

**Efecto del corte de pelo en ganado
lechero sobre el consumo de alimento
y la producción de leche**

Hugo José Pellecer Menegazzo

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2010

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Efecto del corte de pelo en ganado lechero sobre el consumo de alimento y la producción de leche

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Hugo José Pellecer Menegazzo

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

Efecto del corte de pelo en ganado lechero sobre el consumo de alimento y la producción de leche

Presentado por:

Hugo José Pellecer Menegazzo

Aprobado:

Miguel Vélez, Ph.D.
Asesor Principal

Abel Gernat, Ph.D.
Director
Carrera de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Isidro A. Matamoros, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

John J. Hincapié, Ph.D.
Coordinador Área Temática
Zootecnia

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Pellecer. H, Efecto del corte de pelo en ganado lechero sobre el consumo de alimento y la producción de leche. Proyecto especial de graduación del Programa de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 18 pág.

En el trópico y subtrópico el estrés calórico producido por la temperatura y la humedad alta afecta el metabolismo y limita la producción de los animales. En el Senepol y en el ganado criollo de Centro y Sur América hay un gen dominante denominado “Slick”, el cual hace que el ganado posea el pelo corto, por lo que toleren mejor los factores ambientales desfavorables. El objetivo del estudio fue determinar si el cortar el pelo tiene el mismo efecto sobre el comportamiento y la producción del ganado lechero contra vacas que no tienen cortado el pelo. El estudio se realizó durante los meses secos en la unidad de ganado lechero de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, a 800 m.s.n.m con una temperatura promedio anual de 23°C. Se utilizaron 34 vacas Holstein, Jersey, Pardo y sus cruces con menos de 90 días de lactancia, con las cuales se formaron parejas buscando igualdad en raza, número de partos, condición corporal y producción de leche, a una vaca de cada par se le cortó el pelo y la otra se dejó intacta. La producción de leche fue mayor en (P = 0.011) en las vacas pelo corto con 17.61 kg/día y 16.57 kg/día, la temperatura rectal fue menor (P = 0.0001) con 38.38°C vs 38.73°C y la frecuencia respiratoria con 69.6 vs 81.4 respiraciones por minutos, fueron menores (P = 0.0001). Las vacas testigo presentaron menor temperatura sobre el cuello (P = 0.027) con 36.40°C vs 36.78°C, sobre la fosa paralumbar izquierda (P = 0.003) con 36.90°C vs 37.39°C y en el color blanco sobre su lomo (P = 0.0001) con 36.30 vs 37.30.

Palabras clave: Gen de pelo corto, temperatura rectal, frecuencia respiratoria.

CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| Portadilla..... | i |
| Página de firmas..... | ii |
| Resumen..... | iii |
| Contenido..... | iv |
| Índice de Cuadros, Figuras y Anexos..... | v |
| | |
| 1 INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2 MATERIALES Y MÉTODOS..... | 2 |
| 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 6 |
| 4 CONCLUSIONES..... | 9 |
| 5 RECOMENDACIONES..... | 10 |
| 6 LITERATURA CITADA..... | 11 |
| 7 ANEXOS..... | 13 |

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

| Cuadro | Página |
|---|--------|
| 1. Promedio de Temperatura (T), Humedad Relativa (HR) e Índice de Temperatura-Humedad (ITH) durante el estudio | 2 |
| 2. Análisis de los alimentos ofrecidos | 4 |
| 3. Promedio de consumo de alimento, producción de leche e intervalo parto concepción | 7 |
| 4. Promedio de temperatura rectal, de la punta del pelo sobre el cuello, fosa paralumbar izquierda, del pelo de diferentes colores (negro, blanco, café y amarillo) sobre el lomo, frecuencia respiratoria y longitud del pelo..... | 8 |
| | |
| Figura | Página |
| 1. Corte de pelo..... | 3 |
| 2. Pesaje del alimento | 4 |
| 3. A. Obtención de la muestra. B. Medición de los pelos con unpie de rey | 5 |
| | |
| Anexo | Página |
| 1. Temperatura ambiente, humedad relativa y producción de leche durante el estudio..... | 13 |
| 2. Temperatura ambiente y frecuencia respiratoria por tratamiento..... | 14 |
| 3. Promedio de la producción de leche en kg por semana de estudio | 14 |
| 4. Consumo de alimento (forraje y concentrado) | 15 |
| 5. Frecuencia respiratoria por minuto (6 semanas) | 15 |
| 6. Temperatura (T) corporal, cuello y fosa paralumbar en °C..... | 16 |
| 7. Promedio de la temperatura en °C sobre la superficie del pelo según el color del pelo sobre el lomo de la vaca | 17 |
| 8. Longitud de pelo (cm) después de cada muestreo, en los días 0, 30,60 y 90 | 17 |
| 9. Índice de Temperatura-Humedad (ITH)..... | 18 |

1. INTRODUCCIÓN

Las regiones tropicales son las que presentan el mayor potencial pecuario a nivel mundial, sin embargo, es muy difícil que el ganado de origen europeo exprese su potencial de producción, entre otros por factores climatológicos como la alta temperatura y humedad relativa que afectan directamente el metabolismo del animal (Richards 1973; Yousef 1985). Finch (1986) concluyó que un incremento pequeño de la temperatura afecta el sistema neuroendocrino repercutiendo en menor fertilidad, crecimiento y producción de leche. Pennington y VanDenver (2000) demostraron que las temperaturas y humedades relativas altas provocan una reducción en la producción de leche de hasta un 50% y en la fertilidad con 10 a 20% de preñez por inseminación.

La temperatura ideal para el ganado lechero europeo está entre los 10°C y 16°C. Cuando se superan estos límites, las vacas manifiestan estrés calórico con alta temperatura corporal, baja producción de leche, jadeo (>80 inspiraciones/minuto), problemas reproductivos e ingesta excesiva de agua (>100 litros/día) entre otros. García (2004) encontró que cuando la temperatura pasa de los 20°C, el consumo voluntario de materia seca disminuye hasta 0.07 kg por cada 0.55°C de aumento. Las vacas utilizan del 60-65% de la energía consumida diariamente en la producción de carne o leche y el 35-40% es convertida en calor (Osorio y Segura 2001).

En el ganado criollo de Centro y Sur América y en el ganado Senepol hay un gen dominante denominado como el gen “Slick” que hace que tengan el pelo corto (Olson *et al.* 2003). Botero (2008), define el pelo como corto cuando mide hasta 0.3 cm, medio de 0.31 a 0.5 cm, largo de 0.51 hasta 0.9 cm, y muy largo mayor de 0.9 cm. Bonsma (1940, 1943, 1949) demostró que animales con pelo corto poseen mejor crecimiento, reproducción y adaptación en zonas tropicales. Investigaciones realizadas en Florida (Hammond y Olson 1994; Hammond 1996), Puerto Rico y Venezuela (Lucena y Olson 2000), demostraron que animales con pelo corto producen más leche y tienen menor temperatura corporal y mayor crecimiento que los de pelo largo (normal). Introducir este gen en un hato de ganado lechero o de carne con animales europeos como Holstein, Pardo Suizo, etc., es difícil y llevaría muchos años de cruzamiento, como alternativa se puede pensar en el corte mecánico del pelo.

El objetivo del estudio fue determinar el efecto que puede tener el corte del pelo sobre la temperatura corporal, el consumo de alimento, la producción de leche, frecuencia respiratoria y la fertilidad en vacas lecheras.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó de enero a junio del 2010 en la Unidad de Ganado Lechero en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano; localizada en el Valle del Yeguaré a 32 km de Tegucigalpa, Honduras. Ubicada a 14°N y 87°O a una altura de 800 msnm con una temperatura promedio (Cuadro 1) anual de 23°C y una precipitación promedio anual de 1100 mm.

Cuadro 1. Promedio de Temperatura (T), Humedad Relativa (HR) e Índice de Temperatura-Humedad (ITH) durante el estudio.

| Fecha | T (°C) | HR % | ITH |
|-----------------|--------|-------|-----|
| (31/01 - 07/02) | 22.52 | 68.78 | 24 |
| (08/02 - 14/02) | 23.82 | 57.59 | 24 |
| (15/02 - 21/02) | 21.84 | 65.94 | 22 |
| (22/02 - 28/02) | 23.75 | 61.59 | 24 |
| (01/03 - 07/03) | 22.32 | 59.57 | 22 |
| (08/03 - 14/03) | 23.63 | 57.80 | 24 |
| (15/03 - 21/03) | 25.12 | 62.39 | 25 |
| (22/03 - 28/03) | 24.85 | 57.25 | 25 |
| (29/03 - 04/04) | 24.42 | 64.38 | 24 |
| (05/04 - 11/04) | 24.75 | 67.31 | 26 |
| (12/04 - 18/04) | 24.14 | 69.43 | 25 |
| (19/04 - 25/04) | 25.16 | 73.96 | 26 |
| (26/04 - 02/05) | 24.85 | 79.45 | 27 |
| (03/05 - 09/05) | 24.97 | 67.16 | 26 |
| (10/05 - 16/05) | 24.20 | 73.65 | 25 |
| (17/05 - 23/05) | 24.11 | 83.25 | 26 |
| (24/05 - 30/05) | 23.39 | 85.80 | 24 |

Se utilizaron 34 vacas Holstein, Jersey, Pardo Suizo y sus cruces. Los criterios de inclusión fueron vacas con menos de 90 días de lactancia, con las que se formaron parejas de similar raza, edad, condición corporal (rango de 2 a 4 en la escala de 1 a 5), número de partos y producción de leche.

De cada pareja se seleccionó al azar un animal al cual se le cortó el pelo del anca, muslo, cuerpo, paletas y cuello y el otro se dejó intacto, con lo que se tuvieron 2 tratamientos:

- Vacas con Pelo Corto (VPC).
- Vacas Testigo (VT).

Los dos grupos fueron estabulados en corrales (30 m² por animal) con piso de tierra y sombra, se les proporcionó agua *adlibitum*, la misma alimentación (heno, concentrado, ensilaje de caña, silo de maíz y de sorgo según su disponibilidad), y fueron ordeñadas dos veces al día a las 6:00 y 14:00 horas.

El corte del pelo (Figura 1) se realizó una semana antes de empezar la toma de datos (01/02/10). Se usó una máquina marca Oster[®]. El corte duró 30-45 minutos por vaca en dependencia del temperamento del animal, se realizó un segundo corte de pelo 60 días después.



Figura 1. Corte de pelo.

Los animales se colocaron en corrales separados para medir el consumo de alimento (Figura 2) por grupo: El alimento se ofreció a las 6:30 y 14:00 horas. El consumo se midió dos veces por semana, para lo cual se determinó el rechazo al día siguiente. Del alimento ofrecido y del rechazado se determinó la MS en un horno microondas. Al inicio del ensayo se tomó una muestra de los alimentos ofrecidos para determinar su contenido de PC, FND y FAD (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de los alimentos ofrecidos.

| Forraje | Valores en Base Seca | | | | | |
|-------------------|----------------------|------------|-------|-------|------------------------|----------|
| | Materia Seca % | Proteína % | FND % | FAD % | Energía Bruta (Kcal/g) | Ceniza % |
| Ensilaje de Sorgo | 20.56 | 7.25 | 56.72 | 33.68 | 5.72 | 7.6 |
| Ensilaje de Maíz | 27.32 | 8.19 | 54.98 | 32.08 | - | - |
| Ensilaje de Caña | 24.17 | 4.17 | 44.07 | 27.43 | 6.6 | 9.09 |

FND = Fibra Neutro Detergente.
FAD = Fibra Ácido Detergente.



Figura 2. Pesaje del alimento.

La producción (kg/día) se determinó en los dos ordeños diarios una vez por semana con los medidores del equipo de ordeño marca DeLaval®.

Para determinar la frecuencia respiratoria, se observó el flanco derecho durante 15 segundos. Las lecturas se realizaron dos veces por semana a las 14:00, hora en la cual se alcanzaban las mayores temperaturas del día.

Se midió la temperatura rectal y la de la piel. La temperatura rectal se tomó con un termómetro digital marca Citizen®. La temperatura de la piel se tomó en el cuello, la fosa paralumbar izquierda y sobre los diferentes tipos de colores que pudiera poseer la vaca en el lomo con un termómetro láser digital marca DeltaTrak®. Las lecturas se realizaron dos veces por semana a las 14:00, cuando se alcanzaban las mayores temperaturas del día.

Para determinar la longitud del pelo, se tomó una muestra de pelo del anca del animal con un pedazo de cinta adhesiva (masking tape), la cual se retiró rápidamente. Se midieron 10 pelos de cada muestra con la ayuda de un Pie de Rey (Figura 3). El primer muestreo se hizo el día en que se realizó el primer corte de pelo, el segundo 30 días después, el tercero siete días después del segundo corte y el cuarto 30 días después.



A. B.
Figura 3. A. Obtención de la muestra. B. Medición de los pelos con un pie de rey.

Los datos reproductivos se obtuvieron del programa Vampp Bovino 2.0 al inicio y al final del estudio.

Los datos se analizaron con el paquete estadístico SPSS. Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias para todos los datos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el estudio la temperatura promedio fue de 23.98°C y la humedad relativa de 68.48% lo que da un Índice de Temperatura-Humedad (ITH) promedio de 25°C, lo cual significa que las vacas sufrieron estrés calórico bajo (Anexo 7).

ALIMENTACIÓN

No hubo diferencia en el consumo de Materia Seca (MS) entre tratamientos (Cuadro 3). García (2004) concluyó que por cada 0.45 kg de MS que las vacas dejen de consumir, estas dejarán de producir alrededor de 0.90 kg de leche.

PRODUCCIÓN DE LECHE

Las vacas con pelo corto produjeron más leche ($P = 0.011$) que las vacas testigo (Cuadro 3). Mejía y Ortuño (2010) encontraron que las vacas a las que se les cortó el pelo produjeron 13.55 kg/día y las testigo 10.67 kg/día ($P = 0.0001$). García (2004) concluyó que por el estrés calórico las vacas pueden llegar a reducir un 25% o más de su producción. Pennington y VanDevender (2000) determinaron que la reducción en la producción se debe a un menor consumo de alimento. Bonsma (1940, 1943, 1949) relacionó la piel, pelo y pelaje de los bovinos, encontrando una superioridad en producción en animales que poseían pelo corto vs animales con pelo largo.

Los resultados encontrados concuerdan con los reportados por Olson *et al.* (2003) en Venezuela y Mejía y Ortuño (2010), quienes concluyen que el corte del pelo reduce el estrés calórico. La diferencia entre los resultados de este estudio y los de Mejía y Ortuño (2010) se atribuye a que las vacas de estos autores se encontraban con más estrés calórico al encontrarse éstas en pastoreo en potreros sin sombra, mientras que las vacas en esta investigación estaban estabuladas y en una época de menor temperatura.

INTERVALO PARTO CONCEPCIÓN

No se encontró diferencia entre tratamientos en el intervalo parto - concepción ($P = 0.454$) (Cuadro 3). Bonsma (1940, 1943, 1949) encontró que animales con pelo corto tienen mejor adaptación al medio y mejor reproducción. Pennington y VanDevender (2000) determinaron que cuando las vacas son sometidas a alto estrés calórico, solamente el 10-20% de las inseminaciones llegan a ser exitosas.

Cuadro 3. Promedio de consumo de alimento, producción de leche e intervalo parto concepción.¹

| Parámetro | Pelo Corto | Testigo |
|----------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Consumo de alimento, kg/ms/vaca | 08.24 (\pm 0.25)a | 8.31 (\pm 0.25)a |
| Producción de leche, kg/vaca/día | 17.61 (\pm 0.40)a | 16.57 (\pm 0.40)b |
| Intervalo Parto Concepción, días | 90.09 (\pm 14.52)a | 101.22 (\pm 15.33)a |

¹Promedios en la misma línea con diferente letra difieren entre sí (P<0.05).

TEMPERATURA

Las vacas con pelo corto tuvieron una temperatura rectal menor (P = 0.0001) que las vacas testigo (Cuadro 4). Hammond y Olson (1994) y Lucena y Olson (2000) encontraron que vacas con pelo corto poseen mayor tolerancia al calor, pues en el verano éstas presentan hasta 0.55°C menos de temperatura corporal. Pennington y VanDevender (2000) determinaron que vacas de alta producción producen mayor cantidad de calor debido al mayor consumo de alimento. Mejía y Ortuño (2010) encontraron que las vacas a las que se les cortó el pelo poseían menor temperatura rectal que las testigo (P = 0.0001) con 38.90°C vs 37.76°C respectivamente.

Las vacas con pelo corto tuvieron mayor temperatura sobre el cuello y sobre la fosa paralumbar izquierda que las vacas testigo (P = 0.027 y P = 0.003 respectivamente), lo que significa que la temperatura aumenta a medida que la longitud del pelo disminuye (Cuadro 4).

En ambos tratamientos no hubo diferencia de temperatura entre los colores de pelo negro (P = 0.060), café (P = 0.955) y amarillo (P = 0.779), pero si hubo una disminución en la temperatura en comparación con las vacas testigo que poseían el color blanco sobre su lomo (P = 0.0001) (Cuadro 4). Esto significa que vacas con pelo largo que posean color blanco sobre su lomo reflejan mejor la radiación solar que animales de pelo corto.

FRECUENCIA RESPIRATORIA

Las vacas con pelo corto presentaron menor frecuencia respiratoria que las vacas testigo (P = 0.0001) (Cuadro 4), lo que significa que las vacas con pelo corto necesitan respirar menos cantidad de veces para mantener su temperatura corporal. Pennington y VanDevender (2000) determinaron que cuando las vacas respiran más de 80 veces por minuto presentan estrés calórico. Esto quiere decir que las vacas testigo mantuvieron estrés calórico, por lo que debían de respirar mayor número de veces para mantener su temperatura corporal.

LONGITUD DEL PELO

Las vacas con pelo corto presentaron una longitud promedio de pelo de (P = 0.0001) 0.60 cm/vaca y las testigo de 0.96 cm/vaca (Cuadro 4).

Cuadro 4. Promedio de temperatura rectal, de la punta del pelo sobre cuello, fosa paralumbar izquierda, del pelo de diferentes colores (negro, blanco, café y amarillo) sobre el lomo, frecuencia respiratoria y longitud del pelo.¹

| Parámetro | Pelo Corto | Testigo |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Temperatura Rectal °C | 38.38 (± 0.39)a | 38.73 (± 0.39)b |
| Temperatura del Cuello °C | 36.78 (± 0.17)a | 36.40 (± 0.17)b |
| Temperatura Fosa Paralumbar °C | 37.39 (± 0.16)a | 36.90 (± 0.16)b |
| Color Blanco °C | 37.30 (± 0.26)a | 36.30 (± 0.26)b |
| Color Negro °C | 37.67 (± 0.21)a | 37.26 (± 0.21)a |
| Color Café °C | 36.98 (± 0.32)a | 37.00 (± 0.32)a |
| Color Amarillo °C | 37.24 (± 0.62)a | 37.06 (± 0.56)a |
| Frecuencia Respiratoria, insp/minutos | 69.6 (± 1.21)a | 81.4 (± 1.21)b |
| Longitud del Pelo, cm | 0.60 (± 0.05)a | 0.96 (± 0.05)b |

¹Promedios en la misma línea con diferente letra difieren entre sí (P<0.05).

4. CONCLUSIONES

- No se encontró diferencia en el consumo de alimento, ni en la temperatura sobre el lomo en vacas con color negro, café ó amarillo.
- Vacas que posean el pelo corto presentan mayor producción de leche, menor temperatura rectal y menor frecuencia respiratoria.
- Las vacas con el pelo largo presentan menor temperatura sobre el cuello y en la fosa paralumbar izquierda.
- Vacas con pelo largo y de color blanco en su lomo reflejan mayor cantidad la radiación solar.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar este estudio en vaquillas para observar si existe un efecto sobre la edad al primer celo.
- Realizar este estudio en terneros para observar si existe un efecto sobre la ganancia de peso al destete.

6. LITERATURA CITADA

Botero, J. 2008. Caracterización de la longitud del pelo en diferentes genotipos bovinos en el estado Zulia, Venezuela. Proyecto Especial del programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. p. 1.

Bonsma, J. 1940, 1943, 1949. The main problem of livestock production in the tropics and subtropics. Bonsmara Cattle Breeders' Society of SA. Consultado el 15/06/2010. Disponible en línea en: <http://www.bonsmara.co.za/genesis.php?pid=genesis>.

Finch, V. 1986. Body temperature in beef cattle: its control and relevance to production in the tropics. *Journal of Animal Science*. 62: 531-542.

García, A. 2004. College of Agriculture and Biological Science. Consultado el 15/06/2010. Disponible en línea en: <http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/ExEx4024.pdf>.

Hammond, A.; Olson, T. 1994. Rectal temperature and grazing time in selected beef cattle breeds under tropical summer conditions in subtropical Florida. *Journal of Tropical Agriculture*. (Trinidad). 71 (2):128-134.

Hammond, A. 1996. Heat tolerance in two tropically adapted *Bos taurus* breeds, Senepol and Romosinuano, compared with Brahman, Angus, and Hereford cattle in Florida. *Journal of Animal Science*. 74:295–303.

Lucena, C.; Olson, T. 2000. Effect of hair coat type on rectal temperatures, milk production and calving interval in Holstein X Carora crossbred cows. Décimo Congreso Venezolano de Zootecnia, Guanare, Venezuela. p. 84.

Mejía, R.; Ortuño, J. 2010. Efecto del pelo corto sobre la producción y la temperatura rectal del ganado lechero en el trópico. Proyecto Especial del programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. p. 4.

Olson, T.; Lucena, C.; Chase, Jr.; Hammond, A. 2003. Evidence of a major gene influencing hair length and heat tolerance in *Bos taurus* cattle. *Journal of Animal Science*. 81:80–90.

Osorio, M.; Segura, J. 2001. Producción de leche de vacas Holstein x Cebú en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo. Memorias XXIX Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. Septiembre 27-28, 2001. p. 343-347.

Pennington, J.; VanDevender, K. 2000. Heat Stress in Dairy Cattle. University of Arkansas. Consultado el 10/02/2010. Disponible en línea en:

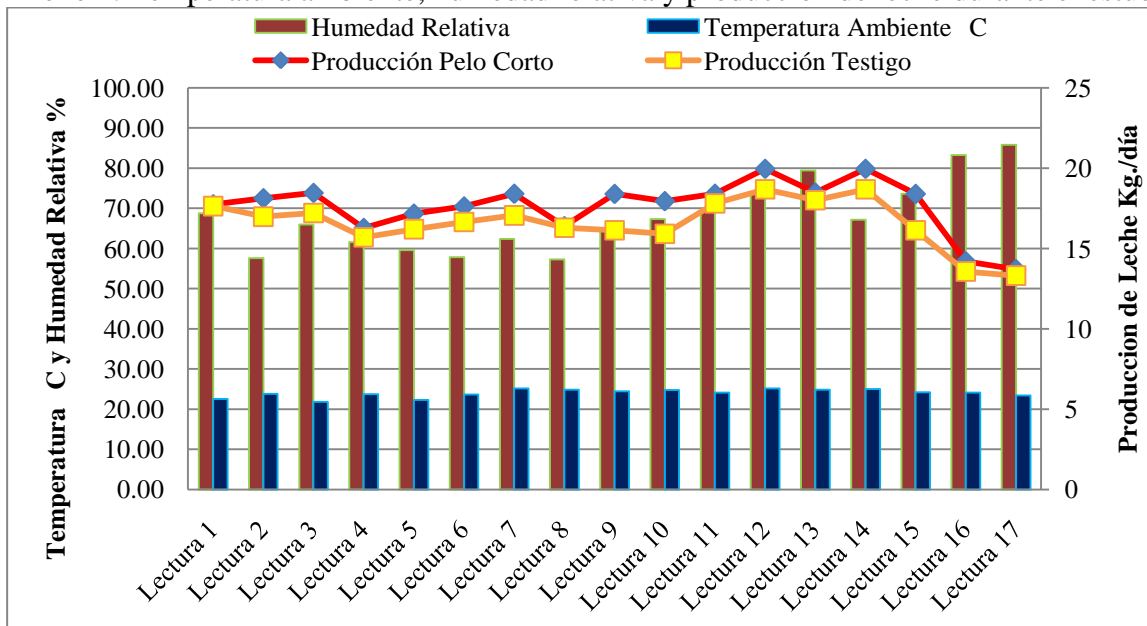
http://www.uaex.edu/Other_Areas/publications/PDF/FSA-3040.pdf.

Richards, S. 1973. Temperature regulation. Wykeham Science Series, London. p. 212.

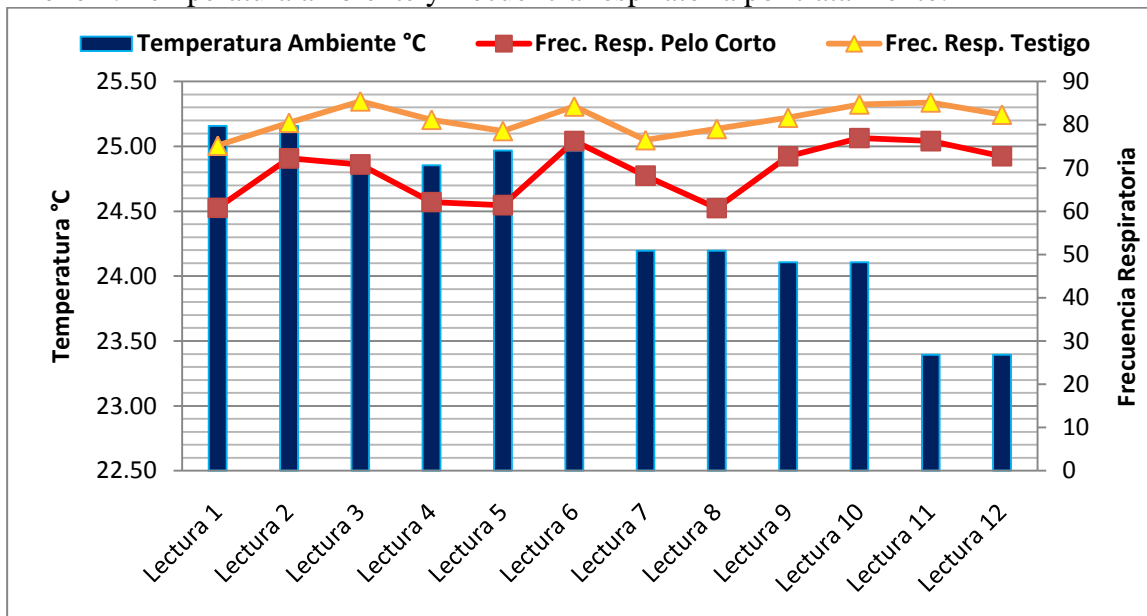
Yousef, M. 1985. Stress Physiology: Definition and terminology. In: Yousef MK (ed). Stress physiology in Livestock Volume I Basic Principles. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. p. 3-8.

7. ANEXOS

Anexo 1. Temperatura ambiente, humedad relativa y producción de leche durante el estudio.



Anexo 2. Temperatura ambiente y frecuencia respiratoria por tratamiento.



Anexo 3. Promedio de la producción de leche en kg por semana de estudio.

| Semana | Pelo Corto | Testigo |
|---------------|-----------------------|-----------------------|
| 31/01 - 07/02 | 17.75 (± 0.407) | 17.64 (± 0.407) |
| 08/02 - 14/02 | 18.13 (± 0.407) | 16.98 (± 0.407) |
| 15/02 - 21/02 | 18.46 (± 0.407) | 17.21 (± 0.407) |
| 22/02 - 28/02 | 13.28 (± 0.407) | 15.70 (± 0.407) |
| 01/03 - 07/03 | 17.17 (± 0.407) | 16.20 (± 0.407) |
| 08/03 - 14/03 | 17.62 (± 0.407) | 16.65 (± 0.407) |
| 15/03 - 21/03 | 18.41 (± 0.407) | 17.06 (± 0.407) |
| 22/03 - 28/03 | 16.39 (± 0.407) | 16.29 (± 0.407) |
| 29/03 - 04/04 | 17.40 (± 0.407) | 16.13 (± 0.407) |
| 05/04 - 11/04 | 17.95 (± 0.407) | 15.92 (± 0.407) |
| 12/04 - 18/04 | 18.41 (± 0.407) | 17.80 (± 0.407) |
| 19/04 - 25/04 | 19.96 (± 0.407) | 18.69 (± 0.407) |
| 26/04 - 02/05 | 18.48 (± 0.407) | 18.01 (± 0.407) |
| 03/05 - 09/05 | 19.96 (± 0.407) | 18.69 (± 0.407) |
| 10/05 - 16/05 | 18.40 (± 0.407) | 16.13 (± 0.407) |
| 17/05 - 23/05 | 14.20 (± 0.407) | 13.57 (± 0.407) |
| 24/05 - 30/05 | 13.71 (± 0.407) | 13.31 (± 0.407) |

Anexo 4. Consumo de alimento (forraje y concentrado).

| Semana | Tratamiento | Consumo | Consumo | Consumo Total MS Kg/vaca |
|---------------|-------------|------------------|----------------------|-----------------------------|
| | | Forraje MS Kg | Concentrado MS Kg | |
| 31/01 - 07/02 | P. Corto | 6.88 | 5.42 | 12.31 |
| | Testigo | 6.89 | 5.57 | 12.46 |
| 08/02 - 14/02 | P. Corto | 8.20 | 5.44 | 13.63 |
| | Testigo | 8.18 | 5.44 | 13.62 |
| 15/02 - 21/02 | P. Corto | 8.63 | 5.57 | 14.20 |
| | Testigo | 8.44 | 5.32 | 13.76 |
| 22/02 - 28/02 | P. Corto | 7.48 | 5.44 | 12.92 |
| | Testigo | 7.67 | 5.44 | 13.10 |
| 01/03 - 07/03 | P. Corto | 7.27 | 5.32 | 12.59 |
| | Testigo | 7.66 | 5.44 | 13.10 |
| 08/03 - 14/03 | P. Corto | 8.05 | 6.11 | 14.17 |
| | Testigo | 8.14 | 6.26 | 14.39 |
| 15/03 - 21/03 | P. Corto | 7.91 | 6.79 | 14.70 |
| | Testigo | 8.31 | 6.79 | 15.10 |
| 22/03 - 28/03 | P. Corto | 9.42 | 7.28 | 16.71 |
| | Testigo | 9.43 | 7.28 | 16.72 |
| 29/03 - 04/04 | P. Corto | 9.20 | 7.86 | 17.06 |
| | Testigo | 8.95 | 7.86 | 16.81 |
| 05/04 - 11/04 | P. Corto | 7.91 | 7.86 | 15.77 |
| | Testigo | 8.03 | 7.86 | 15.89 |
| 12/04 - 18/04 | P. Corto | 9.00 | 8.07 | 17.07 |
| | Testigo | 9.01 | 8.07 | 17.08 |
| 19/04 - 25/04 | P. Corto | 9.64 | 8.30 | 17.93 |
| | Testigo | 9.65 | 8.30 | 17.94 |

Anexo 5. Frecuencia respiratoria por minuto (6 semanas).

| Tratamiento | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| P. Corto | 60.8 ±1.2 | 72.2 ±1.2 | 70.8 ±1.2 | 62.1 ±1.2 | 61.4 ±1.2 | 76.2 ±1.2 |
| Testigo | 75.2 ±1.2 | 80.4 ±1.2 | 85.4 ±1.2 | 81.1 ±1.2 | 78.6 ±1.2 | 84.2 ±1.2 |
| Tratamiento | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| P. Corto | 68.2 ±1.2 | 60.7 ±1.2 | 72.7 ±1.2 | 76.9 ±1.2 | 76.2 ± 1.2 | 72.7 ±1.2 |
| Testigo | 76.5 ±1.2 | 79.0 ±1.2 | 81.6 ±1.2 | 84.7 ±1.2 | 85.2 ±1.2 | 82.3 ±1.2 |

Anexo 6. Temperatura (T) corporal, cuello y fosa paralumbar en °C.

| Semana | Tratamiento | T Corporal | T° Cuello | T° Fosa Paralumbar |
|---------------|-------------|------------|-----------|--------------------|
| 31/01 - 07/02 | P. Corto | 38.66 | - | - |
| | Testigo | 39.06 | - | - |
| 08/02 - 14/02 | P. Corto | 38.99 | - | - |
| | Testigo | 39.14 | - | - |
| 15/02 - 21/02 | P. Corto | 38.46 | - | - |
| | Testigo | 38.7 | - | - |
| 22/02 - 28/02 | P. Corto | 36.63 | - | - |
| | Testigo | 38.89 | - | - |
| 01/03 - 07/03 | P. Corto | 38.38 | - | - |
| | Testigo | 38.75 | - | - |
| 08/03 - 14/03 | P. Corto | 38.59 | - | - |
| | Testigo | 38.77 | - | - |
| 15/03 - 21/03 | P. Corto | 38.73 | 35.38 | 35.91 |
| | Testigo | 38.92 | 35.46 | 35.61 |
| 22/03 - 28/03 | P. Corto | 38.6 | 38.9 | 39.16 |
| | Testigo | 38.85 | 38.48 | 39.01 |
| 29/03 - 04/04 | P. Corto | 38.45 | 35.69 | 37.03 |
| | Testigo | 38.78 | 35.36 | 36.14 |
| 05/04 - 11/04 | P. Corto | 38.31 | 35.77 | 36.53 |
| | Testigo | 38.79 | 35.49 | 35.91 |
| 12/04 - 18/04 | P. Corto | 37.44 | 35.54 | 35.96 |
| | Testigo | 37.46 | 35.01 | 35.35 |
| 19/04 - 25/04 | P. Corto | 38.06 | 38.9 | 39.16 |
| | Testigo | 38.77 | 38.48 | 39.01 |
| 26/04 - 02/05 | P. Corto | 38.1 | - | - |
| | Testigo | 38.61 | - | - |
| 03/05 - 09/05 | P. Corto | 35.54 | 37.17 | 37.74 |
| | Testigo | 39.09 | 36.69 | 37 |
| 10/05 - 16/05 | P. Corto | 38.33 | 38.9 | 39.16 |
| | Testigo | 38.63 | 38.48 | 39.01 |
| 17/05 - 23/05 | P. Corto | 37.85 | 35.16 | 35.98 |
| | Testigo | 38.41 | 34.69 | 35.35 |
| 24/05 - 30/05 | P. Corto | 38.33 | 35.71 | 36.53 |
| | Testigo | 38.73 | 35.4 | 35.96 |

Anexo 7. Promedio de temperatura en °C sobre la superficie del pelo según el color del pelo sobre el lomo de la vaca.

| Semana | Tratamiento | Blanco | Negro | Café | Amarillo |
|-----------------|-------------|--------|-------|-------|----------|
| (15/03 - 21/03) | P. Corto | 36.91 | 37.82 | 36.8 | 36.2 |
| | Testigo | 35.77 | 37.74 | 37.5 | 36.5 |
| (22/03 - 28/03) | P. Corto | 39.03 | 39.3 | 38.13 | 38.9 |
| | Testigo | 37.98 | 39.52 | 37.75 | 40.08 |
| (29/03 - 04/04) | P. Corto | 36.84 | 36.81 | 36.77 | 36.9 |
| | Testigo | 35.03 | 35.43 | 37.2 | 35.35 |
| (05/04 - 11/04) | P. Corto | 37.24 | 37.45 | 36.7 | 36.55 |
| | Testigo | 35.96 | 36.79 | 37.38 | 36.03 |
| (12/04 - 18/04) | P. Corto | 34.26 | 35.37 | 35.6 | 36.68 |
| | Testigo | 34.57 | 34.94 | 34.25 | 34.15 |
| (19/04 - 25/04) | P. Corto | 39.03 | 39.3 | 38.13 | 38.9 |
| | Testigo | 37.98 | 39.52 | 37.75 | 40.08 |
| (03/05 - 09/05) | P. Corto | 38.47 | 38.77 | 37.4 | 38.25 |
| | Testigo | 37.02 | 38.17 | 37.93 | 37.88 |
| (10/05 - 16/05) | P. Corto | 39.03 | 39.3 | 38.13 | 38.9 |
| | Testigo | 37.98 | 39.52 | 37.75 | 40.08 |
| (17/05 - 23/05) | P. Corto | 34.9 | 35.35 | 35.33 | 36.08 |
| | Testigo | 34.57 | 34.56 | 35.43 | 34.28 |
| (24/05 - 30/05) | P. Corto | 37.11 | 37.35 | 36.75 | 36.6 |
| | Testigo | 35.86 | 36.66 | 37.35 | 35.95 |

Anexo 8. Longitud de pelo (cm) después de cada muestreo, en los días 0, 30, 60 y 90.

| Tratamiento | 0 | 30 | 60 | 90 |
|-------------|------------|------------|------------|------------|
| P. Corto | 0.6 ± 0.06 | 1.1 ± 0.06 | 0.6 ± 0.06 | 0.8 ± 0.06 |
| Testigo | 0.9 ± 0.06 | - | - | 1.3 ± 0.06 |

Anexo 9. Índice de Temperatura-Humedad (ITH).

| | | HUMEDAD RELATIVA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | |
| TEMPERATURA °C | 20 | 16 | 16 | 17 | 17 | 17 | 18 | 18 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 20 | 20 | 20 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | |
| | 21 | 18 | 18 | 18 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 20 | 20 | 20 | 20 | 21 | 21 | 21 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 23 |
| | 22 | 19 | 19 | 19 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 21 | 21 | 21 | 21 | 22 | 22 | 22 | 22 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 24 |
| | 23 | 20 | 20 | 20 | 20 | 21 | 21 | 22 | 22 | 22 | 23 | 23 | 23 | 23 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 25 | 25 |
| | 24 | 21 | 21 | 22 | 22 | 22 | 22 | 23 | 23 | 23 | 24 | 24 | 24 | 24 | 25 | 25 | 25 | 25 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| | 25 | 22 | 23 | 23 | 23 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 25 | 25 | 25 | 26 | 26 | 26 | 27 | 27 | 27 | 27 | 28 | 28 |
| | 26 | 24 | 24 | 24 | 24 | 25 | 25 | 25 | 26 | 26 | 26 | 26 | 27 | 27 | 27 | 27 | 28 | 28 | 29 | 29 | 29 | 29 | 30 |
| | 27 | 25 | 25 | 25 | 25 | 26 | 26 | 26 | 27 | 27 | 27 | 27 | 28 | 28 | 29 | 29 | 30 | 30 | 31 | 31 | 31 | 31 | 33 |
| | 28 | 26 | 26 | 26 | 26 | 27 | 27 | 27 | 28 | 28 | 28 | 29 | 29 | 29 | 30 | 31 | 32 | 32 | 33 | 34 | 34 | 34 | 36 |
| | 29 | 26 | 26 | 27 | 27 | 27 | 28 | 29 | 29 | 29 | 29 | 30 | 30 | 31 | 33 | 33 | 34 | 35 | 35 | 37 | 38 | 38 | 40 |
| | 30 | 27 | 27 | 28 | 28 | 28 | 28 | 29 | 29 | 30 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 39 | 40 | 41 | 41 | 45 |
| | 31 | 28 | 28 | 29 | 29 | 29 | 29 | 30 | 31 | 31 | 31 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 39 | 40 | 41 | 45 | 45 | 45 | 50 |
| | 32 | 29 | 29 | 29 | 29 | 30 | 31 | 31 | 33 | 33 | 34 | 35 | 35 | 37 | 39 | 40 | 42 | 44 | 45 | 51 | 51 | 51 | 55 |
| | 33 | 29 | 29 | 30 | 30 | 31 | 33 | 33 | 34 | 34 | 35 | 36 | 38 | 39 | 42 | 43 | 45 | 49 | 49 | 53 | 54 | 54 | 55 |
| | 34 | 30 | 30 | 31 | 31 | 32 | 34 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 41 | 42 | 44 | 47 | 48 | 50 | 52 | 55 | | | |
| | 35 | 31 | 32 | 32 | 32 | 33 | 35 | 35 | 37 | 37 | 40 | 40 | 44 | 45 | 47 | 51 | 52 | 55 | | | | | |
| | 36 | 32 | 33 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 39 | 39 | 42 | 43 | 46 | 49 | 50 | 54 | 55 | | | | | | |
| | 37 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 38 | 38 | 41 | 41 | 44 | 46 | 49 | 51 | 55 | | | | | | | | |
| | 38 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 39 | 40 | 43 | 44 | 47 | 49 | 51 | 55 | | | | | | | | | |
| | 39 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 41 | 41 | 44 | 46 | 50 | 50 | 55 | | | | | | | | | | |
| | 40 | 35 | 36 | 37 | 39 | 40 | 43 | 43 | 47 | 49 | 53 | 55 | | | | | | | | | | | |
| 41 | 35 | 36 | 38 | 40 | 41 | 44 | 45 | 49 | 50 | 55 | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | 36 | 37 | 39 | 41 | 42 | 45 | 47 | 50 | 52 | 55 | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | 37 | 38 | 40 | 42 | 44 | 47 | 49 | 53 | 55 | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | 38 | 39 | 41 | 44 | 45 | 49 | 52 | 55 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 45 | 38 | 40 | 42 | 45 | 47 | 50 | 54 | 55 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | 39 | 41 | 43 | 45 | 49 | 51 | 55 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 47 | 40 | 42 | 44 | 47 | 51 | 54 | 55 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | 41 | 43 | 45 | 49 | 53 | 55 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 49 | 42 | 45 | 47 | 50 | 54 | 55 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 42 | 45 | 48 | 50 | 55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Adaptado por el autor.

El índice de temperatura-humedad es una medida que indica el grado de estrés calórico que puede presentar un animal. El color blanco indica poco estrés calórico, el amarillo medio estrés calórico, el anaranjado alto estrés calórico y el rojo extremo estrés calórico.