		
		1	2	3		1	2	3
08:00	880	20	16	20	1446	20	16	28
14:00	880	20	20	32	1446	24	16	40
20:00	880	24	20	24	1446	24	24	16
02:00	880	20	16	32	1446	16	20	24
08:00	990	24	16	20	1054	20	12	20
14:00	990	24	24	44	1054	32	20	28
20:00	990	16	24	24	1054	20	28	28
02:00	990	16	16	20	1054	16	20	28
08:00	1320	16	20	24	1799	20	12	20
14:00	1320	24	24	20	1799	20	32	20
20:00	1320	24	24	20	1799	24	20	20
02:00	1320	20	16	28	1799	12	16	24
08:00	1424	12	16	20	1418	16	12	24
14:00	1424	16	16	36	1418	28	16	28
20:00	1424	20	16	20	1418	28	24	28
02:00	1424	16	16	20	1418	32	20	32
08:00	1574	20	12	20	1520	20	12	24
14:00	1574	24	20	24	1520	20	20	20
20:00	1574	24	20	16	1520	20	20	24
02:00	1574	20	20	28	1520	12	20	16
08:00	1675	24	12	20	1680	12	16	20
14:00	1675	24	24	40	1680	24	□□	20
20:00	1675	16	24	16	1680	16	16	24
02:00	1675	20	16	24	1680	16	16	20



Cuadro VII. Concentraciones de cortisol en saliva (ng/mL) discriminadas por hora en terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema de crianza tradicional (ST) y sistema de crianza modificado (SM)

hora	ST		SM	
	Ternero	Cortisol	Ternero	Cortisol
08:00	880	0,212	1054	0,217
14:00	880	0,475	1054	0,262
20:00	880	0,833	1054	0,303
02:00	880	0,966	1054	0,319
08:00	990	0,145	1446	0,233
14:00	990	0,315	1446	0,568
20:00	990	0,290	1446	0,167
02:00	990	0,406	1446	1,152
08:00	1320	0,460	1520	0,230
14:00	1320	0,300	1520	0,504
20:00	1320	0,623	1520	0,531
02:00	1320	0,727	1520	0,307
08:00	1424	0,203	1680	0,183
14:00	1424	0,233	1680	0,327
20:00	1424	0,326	1680	0,239
02:00	1424	0,278	1680	0,628
08:00	1574	0,192	1799	0,284
14:00	1574	0,679	1799	0,333
20:00	1574	0,412	1799	0,381
02:00	1574	0,553	1799	0,345

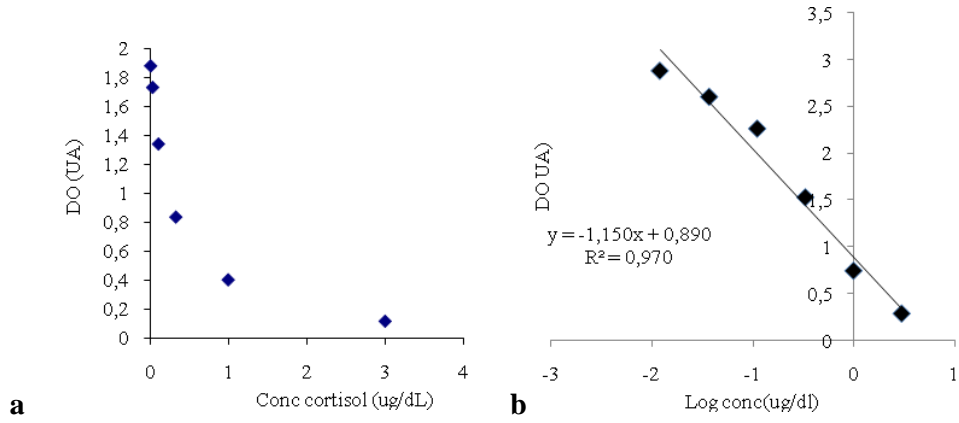


Figura I a y b .Curva de calibrado para la determinación de la concentración de cortisol en saliva ($\mu\text{g/dL}$) por la técnica de inmunoensayo. DO es densidad óptica expresada en unidades arbitrarias (UA).



ANEXO III –Época fría

Cuadro I. Distribución del porcentaje del tiempo gastado en la conducta parado (P) por los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Cuadro de contingencia (Di Rienzo et al., 2009).

Conducta	Día	Hora	ST	SM
P	1	09:00	83	100
P	1	09:15	83	100
P	1	09:30	100	75
P	1	09:45	100	75
P	1	10:00	0	75
P	1	10:15	67	75
P	1	10:30	33	38
P	1	10:45	33	38
P	1	11:00	50	25
P	1	11:15	33	25
P	1	11:03	0	12
P	1	11:45	33	0
P	1	12:00	17	12
P	1	12:03	33	12
P	1	12:45	33	12
P	1	13:00	50	25
P	1	13:15	50	12
P	1	13:30	50	62
P	1	13:45	50	100
P	1	14:00	50	100
P	1	14:15	33	100
P	1	14:30	17	100
P	1	14:45	0	100
P	1	15:00	0	38
P	1	15:15	0	12
P	1	15:45	0	38
P	1	16:00	0	12
P	1	16:15	0	12
P	1	16:30	17	38
P	1	16:45	0	12
P	1	17:00	67	12
P	1	17:15	33	12
P	1	17:30	0	12
P	1	17:45	0	25
P	1	18:00	17	25
P	1	18:15	17	88

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	626,24	35	<0,0001



Cuadro I. Continuación.

Conducta	Día	Hora	ST	SM
P	2	09:00	100	75
P	2	09:15	57	50
P	2	09:30	71	38
P	2	09:45	71	38
P	2	10:00	71	38
P	2	10:15	29	25
P	2	10:30	86	0
P	2	10:45	57	50
P	2	11:15	14	0
P	2	11:30	14	0
P	2	11:45	29	0
P	2	12:00	43	12
P	2	12:15	43	12
P	2	12:30	0	38
P	2	12:45	14	0
P	2	13:15	0	12
P	2	14:00	14	0
P	2	14:45	14	0
P	2	15:15	29	0
P	2	15:30	43	38
P	2	15:45	29	25
P	2	16:00	14	0
P	2	16:15	14	0
P	2	16:30	29	25
P	2	16:45	29	62
P	2	17:15	14	0
P	2	17:30	43	0
P	2	17:45	0	12
P	2	18:00	43	100
P	2	18:15	43	38

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	409,05	29	<0,0001



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

ANEXO III

Cuadro I. Continuación.

Conducta	Día	Hora	ST	SM
P	3	09:00	60	50
P	3	09:15	20	38
P	3	09:30	20	38
P	3	09:45	20	50
P	3	10:00	20	25
P	3	10:15	20	12
P	3	10:03	20	12
P	3	10,45	60	12
P	3	11:00	20	0
P	3	11:15	40	12
P	3	11:30	40	0
P	3	11,45	40	25
P	3	12:00	20	12
P	3	12:15	0	12
P	3	13:15	20	12
P	3	13:30	20	0
P	3	14:15	0	25
P	3	14:30	0	12
P	3	15:00	0	12
P	3	15:15	20	38
P	3	15:30	0	25
P	3	16:00	20	25
P	3	16:15	20	0
P	3	16:30	40	38
P	3	16:45	80	62
P	3	17:00	20	0
P	3	17:15	20	0
P	3	17:30	20	0
P	3	17:45	40	50
P	3	18:00	100	50
P	3	18:15	80	62

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	339,21	30	<0,0001



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

ANEXO III

Cuadro II. Distribución del porcentaje del tiempo gastado en la conducta echados (EH) por los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Cuadro de contingencia (Di Rienzo et al., 2009).

Conducta	Día	Hora	ST	SM
EH	1	09:00	12	0
EH	1	09:15	12	0
EH	1	10:00	25	25
EH	1	10:15	25	25
EH	1	10:30	50	62
EH	1	10:45	50	62
EH	1	11:00	38	62
EH	1	11:15	50	75
EH	1	11:30	62	88
EH	1	11:45	50	75
EH	1	12:00	62	88
EH	1	12:15	62	75
EH	1	12:30	50	62
EH	1	12:45	25	62
EH	1	13:00	25	50
EH	1	13:15	38	88
EH	1	13:45	38	0
EH	1	14:00	38	0
EH	1	14:15	50	0
EH	1	14:30	62	0
EH	1	14:45	62	0
EH	1	15:00	75	62
EH	1	15:15	75	62
EH	1	15:30	75	38
EH	1	15:45	75	62
EH	1	16:00	75	62
EH	1	16:15	75	75
EH	1	16:30	62	50
EH	1	16:45	75	62
EH	1	17:00	25	88
EH	1	17:15	50	75
EH	1	17:30	38	62
EH	1	17:45	62	62
EH	1	18:00	38	38
EH	1	18:15	62	12

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	447,81	34	<0,0001



Cuadro II. Continuación.

Conducta	Día	Hora	ST	SM
EH	2	09:00	0	25
EH	2	09:15	12	25
EH	2	09:30	25	62
EH	2	09:45	25	62
EH	2	10:00	25	62
EH	2	10:15	62	62
EH	2	10:30	0	25
EH	2	10:45	25	50
EH	2	11:00	62	75
EH	2	11:15	75	100
EH	2	11:30	62	100
EH	2	11:45	62	88
EH	2	12:00	50	75
EH	2	12:15	25	88
EH	2	12:30	50	50
EH	2	12:45	62	88
EH	2	13:00	88	88
EH	2	13:15	88	88
EH	2	13:30	75	100
EH	2	13:45	88	75
EH	2	14:00	75	100
EH	2	14:15	88	100
EH	2	14:30	88	100
EH	2	14:45	75	100
EH	2	15:00	88	100
EH	2	15:15	62	50
EH	2	15:03	50	38
EH	2	15:45	62	75
EH	2	16:00	75	88
EH	2	16:15	50	100
EH	2	16:30	38	50
EH	2	16,45	50	38
EH	2	17:00	75	88
EH	2	17:15	75	100
EH	2	17:03	50	100
EH	2	17:45	25	38
EH	2	18:00	50	0
EH	2	18:15	25	25

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	209,84	37	<0,0001



Cuadro II. Continuación.

Conducta	Día	Hora	1	2
EH	3	09:00	0	38
EH	3	09:15	50	62
EH	3	09:30	50	62
EH	3	09:45	50	38
EH	3	10:00	50	75
EH	3	10:15	50	88
EH	3	10:30	50	88
EH	3	10:45	25	88
EH	3	11:00	50	100
EH	3	11:15	38	88
EH	3	11:30	38	100
EH	3	11:45	38	75
EH	3	12:00	50	88
EH	3	12:15	62	88
EH	3	12:30	62	75
EH	3	12:45	62	62
EH	3	13:00	62	75
EH	3	13:15	50	88
EH	3	13:30	50	100
EH	3	13:45	50	100
EH	3	14:00	62	88
EH	3	14:15	50	62
EH	3	14:30	62	75
EH	3	14:45	50	88
EH	3	15:00	62	50
EH	3	15:15	50	50
EH	3	15:30	62	75
EH	3	15:45	62	88
EH	3	16:00	50	75
EH	3	16:15	25	50
EH	3	16:30	38	38
EH	3	16:45	12	25
EH	3	17:00	38	62
EH	3	17:15	50	100
EH	3	17:30	50	88
EH	3	17:45	0	25
EH	3	18:00	0	25
EH	3	18:15	12	25

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	152,5	37	<0,0001



Cuadro III. Distribución del porcentaje del tiempo gastado en la conducta comiendo (C) por los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Cuadro de contingencia (Di Rienzo et al., 2009).

Conducta	Día	Hora	ST	SM
C	1	09:03	0	25
C	1	09:45	0	12
C	1	10:00	12	0
C	1	11:45	0	12
C	1	12:30	0	12
C	1	12:45	25	12
C	1	13:00	12	25
C	1	13:30	0	25
C	1	14:45	12	0
C	1	15:15	0	25
C	1	15:30	0	25
C	1	16:45	0	12
C	1	17:30	25	0
C	1	17:45	12	12
C	1	18:00	0	38

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	269,19	19	<0,0001

Cuadro III. Continuación.

Conducta	Día	Hora	ST	SM
C	2	10:15	0	12
C	2	10:30	12	75
C	2	10:45	12	0
C	2	11:00	12	12
C	2	11:45	0	12
C	2	12:00	0	12
C	2	12:15	12	0
C	2	12:30	25	12
C	2	12:45	12	12
C	2	13:00	0	12
C	2	13:30	12	0
C	2	14:00	12	0
C	2	15:15	0	50
C	2	15:30	0	25
C	2	16:15	12	0
C	2	16:30	25	25
C	2	16:45	25	0
C	2	17:00	12	12
C	2	17:45	25	38
C	2	18:15	12	0

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	227,59	14	<0,0001



Cuadro III. Continuación.

Conducta	Día	Hora	St	Sm
C	3	09:00	25	12
C	3	09:45	0	12
C	3	12:30	0	25
C	3	12:45	0	12
C	3	13:00	0	25
C	3	13:45	12	0
C	3	14:00	0	12
C	3	14:15	12	0
C	3	14:45	12	0
C	3	15:00	0	25
C	3	16:15	25	12
C	3	16:30	0	25
C	3	17:00	12	38
C	3	17:30	0	12
C	3	17:45	38	25
C	3	18:15	0	12

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	208,22	15	<0,0001



Cuadro IV. Distribución del porcentaje del tiempo gastado en la conducta otras (O) por los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Cuadro de contingencia (Di Rienzo et al., 2009).

Conducta	Día	Hora	ST	SM
O	1	09:45	33	33
O	1	10:15	0	33
O	1	10:45	50	0
O	1	11:45	17	0
O	1	12:15	17	0
O	1	14:00	100	100
O	1	16:00	0	33
O	1	16:30	17	0
O	1	16:45	0	17
O	1	17:15	17	0
O	1	17:45	0	17
O	1	18:45	0	17
O	1	19:00	0	17
O	1	19:30	17	17

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	249,74	13	<0,0001

Cuadro IV. Continuación.

Conducta	Día	Hora	ST	SM
O	2	12:45	17	0
O	2	13:30	0	17
O	2	13:45	0	17
O	2	15:15	0	33
O	2	15:45	17	0
O	2	16:45	0	17
O	2	17:30	17	17
O	2	18:15	0	17
O	2	19:15	17	17
O	2	19:30	0	33

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	151,68	9	<0,0001



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

ANEXO III

Cuadro IV. Continuación

Conducta	Día	Hora	ST	SM
O	3	11:00	0	17
O	3	12:00	0	17
O	3	12:15	17	0
O	3	12:30	17	0
O	3	13:30	17	0
O	3	14	0	17
O	3	15:30	0	50
O	3	16:30	17	0
O	3	17:15	17	0
O	3	17:30	17	17
O	3	17:45	17	0
O	3	18:15	0	17

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	261,55	11	<0,0001



ANEXO VI- Época cálida

Cuadro I. Distribución del porcentaje del tiempo gastado en la conducta parado (P) por los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Cuadro de contingencia (Di Rienzo *et al.*, 2009)

Conducta	Día	Hora	ST	SM
P	1	09:00	100	67
P	1	09:15	100	100
P	1	09:30	67	100
P	1	09:45	50	50
P	1	10:00	67	33
P	1	10:15	67	0
P	1	10:30	50	83
P	1	10:45	0	33
P	1	11:00	67	0
P	1	11:15	0	67
P	1	11:30	0	67
P	1	11:45	0	33
P	1	13:45	0	50
P	1	14:15	0	17
P	1	14:30	0	17
P	1	14:45	0	17
P	1	15:00	0	17
P	1	15:15	0	17
P	1	15:45	17	0
P	1	16:15	17	17
P	1	16:30	33	17
P	1	16:45	33	0
P	1	17:00	50	33
P	1	18:30	67	33
P	1	19:00	50	0
P	1	19:15	50	0
P	1	19:30	17	33
P	1	19:45	33	50

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	678,26	27	<0,0001



Cuadro I. Continuación.

Conducta	Día	Hora	ST	SM
P	2	09:00	100	100
P	2	09:15	83	100
P	2	09:30	33	33
P	2	09:45	33	50
P	2	10:00	33	67
P	2	10:15	0	17
P	2	10:30	33	0
P	2	11:00	17	17
P	2	11:15	33	0
P	2	11:30	33	17
P	2	11:45	33	0
P	2	12:15	17	33
P	2	12:30	17	0
P	2	13:15	0	17
P	2	13:45	33	0
P	2	14:30	17	17
P	2	14:45	33	17
P	2	15:00	33	17
P	2	15:15	50	0
P	2	15:30	33	33
P	2	15:45	17	17
P	2	16	50	33
P	2	16:03	100	100
P	2	16:45	50	0
P	2	17:15	17	0
P	2	17:30	0	17
P	2	18:00	33	67
P	2	18:45	33	33
P	2	19:00	17	0
P	2	19:30	17	0
P	2	19:45	50	50

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	385,86	30	<0,0001



Cuadro I. Continuación.

Conducta	Día	Hora	ST	SM
P	3	09:00	17	50
P	3	09:15	33	50
P	3	09:30	67	50
P	3	09:45	100	0
P	3	10:15	67	50
P	3	10:45	50	17
P	3	11:00	17	0
P	3	11:15	0	17
P	3	11:45	17	0
P	3	12:00	17	50
P	3	12:30	0	50
P	3	12:45	33	50
P	3	13:00	33	17
P	3	13:15	67	83
P	3	13:30	17	33
P	3	15:00	17	0
P	3	15:15	0	33
P	3	15:30	17	0
P	3	15:45	17	0
P	3	16:00	17	0
P	3	17:15	0	50
P	3	17:30	17	0
P	3	17:45	17	0
P	3	18:15	67	0
P	3	18:30	67	0
P	3	18:45	50	33
P	3	19:00	17	0
P	3	19:15	33	67
P	3	19:30	100	100
P	3	19:45	67	67

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	612,28	29	<0,0001



Cuadro II. Distribución del porcentaje del tiempo gastado en la conducta echado (EH) por los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Cuadro de contingencia (Di Rienzo et al., 2009).

Conducta	Día	Hora	ST	SM
EH	1	09:00	0	33
EH	1	10:00	33	33
EH	1	10:15	33	50
EH	1	10:30	50	17
EH	1	10:45	50	50
EH	1	11:00	33	100
EH	1	11:15	100	33
EH	1	11:30	100	33
EH	1	11:45	67	67
EH	1	12:00	83	100
EH	1	12:15	50	100
EH	1	12:30	100	100
EH	1	12:45	100	100
EH	1	13:00	100	100
EH	1	13:15	100	100
EH	1	13:30	100	100
EH	1	13:45	100	50
EH	1	14:15	100	83
EH	1	14:30	100	83
EH	1	14:45	100	83
EH	1	15:00	100	67
EH	1	15:15	100	67
EH	1	15:30	100	100
EH	1	15:45	83	100
EH	1	16:00	83	50
EH	1	16:15	50	67
EH	1	16:30	50	67
EH	1	16:45	67	83
EH	1	17:00	33	50
EH	1	17:15	83	100
EH	1	17:30	100	100
EH	1	17:45	100	83
EH	1	18:00	100	100
EH	1	18:15	100	83
EH	1	18:30	33	50
EH	1	18:45	83	83
EH	1	19:00	50	83



EH	1	19:15	50	67
EH	1	19:30	67	50
EH	1	19:45	67	50

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	248,1	39	<0,0001

Cuadro II. Continuación

Conducta	Día	Hora	ST	SM
EH	2	09:30	0	17
EH	2	09:45	33	33
EH	2	10:00	50	33
EH	2	10:15	100	83
EH	2	10:30	67	100
EH	2	10:45	100	67
EH	2	11:00	83	83
EH	2	11:15	67	83
EH	2	11:30	67	83
EH	2	11:45	50	100
EH	2	12:00	100	83
EH	2	12:15	83	67
EH	2	12:30	83	83
EH	2	12:45	83	100
EH	2	13:00	100	100
EH	2	13:15	100	83
EH	2	13:30	100	83
EH	2	13:45	67	83
EH	2	14:00	100	100
EH	2	14:15	100	100
EH	2	14:30	83	83
EH	2	14:45	67	83
EH	2	15:00	67	67
EH	2	15:15	50	50
EH	2	15:03	67	67
EH	2	15:45	67	67
EH	2	16:00	50	67
EH	2	16:45	0	67
EH	2	17:00	100	67
EH	2	17:15	83	100
EH	2	17:30	33	50



EH	2	17:45	100	100
EH	2	18:00	33	17
EH	2	18:15	100	67
EH	2	18:30	83	100
EH	2	18:45	67	67
EH	2	19:00	83	100
EH	2	19:15	67	67
EH	2	19:30	83	67
EH	2	19:45	50	50

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	162,83	39	<0,0001

Cuadro II. Continuación

Conducta	Día	Hora	ST	SM
EH	3	09:00	83	50
EH	3	09:15	67	50
EH	3	09:30	33	50
EH	3	10:00	100	100
EH	3	10:45	50	33
EH	3	11:00	67	83
EH	3	11:15	100	83
EH	3	11:30	100	100
EH	3	11:45	33	100
EH	3	12:00	83	0
EH	3	12:15	67	83
EH	3	12:30	67	50
EH	3	12:45	50	50
EH	3	13:00	67	50
EH	3	13:15	33	17
EH	3	13:30	50	67
EH	3	13:45	100	100
EH	3	14:00	100	83
EH	3	14:15	100	100
EH	3	14:30	100	83
EH	3	14:45	100	100
EH	3	15:00	83	100
EH	3	15:15	67	67
EH	3	15:30	83	50
EH	3	15:45	83	100
EH	3	16:00	83	100
EH	3	16:15	100	100
EH	3	16:30	83	83



EH	3	16:45	100	100
EH	3	17:00	83	100
EH	3	17:15	67	50
EH	3	17:30	50	83
EH	3	17:45	50	100
EH	3	18:00	100	100
EH	3	18:15	33	83
EH	3	18:30	33	100
EH	3	18:45	50	67
EH	3	19:00	83	67
EH	3	19:15	67	33
EH	3	19:45	33	0

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	300.03	39	<0,0001



Cuadro III. Distribución del porcentaje del tiempo gastado en la conducta comiendo (C) por los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Cuadro de contingencia (Di Rienzo et al., 2009).

Conducta	Día	Hora	ST	SM
C	1	09:30	33	0
C	1	09:45	17	17
C	1	10:15	0	17
C	1	10:45	0	17
C	1	12:00	17	0
C	1	12:15	17	0
C	1	16:00	17	17
C	1	16:15	17	17
C	1	16:30	0	17
C	1	17:00	17	17
C	1	18:30	0	17
C	1	18:45	17	0
C	1	19:15	0	33

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	182,98	12	<0,0001



Cuadro III. Continuación

Conducta	Día	Hora	ST	SM
C	2	09:15	17	0
C	2	09:30	67	50
C	2	09:45	33	17
C	2	10:00	17	0
C	2	10:45	0	33
C	2	11:15	0	17
C	2	12:00	0	17
C	2	12:30	0	17
C	2	15:00	0	17
C	2	15:15	0	17
C	2	15:45	0	17
C	2	16:15	100	100
C	2	16:45	50	17
C	2	17:00	0	17
C	2	17:30	50	17
C	2	18:00	33	17
C	2	18:15	0	17
C	2	18:30	17	0
C	2	19:15	17	17

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	263,51	18	<0,0001

Cuadro III. Continuación.

Conducta	Día	Hora	ST	SM
C	3	09:45	0	100
C	3	10:15	33	50
C	3	10:30	100	100
C	3	10:45	0	50
C	3	11:00	17	0
C	3	11:45	50	0
C	3	12:00	0	33
C	3	12:15	17	17
C	3	12:30	17	0
C	3	12:45	17	0
C	3	13:00	0	33
C	3	13:30	17	0
C	3	14:03	0	17



Universidad Nacional del Litoral
Facultad de Ciencias Agrarias

ANEXO VI

C	3	15:15	17	0
C	3	16:30	0	17
C	3	17:00	17	0
C	3	17:15	17	0
C	3	17:03	17	0
C	3	17:45	17	0
C	3	19:00	0	33
C	3	19:45	0	33

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	511,8	20	<0,0001



Cuadro IV. Distribución del porcentaje del tiempo gastado en la conducta otras (O) por los terneros bajo los dos sistemas de crianza: sistema tradicional (ST) y sistema modificado (SM). Cuadro de contingencia (Di Rienzo et al., 2009).

Conducta	Día	Hora	ST	SM
O	1	09:45	33	33
O	1	10:15	0	33
O	1	10:45	50	0
O	1	11:45	17	0
O	1	12:15	17	0
O	1	14:00	100	100
O	1	16:00	0	33
O	1	16:30	17	0
O	1	16:45	0	17
O	1	17:15	17	0
O	1	17:45	0	17
O	1	18:45	0	17
O	1	19:00	0	17
O	1	19:30	17	17

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	249,74	13	<0,0001

Cuadro IV. Continuación

Conducta	Día	Hora	ST	SM
O	2	12:45	17	0
O	2	13:30	0	17
O	2	13:45	0	17
O	2	15:15	0	33
O	2	15:45	17	0
O	2	16:45	0	17
O	2	17:30	17	17
O	2	18:15	0	17
O	2	19:15	17	17
O	2	19:30	0	33

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	151,68	9	<0,0001



Cuadro IV. Continuación

Conducta	Día	Hora	ST	SM
O	3	11:00	0	17
O	3	12:00	0	17
O	3	12:15	17	0
O	3	12:30	17	0
O	3	13:30	17	0
O	3	14	0	17
O	3	15:30	0	50
O	3	16:30	17	0
O	3	17:15	17	0
O	3	17:30	17	17
O	3	17:45	17	0
O	3	18:15	0	17

Estadístico	Valor	gl	p
χ^2 Pearson	216,55	11	<0,0001