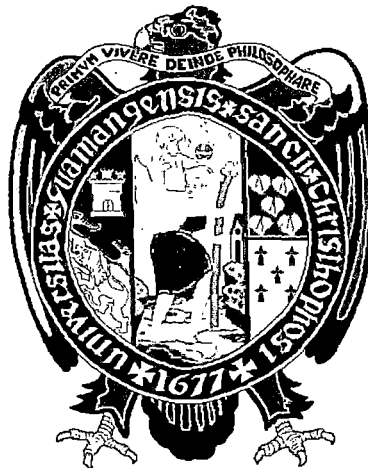


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE
MEDICINA VETERINARIA**



**“INFLUENCIA DEL USO DE ASPERSORES Y ABANICOS EN LA
PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACUNOS EN EL ESTABLO
“ESTANCIA SANTA FÉ” LURIN A 44 m.s.n.m.”**

**Tesis para obtener el título Profesional de
MEDICO VETERINARIO**

Presentado por:

FRANK ORCHELL, SULCA OCHOA

AYACUCHO – PERÚ

2014

tesis
MV 126
Sul
ej. 1

**“INFLUENCIA DEL USO DE ASPERSORES Y ABANICOS EN LA
PRODUCCIÓN DE LECHE DE VACUNOS EN EL ESTABLO
“ESTANCIA SANTA FE” LURIN A 44 m.s.n.m.”**

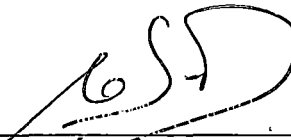
Recomendado : 22 de setiembre de 2014
Aprobado : 20 de noviembre de 2014



M.V. GLORIA BETTI ADRIANZEN FACUNDO
Presidente del Jurado



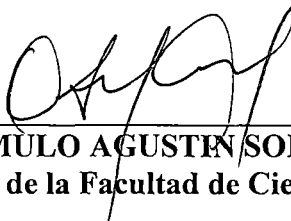
M.V. JIM HERBERT ALFREDO LECAROS DE CÓRDOVA
Miembro del Jurado



M.V. JULIO CÉSAR SOTO PALACIOS
Miembro del Jurado



Mg. Sc. CÉSAR AUGUSTO OLAGUIVEL FLORES
Miembro del Jurado



Dr. ROMULO AGUSTIN SOLANO RAMOS
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba , a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento

FLAVIO Y VICTORIA

Dedico la presente tesis a mi hija **ARIADNA**, que bajó del cielo, para llenar de alegría mi vida, gracias porque eres mi inspiración y fortaleza, una sonrisa tuya ilumina mi mundo y me da las fuerzas necesarias para luchar y conseguir mis metas.

A tu paciencia y comprensión , preferiste sacrificar tu tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío.
Por tu bondad y sacrificio me inspiraste a ser mejor para tí, ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de tí, gracias por estar siempre a mi lado.

MARY T.D.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerle a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado y porque me condujo para hacer realidad este sueño tan anhelado.

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi asesor de tesis, Dr. Jim LECAROS DE CÓRDOVA por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar la tesis con éxito.

Mi profundo agradecimiento al Ing. Gino SOLIMANO FERRECCIO Gerente General del establo “Estancia santa Fe” S.A.C por las facilidades prestadas para la ejecución de este trabajo.

Al Médico Veterinario Alfredo BALDERA MAZA. Administrador de “Estancia Santa Fé” por ser mi amigo, por guiarme por el buen camino, y por enseñarme a luchar por lo que quiero.

Al Ing. Agrónomo Eduardo ROBLES GARCIA por su invaluable ayuda en la consecución del presente trabajo.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

ÍNDICE

	<u>Pág.</u>
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
REVISION DE LITERATURA	4
1.1. Factores climáticos.	5
1.2. Interacción clima – animal	10
1.3 Estrés de calor.	11
1.4 Zona neutral térmica	15
1.5 Mecanismos termorregulatorios.	18
1.6 Medidas de mitigación.	20
1.7 Estrategias para reducir el estrés calórico.	25
1.8 Antecedentes generales.	37
CAPITULO II	
MATERIALES Y METODOS	40
2.1 Ubicación del área de estudio	40
2.2 Infraestructura y equipos	41
2.3 Origen de los datos	46
2.4 Metodología	48
2.5 Diseño experimental	51
2.6 Organización del experimento	51
CAPITULO III	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
3.1 Resultados	53
3.1.1 Producción promedio de leche en verano	53
3.1.2 Producción promedio de leche en invierno	57
3.1.3 Temperatura corporal	59
3.1.4 Merito económico del tratamiento	60
3.2 Discusión	61
CAPITULO IV	
4.1 CONCLUSIONES	63
4.2 RECOMENDACIONES	65
RESUMEN	66
ABSTRACT	67
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	68
ANEXOS	76

INDICE DE CUADROS

	<u>Pág.</u>	
Cuadro 1.	Descripción de la escala de jadeo	14
Cuadro 2.	Estrés calórico en vacas lecheras según los rangos de Índice temperatura – Humedad.	36
Cuadro 3.	Relación temperatura – humedad.	37
Cuadro 4	Análisis de variancia de la producción de leche promedio por vaca durante las campañas 2009, 2010, 2011 y 2012.	53
Cuadro 5	Análisis de varianza de la producción promedio de leche durante cuatro campañas de producción en época de invierno.	57

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Zona termoneutral con sus diferentes subzonas.	17
Figura 2.	Mecanismos de disipación de los vacunos.	27
Figura 3.	Diagrama hombrotérmico de la temperatura y la humedad relativa. Estación meteorológica de Lurin. 44 msnm. Los datos son un promedio de cuatro años 2009, 2010, 2011 y 2012	50

INDICE DE GRAFICOS

	<u>Pág.</u>	
Gráfico 01	Prueba de contraste de la producción promedio por campaña de las 100 vacas en la época de verano.	54
Grafico 2	Regresión de la producción promedio de leche (Litros/día) de 100 vacas durante cuatro campañas de producción.	55
Grafico 3	Analisis de la tendencia de los promedios teoricos de la produccion promedio de leche de cada campaña y la produccion real donde se incluye el tratamiento.	56
Gráfico 4	Prueba de contraste de la producción promedio por campaña de las 100 vacas en la época de invierno.	58
Grafico 5	Temperatura corporal de los animales sin tratamiento de refrigeración y animales sometidos a la refrigeración.	59

INTRODUCCION

Un problema serio que se presenta cada año en las regiones áridas y semiáridas es la baja eficiencia productiva del ganado lechero debido a las drásticas condiciones climáticas durante el verano, las cuales pueden reducir la producción de leche hasta en 25% (Schneider y col., 1984) y permitirán sólo 10% de concepciones (Cavestany y col., 1985; Ingraham y col., 1974).

En el Perú, no somos ajenos a este problema, por el contrario, el estrés de calor es la principal causa de pérdida de producción en ganado lechero, sin embargo no se han realizado estudios sobre los efectos negativos lo cual no permite cuantificar las pérdidas de modo que no hay forma objetiva de sustentar la implementación de sistemas de mitigación de este importante problema, ni menos se han aplicado métodos de lucha contra el estrés de calor. Además que son pocos los ganaderos y profesionales que han mostrado preocupación por este aspecto, al no tener la posibilidad de una tecnología adecuada o por desconocimiento del tema.

Sin embargo, la respuesta individual del animal a las condiciones climáticas depende de características como la raza, el tamaño, el color, la cobertura de la piel, el grado individual de tolerancia al calor, el estado nutricional y el potencial genético para la producción (Hall, 2000).

“El sector lechero Argentino está cambiando de sistemas. El que más le conviene al país es el que combina las duchas y la ventilación forzada y que se utiliza en los bebederos y en los comederos, pero especialmente en la sala de espera antes del ordeño”. Para evitar el estrés por calor la clave está en el enfriamiento de la vaca (Flamenbaum, 1997).

"La relación costo beneficio del enfriamiento es muy alta, estamos hablando de una inversión que se puede recuperar en un año" (Flamenbaum, 1997).

Por el contrario, si el productor no invierte en el bienestar animal las consecuencias pueden ser permanentes. "La pérdida económica más grande no son las vacas muertas sino las vivas que dejan de producir. Si una vaca pare en el verano y no la enfriamos va a perder hasta 2 litros de su potencial y no lo va a recuperar nunca más. Esto son cosas que todavía hay ganaderos que no lo saben". (Flamenbaum, 1997)

Los principales mecanismos usados por los bovinos para mantener un balance térmico en condiciones de estrés calórico son: la polypnea, mediante la cual la disipación térmica aumenta al incrementar la vaporización de la humedad de las vías respiratorias, la trasudación térmica de la humedad a través de la piel y la reducción de la producción térmica mediante la anorexia voluntaria. (Flamenbaum, 1997)

Para tener un manejo eficiente en condiciones de áreas cálidas, se debe garantizar a los animales instalaciones adecuadas para facilitar que los mecanismos de disipación térmica funcionen como tal. Uno de los métodos más eficaces para disminuir la temperatura corporal de los bovinos es el de utilizar baños en combinación con ventilación forzada. El baño debe ser de gota gruesa y debe mojar completamente la piel del bovino, pues cuando se utiliza la nebulización con micro gotas estas forman una capa alrededor del pelo del animal y dificulta la evaporación y disminución de calor, siendo entonces el efecto contrario al esperado. La ventilación no "refresca" al animal sino que lo seca, por lo cual favorece la evo transpiración a través de la piel. (Flamenbaum, 1997)

"En el momento que enfriamos a la vaca ya no hay posibilidad que se estrese". (Flamenbaum, 1997)

Las altas condiciones ambientales generan estados de estrés calórico en el animal, conduciéndolo a un reajuste en su fisiología y actividad física para regular su temperatura corporal, reduciendo su desempeño productivo como consecuencia (West, 2003).

La alta radiación solar, temperatura extrema y velocidad del viento, limitan la eficiencia termo regulatoria de los medios no evaporativos (conducción, convección y radiación) en la vaca, mientras que los evaporativos (jadeo y sudoración) a gradientes altos de humedad (Berman, 2006).

La presente revisión proporciona una síntesis del efecto de diversos factores climáticos sobre el desempeño productivo del ganado bovino, así como de las principales medidas de mitigación frente a condiciones de estrés. Por tanto, el objetivo de la presente tesis es determinar la influencia de la ventilación forzada, basada en aspersores y abanicos sobre la eficiencia productiva de Leche y la temperatura corporal en vacas Holstein en la "Estancia Santa Fe" S.A.C. - Lurín 2012"

CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

La leche producida en un establo es el resultado de una serie de actividades de manejo, medio ambiente y tal vez la más importante la genética del animal. Para obtener una alta producción, se requiere de una elevada eficiencia reproductiva, la cual depende de una serie de factores ambientales y de manejo tales como los parámetros reproductivos, nutricionales, reemplazos y genética. La realidad de hoy en día es que solo se ofrecen ambientes no adecuados para el ganado lechero, además de manejo y condiciones inapropiadas, las cuales originan pérdidas millonarias en las explotaciones lecheras. (Flamenbaum, 1997)

Los climas muy áridos no son los ambientes más propicios e ideales para obtener una elevada eficiencia productiva y reproductiva, por lo tanto es necesario tomar en cuenta los efectos de los factores climáticos, las alteraciones fisiológicas,

cambios hormonales, cambios en la conducta y las estimaciones de las pérdidas que se tienen bajo condiciones adversas y de estrés calórico. (Flamenbaum, 1997)

1.1 Factores Climáticos.

Los factores físico-ambientales que afectan al ganado fueron definidos por Hahn y col (2003) y corresponden a una compleja interacción de la temperatura del aire, humedad relativa, radiación, velocidad del viento, precipitación, presión atmosférica, luz ultravioleta y polvo. Para una mejor comprensión del efecto que ellos provocan sobre el ganado se presenta una breve descripción de los cuatro factores más importantes:

a) Temperatura ambiental:

Es probablemente la variable más investigada y al mismo tiempo la más utilizada como indicador de estrés. El concepto de zona termoneutral es el resultado de investigaciones realizadas a comienzos de la década del setenta. Esta refleja el rango de temperatura ambiente efectiva de confort para el ganado (NRC 1981). Khalifa (2003) definió la temperatura ambiente efectiva de confort para el ganado como el estado constante de temperatura corporal, la cual puede ser mantenida sin necesidad de ajustes fisiológicos o de comportamiento. Por esta razón el promedio de la temperatura ambiente es generalmente considerado como la principal medida térmica utilizada para estimar confort animal (NRC 1981, Da Silva 2006). Existen además, numerosas evidencias de que durante el verano la temperatura ambiental tiene un efecto directo, sobre consumo diario de agua (CDA), existiendo una relación

positiva entre ambas variables. Además, se ha reportado una relación inversa entre CDA y el consumo de materia seca (CMS). (NRC 1981, Arias 2006).

Asimismo, el efecto de la temperatura sobre las variables productivas también ha sido ampliamente estudiado. Johnson (1986) informó de los umbrales térmicos a los cuales vacas Holstein disminuyen su producción diaria de leche (-5 °C y 21 °C). Estos valores representan límites a los cuales los animales activan mecanismos fisiológicos que les aseguran su supervivencia en desmedro de la productividad. Así, temperaturas sobre 30 °C asociadas a humedades relativas de 80% y ausencia de noches frescas disminuyen la producción de leche en 11,9 kg/día (Fox y Tylutki 1998).

Estos cambios en el desempeño productivo y de comportamiento en los animales son explicados por el intercambio de calor y el balance energético del animal, los que a su vez son fuertemente influenciados por la temperatura ambiental (Hahn y col 2003).

En general, se considera que el ganado bovino se adapta bastante bien a condiciones frías, sin embargo, cuando las temperaturas mínimas son extremas, éstas producen menores ganancias de peso, extensión del período de engorda, reducción de la conversión de alimento y reducción en la cantidad de leche producida (Christison y Milligan 1974)

Si bien la temperatura ambiental ha sido reconocida como uno de los factores más importantes en la productividad del ganado también se ha reconocido que ésta es alterada por la acción del viento, humedad, precipitación y radiación entre otros factores (NRC 1981).

b) Humedad relativa.

La humedad relativa (HR) es considerada un factor de potencial estrés en el ganado, ya que acentúa las condiciones adversas de las altas temperaturas (Da Silva 2006). Los principales efectos de la HR están asociados con una reducción de la efectividad en la disipación de calor por sudoración y respiración (Blackshaw 1994, Renaudeau 2005) y están negativamente asociados al CDA (Meyer y col 2004). La tasa de evaporación depende de la gradiente de presión de vapor que existe entre el animal y el medioambiente circundante, así como de la resistencia al movimiento en contra de la gradiente. Richards (1973) reportó que a temperaturas superiores a los 30 °C, la HR comienza a asumir un importante rol en los procesos evaporativos.

En estas condiciones, la simple gradiente de presión de vapor no es suficiente para asegurar una adecuada evaporación. Así entonces, altas HR reducen el potencial de disipación de calor tanto de la piel como del aparato respiratorio (Da Silva 2006), afectando a los animales especialmente en medioambientes en los que la disipación del calor por vías evaporativas es crucial para mantener la condición homeotérmica (NRC 1981).

Por esta razón un índice que da cuenta de ambos factores, temperatura y humedad, fue desarrollado originalmente para ser utilizado en seres humanos (Thom 1959) y extendido posteriormente al ganado por Berry y col (1964).

El índice de temperatura-humedad (THI) ha llegado a ser un estándar en las prácticas de manejo del ganado por las últimas cuatro décadas (Khalifa 2003, Gaughan y col 2007), existiendo a la fecha tablas y rangos que permiten predecir eventuales riesgos de estrés. Sin embargo, el THI no da cuenta de importantes

factores climáticos como la radiación solar y la velocidad del viento ni tampoco incluye factores de manejo productivo o de genotipo animal (Gaughan y col 2007). Además subestima los reales efectos del estrés en el ganado (Collier y col 2007).

Por ello el desarrollo de nuevos índices o bien el perfeccionamiento de los ya existentes es una permanente preocupación, y pueden ser utilizados para estimar el potencial efecto de las variables medioambientales en el desempeño productivo de los animales.

c) Velocidad del viento

El rol del viento en el bienestar y desempeño productivo de los animales ha sido largamente reconocido por los investigadores (NRC 1981). El viento ayuda a reducir los efectos del estrés por calor durante el verano mejorando los procesos de disipación de calor por vías evaporativas (Mader y col 1997 a, Mader y col 1999 b). Cabe señalar que esta respuesta depende del estado en que se encuentra la piel del animal, es decir, seca o húmeda.

La transferencia de calor es más eficiente cuando la piel esta húmeda que cuando está seca (Arkin y col 1991).

La importancia de la velocidad del viento fue realizada por Mader y col (2006), quienes la incluyeron como uno de los factores de ajuste del THI. Por otra parte, durante el período invernal el viento tiene un efecto negativo, ya que incrementa la pérdida de calor.

La velocidad del viento tiene además un efecto negativo en CDA (Loneragan y col 2001) y en la escala de jadeo. La escala de jadeo es una herramienta visual

desarrollada para evaluar el estrés por calor en los animales (Mader y col 2005, Mader y col 2006).

d) Radiación solar

La radiación solar (directa e indirecta) es considerada como uno de los factores más importantes que afectan el balance térmico en el ganado (NRC 1981, Finch 1986, Silanikove 2000). La radiación de onda corta y onda larga tienen un fuerte impacto en la carga total de calor y en el estrés por calor en los animales (Mader y col 1999b, Keren 2005, Keren y Olson 2006).

También se ha demostrado que la radiación solar tiene un impacto directo en la temperatura rectal y la tasa de respiración (Brosh y col 1998, Sevi y col 2001, Collier y col 2006). Existen además antecedentes que indican que la radiación solar tendría un efecto en algunas concentraciones enzimáticas y minerales en el plasma (Sevi y col 2001). Sin embargo, la cantidad de calor radiante absorbida por un animal depende no sólo de la temperatura del animal, sino también de su color y textura.

Superficies oscuras irradian y absorben más calor que superficies claras a una misma condición ambiental (Kadzere y col 2002). Esto fue corroborado por Brown-Brandl y col (2006) evaluando vaquillas en engorda de cuatro razas. Los animales se diferenciaron por el color de su piel y de su pelo e incluyeron Angus (negro en piel y pelo), Charolais (pelo blanco y piel rosada), Marc III (rojo oscuro en piel y pelo) y Gelbvieh (café claro en piel y pelo). Los resultados confirman que razas con piel oscura presentan mayores tasas de respiración, mayor jadeo y mayor temperatura superficial que razas de piel clara.

1.2 Interacción Clima - Animal

Según King. (1998) El ganado lechero expuesto a temperatura elevada y alta humedad relativa durante el verano, es incapaz de disipar el exceso de calor por rutas normales y este evita la ganancia de calor por medio de estrategias como son: Disminución en el consumo de alimento, incremento en el consumo de agua, aumento de la frecuencia respiratoria para proporcionar las pérdidas de calor por evaporación, cambios en la conducta social (Hall y col., 2000). También se incluyen las pérdidas de calor a través de la piel por convección y radiación, aumento en la conductividad (Flamenbaum, 1998).

El animal debe disipar este calor para mantener su temperatura corporal. Los mecanismos utilizados para este fin son: la evaporación (transpiración y respiración), la radiación, la conducción y la convección. Estos tres últimos se producen cuando la temperatura superficial del animal es superior a la del ambiente. Generalmente, la evaporación es el mecanismo predominante. (Flamenbaum, 1998).

El combate contra el estrés calórico incluye dos categorías de recursos: la primera es la prevención de la acumulación de calor en la vaca. Entre las medidas que pueden emplearse están la prevención de la radiación solar (directa e indirectamente) y la alimentación con pasturas de alta digestibilidad. La segunda categoría de recursos tiende a facilitar la disipación de calor corporal al medio ambiente. La vaca puede disipar calor al medio ambiente en forma pasiva, esto implica la creación de un ambiente frío, empleando sombras, aire acondicionado,

evaporizadores, aspersión, ventilación y la combinación de agua y ventilación (Flamenbaum y col., 1997).

Existe numerosa evidencia científica de que el estrés térmico incrementa la morbilidad y mortalidad del ganado, esto es, cuando las temperaturas superan los umbrales que los animales son capaces de soportar (MAFF 2000). Como parte de las estrategias de aclimatación del animal, el consumo diario de materia seca (CMS) y el consumo diario de agua (CDA) son directamente afectados, ya que ambos se relacionan con el balance térmico del ganado e impactan la regulación de la temperatura corporal (Finch 1986).

También es de suma importancia proporcionar agua fría (13° C) en la temporada más calurosa, en un área de fácil acceso y con sombras, ya que puede mejorar el consumo de alimento y por consecuencia la producción (Ferreira, 1999)

1.3 Estrés de calor

Es el resultado del desbalance entre la cantidad de energía que circula desde el ambiente que rodea al animal y la capacidad que tiene éste para poder eliminarla; este desbalance es inducido por la combinación de factores ambientales (humedad, temperatura, ventilación) y propios del animal (mecanismos termorregulatorios) (St. Pierre y col., 2003).

Las condiciones climáticas en las que aparece el estrés de calor son caracterizadas por ambientes con una intensa radiación por un largo período de tiempo y con presencia de una alta humedad relativa (West, 2003a).

1.3.1. Definición

La Organización Mundial de la Salud (2003) define al estrés como el conjunto de reacciones fisiológicas que prepara al organismo para la acción metabólica. Estrés es una expresión que deriva del latín, la cual fue utilizada con mucha insistencia, durante el siglo XVII para representar “adversidad” o “afición”.

El estrés implica cualquier factor que actúe interna o externamente al cual se hace difícil adaptar y que induce un aumento en el esfuerzo por parte del animal, para mantener un estado de equilibrio dentro de él mismo y con su ambiente externo. El estrés calórico sobre el animal trastorna las necesidades nutritivas afligiendo su sistema gastrointestinal y metabólico.

El término estrés es comúnmente utilizado para indicar una condición medioambiental que es adversa al bienestar animal (Stott 1981).

Para Rivier y Rivest. (1991) el estrés son “todos aquellos factores ambientales que afectan el estado normal de bienestar del animal”. Cuando la combinación de los factores ambientales (temperatura y humedad) y de manejo persiste por períodos prolongados, se genera un estado de respuestas fisiológicas y de comportamiento conocido como estrés.

El calor excesivo y casi siempre el incremento elevado de temperatura hace que el organismo animal se salga de la temperatura de confort, obligándolo a protegerse expeliendo el exceso de calor mediante sudor, jadeo, toma de líquido y utilizando la sombra o el agua para bajar la temperatura, con lo cual utiliza energía

que se requiere para producción o para la reproducción, en solo mantenimiento y regulación de la temperatura corporal.

Cuanto mayor es el nivel genético y de producción, más sensible es el animal al estrés térmico y, por lo tanto, más marcada la disminución de su rendimiento de producción ya sea de leche, levante o engorde.

Aunque el estrés calórico afecta negativamente a las vacas a lo largo de toda la lactancia -incluyendo a las vacas secas- la manera en que son afectadas difiere según la etapa en la cual las vacas padecieron la condición estresante.

1.3.2 Índices de Estrés

Numerosos esfuerzos se han llevado a cabo para identificar los umbrales a los que los animales comienzan a sufrir estrés térmico, de manera tal de prevenir los efectos negativos que éstos implican. Sin embargo, la magnitud del estrés y su impacto asociado en la producción animal son difíciles de definir. (Stott 1981) señaló que la única forma de medir la magnitud del estrés es a través de la respuesta animal. Muchos intentos han sido realizados para lograr obtener un índice de fácil cálculo y aplicación. Entre los índices desarrollados es posible mencionar: índice de temperatura-humedad (Thom 1959), THI ajustado por velocidad del viento y radiación (Mader y col 2005, Mader y col 2006), índice de humedad de globo negro (Buffington 1981), índice de carga de calor (Gaughan y Goopy 2002, Gaughan y col 2007), y tasa de respiración (Hahn y col 1997).

Todos estos índices han sido desarrollados especialmente para el verano y utilizan algunas variables ambientales como información de entrada que permiten

identificar cambios en el comportamiento y desempeño productivo del ganado. El único índice basado fundamentalmente en el comportamiento de los animales fue desarrollado por investigadores de la Universidad de Nebraska (Mader y col 2005, Mader y col 2006), quienes lo proponen como una herramienta de manejo práctica; este índice se denomina escala de jadeo.

En estudios más recientes Brown-Brandl y col (2005^a) concluyeron que la tasa de respiración es el indicador más apropiado para monitorear estrés por calor en el ganado. Dada la estrecha relación de la tasa de respiración con la escala de jadeo, este último resulta ser también un valioso indicador para estimar el riesgo de estrés por calor en el ganado. Lo anterior queda de manifiesto en el trabajo de Brown-Brandl y col (2005^b, 2006^a), quienes encontraron que la tasa de respiración y la escala de jadeo son afectadas por la temperatura ambiental, el genotipo, la condición corporal, el historial sanitario y el temperamento de los animales.

Cuadro 1. Descripción de la escala de jadeo.

Puntaje	Descripción
0	Respiración normal, ~ 60 o menos exhalaciones por minuto (epm).
1	Respiración ligeramente elevada, 60-90 epm.
2	Jadeo moderado y/o presencia de babas o pequeña cantidad de saliva, 90-120 epm.
3	Jadeo grave con la boca abierta, saliva usualmente presente, 120-150 epm.
4	Jadeo severo con la boca abierta acompañado por proyección de la lengua y excesiva salivación, usualmente la cabeza y el cuello se encuentran extendidos.

Fuente: (Mader y col 2002, Mader y col 2006)

1.4. Zona Neutral Térmica

Se define como zona de confort del ganado, aquella zona con un rango de temperatura, dentro de la cual, el animal puede estar sin que sea necesario activar sus mecanismos de autorregulación térmica.

Si la temperatura del aire sube por encima de los 16°C, en el caso de los animales *Bos taurus* y de 26°C en el caso de *Bos indicus*, los mecanismos de termorregulación se activan y el animal experimenta un aumento de su respiración y vaporización, principales mecanismos de disipación calórica de los bovinos (Harmer y col., 2000).

Aumentándose la temperatura rectal del animal, una disminución del consumo de alimento, una disminución de la producción de leche con un cambio en la composición de la misma y en ganado de carne, posiblemente pérdida de peso, que conlleva a retardos en el crecimiento (Flamenbaum, 1997).

La primera respuesta que se produce en el bovino expuesto a altas temperaturas es un aumento del ritmo respiratorio, seguido del aumento en la temperatura corporal.

Al aumentar la frecuencia respiratoria aumenta la ventilación de las vías por las que pasa el aire, y por tanto, favorece la evaporación de esas superficies húmedas entre las que figuran, lengua, boca y vías nasales; como consecuencia del enfriamiento de estas superficies, se enfría la sangre que fluye por las mismas (Salvador, 2010).

La vaca es un animal homeotermo que mantiene su temperatura corporal constante (38.4 a 39 °C) a pesar de los cambios en la temperatura ambiental (Hansen,

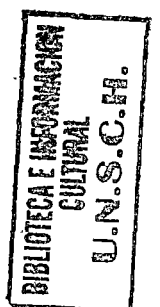
1999). Flamenbaum (1998) menciona que la temperatura normal del animal es de 38.5 °C y cuando esta se encuentra en estrés calórico la temperatura corporal supera los 39 °C.

La zona de neutralidad térmica (zona termoneutral) se refiere al intervalo de temperatura donde el animal realiza un mínimo de gasto en energía en las funciones fisiológicas para mantener su temperatura corporal normal y se obtiene una mayor productividad en la leche (Laben, 1963; Johnson, 1976).

El intervalo de temperatura ambiental es muy variable, Johnson (1976) menciona que para vacas lecheras, éste se encuentra entre -5 y 25 °C y Laben (1963), reporta que éste se encuentra entre 5 y 22 °C, coincidiendo ambos autores que por arriba de los 25°C se observa una disminución en la producción, mientras que cuando la temperatura ambiente es superior a los 31 °C la función reproductiva de una vaca se ve afectada (Thompson, 1984).

Berman (2005) menciona que en la zona termoneutral, se pueden distinguir tres subzonas:

- a) La “**zona óptima**” corresponde a aquella donde la productividad, la eficiencia y el rendimiento son máximos;
- b) Por debajo de la zona óptima existe una “**zona fría**” donde el animal utiliza mecanismos fisiológicos y posturales para conservar el calor (vasoconstricción periférica, cambios en la orientación del cuerpo, piloerección) pero la tasa metabólica permanece constante.



c) Por encima de la zona óptima existe una “zona cálida” donde el animal aumenta la pérdida de calor sin gasto energético añadido (vasodilatación periférica, aumento del área efectiva).

Al final de la zona fría existe la subzona denominada “temperatura crítica inferior” a partir de la cual el organismo necesita incrementar la producción de calor para mantener la homotermia, pues la vasoconstricción es máxima (pérdidas evaporantes mínimas) y el aislamiento total es incapaz de evitar más pérdidas de calor sensible hacia el ambiente. Entonces se dice que el animal se encuentra sometido a estrés por frío.

Por encima de la zona cálida se encuentra la “temperatura crítica superior”, en la que el animal debe incrementar la pérdida evaporativa de calor con el fin de mantener la homeotermia pues las pérdidas sensibles no son suficientes.

Se dice entonces que el animal está sometido a estrés por calor (Figura 1).

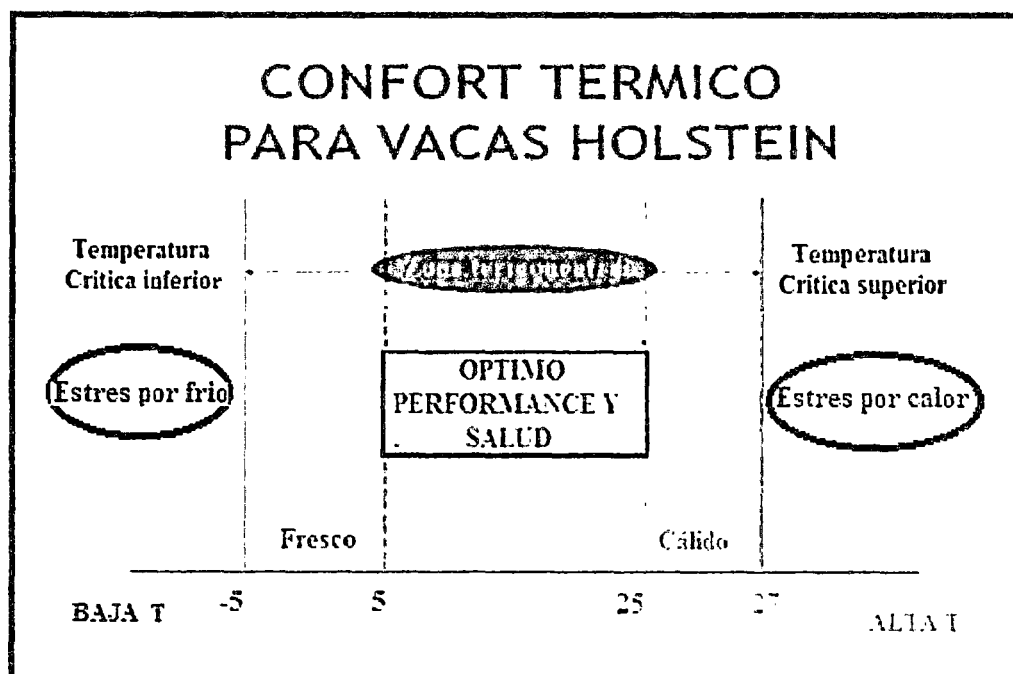


Figura 1. Zona termoneutral con sus diferentes subzonas.

La zona homotérmica es el intervalo de temperatura ambiental en la cual la temperatura corporal del animal es constante, el límite de esta zona es poco conocido, pero cuando la temperatura se eleva por arriba de la zona termoneutral, los mecanismos de defensa operan para evitar la acumulación de calor a través de la vasodilatación general, sudoración y jadeo (Hall y col., 2000).

Es un medio conveniente para describir esquemáticamente, la interrelación entre el animal y su ambiente. Sus límites están definidos por los puntos críticos de baja y alta temperatura (Robertshaw, 1981).

La temperatura ambiental, bajo la cual la proporción de producción de calor incrementa una recuperación de homotermia para mantener un balance térmico, este es el crítico de temperatura soportable (Church, 1993).

El límite superior podría ser definido como una temperatura ambiental que:

- a) Incrementa la proporción del metabolismo,
- b) Incrementa la pérdida de calor evaporado o
- c) El aislamiento termal de los tejidos es mínimo (Boehringer, 2007).

Es muy difícil determinar la definición del límite superior de la temperatura bajo condiciones naturales, algunas investigaciones sobre este tópico definen el límite crítico de temperatura, al punto en el que la pérdida de calor evaporado se manifiesta con el incremento del jadear de los animales (Igono y col., 1992).

1.5. Mecanismos Termo regulatorios

El clima afecta al ganado directa e indirectamente, ya que modifica la calidad y/o cantidad de alimentos disponibles, los requerimientos de agua y energía, la

cantidad y uso de energía consumida. Los animales hacen frente a las condiciones adversas del clima mediante la modificación de mecanismos fisiológicos y de comportamiento para mantener su homeotermia, la capacidad de los animales de controlar la temperatura interna dentro de un estrecho rango, aún ante grandes variaciones de la temperatura ambiente es debida a los mecanismos fisiológicos para termo regular que presentan los mismos.

Si el animal se encuentra en un ambiente de altas temperaturas ambientales, a nivel fisiológico, las terminaciones nerviosas que se encuentra a nivel de la piel, captan sensaciones de calor y transmiten hacia el hipotálamo, sistema nervioso, sistema respiratorio, sistema circulatorio y glándulas sudoríparas este efecto, posteriormente generan vasodilatación periférica, sudoración, incremento de la frecuencia respiratoria, cambios en el apetito (sensación de saciedad), menor intensidad del metabolismo estas acciones conjuntas intentan eliminar el exceso de calor del animal (Frish y Vercoe, 1979). Como consecuencia, es posible observar alteraciones en el consumo de alimento, comportamiento y productividad.

Los animales se encuentran continuamente en interacción con el medio. Este entorno comprende factores meteorológicos (radiación solar, temperatura, humedad del aire, velocidad del viento, precipitaciones) y otros factores, como el consumo de alimento y agua, que inciden sobre la producción de calor asociada a las funciones de mantenimiento y producción (Beede y Collier, 1986; Finch, 1986). Un cambio desfavorable en el ambiente provoca consecuentemente un estrés a nivel fisiológico y de comportamiento, repercutiendo en la producción y el bienestar animal (Beede y Collier, 1986; Arias, 2008).

1.6 Medidas de mitigación

Es sabido que durante los meses de verano las vacas lecheras, especialmente aquellas de alta producción, se ven afectadas por el llamado estrés calórico, el cual repercute directamente en la leche, pues baja la producción, baja la calidad, bajan los sólidos, aumenta el número de células somáticas, aumenta la incidencia de mastitis, entre otros. (<http://www.gloria.com.pe/poronguitos/11mar.pdf>)

Con todo esto, los ingresos económicos al establo se reducen, produciendo entre los ganaderos un comprensible malestar.

Es por estas razones que la Empresa Gloria S.A., como parte de uno más de sus servicios brindados para beneficio de los ganaderos, realizó en el año 2010 una importante compra a la empresa Israelí Morline Energy Ltda de equipos necesarios para implementar salas de enfriamiento en los establos, que integren el aire y el agua con el objetivo de reducir el estrés de las vacas y no mermar su producción. Estos sistemas están constituidos por ventiladores modelo Hércules de 2 m de diámetro, produciendo un movimiento de aire de 180 m/min, para eliminar el calor del cuerpo; esto es combinado con un sistema de aspersión de agua, el cual permite eliminar hasta 5 veces más calor que con sólo utilizar aire, y mantener así la temperatura normal de los animales (39 °C). Se instalaron 2 salas de enfriamiento en Huacho, una en **Lurín (Estancia Santa Fe)** y dos en Trujillo (www.gloria.com.pe/poronguitos).

Una vez implementados los sistemas, el PhD Israel Flamenbaum, especialista en manejo de estrés calórico con vasta experiencia en Israel, llegó para asesorar personalmente a cada uno de los ganaderos que instalaron los ventiladores. Para

realizar las recomendaciones, Flamenbaum tomó en cuenta datos propios de cada establo, como el número de animales en ordeño, número de lotes, número de ordeños al día y producción diaria. Con estos datos se establecieron los ciclos de enfriamiento y el número de ciclos requeridos al día, priorizando a las vacas de alta producción. (<http://www.gloria.com.pe/poronguitos/11mar.pdf>).

La capacidad del ganado para enfrentar condiciones adversas de clima es variable, influyendo la especie, raza, edad, color del pelaje y piel, largo del pelaje y plano nutricional.

No obstante, es posible afirmar que en términos generales el ganado bovino adulto soporta sin mayores complicaciones rangos de temperaturas de 0 a 25 °C. En regiones donde los problemas de estrés por calor son frecuentes, la recomendación es contar con un plan de emergencia que permita reducir el impacto negativo que el clima ejerce sobre el ganado. Este tipo de planes debe incluir a lo menos algunos de los siguientes aspectos de manejo:

- **Acceso a fuentes de agua;** el consumo de agua es una de las formas más rápidas y eficientes por las que el animal reduce su temperatura corporal. Durante el verano ésta es prácticamente duplicada respecto al consumo de invierno.

El suministro de agua es muy importante y muchas veces desconocemos la cantidad de agua que toma una vaca de alta producción. Hay que calcular entre 3 y 4 litros de agua por litro de leche producida. Hoy hay muchas vacas de 30 y 40 litros y toda el agua que consumen tiene que ser buena y fresca. Una vaca que consume un 40 % menos de agua de la que necesita (cosa bastante frecuente según Sirvén) produce un 25 % menos de leche. El consumo promedio de una

vaca en seca es de 26.6 – 49.4 litros diarios, mientras que una vaca de alta producción consume desde 68.4 – 155.8 litros por día. (Fuente: NRC, 1981)

El agua posee propiedades químicas y físicas particularmente importantes para el proceso de mantención de temperatura corporal. Su calor específico es considerablemente mayor al de cualquier otro líquido o sólido. Además, su alto calor de vaporización permite al animal transferir una importante cantidad de calor al ambiente con pequeños volúmenes a través del sudor y la orina.

- **Evitar el movimiento de los animales;** el movimiento de los animales para algún tipo de manejo puede incrementar la temperatura corporal entre 0,5 y 3,5 °C, dependiendo esto de varios factores (Mader y col 2007). La recomendación general es evitar el movimiento del ganado o bien hacerlo en las horas más frescas del día, es decir, antes de las 8:00 AM. Si bien la lógica indica que es posible realizar manejos después de la puesta de sol, se debe considerar un tiempo adecuado que permita a los animales liberar el exceso de calor acumulado durante el día. Si la noche no es lo suficientemente fresca, entonces se debe posponer el movimiento del ganado para otro día.

- **Cambios en la dieta y en los horarios de alimentación;** éste es quizás el principal desafío en las engordas a corral y lecherías, ya que cambios bruscos de horario y de los componentes de la ración pueden provocar problemas de acidosis y reducciones en las ganancias de peso.

Las recomendaciones apuntan a cambiar el horario de entrega matutina de la ración por una entrega vespertina. Otra alternativa es suministrar el 70% de la dieta dos a cuatro horas después de alcanzarla temperatura máxima diaria (Davis y col 2003). Por otra parte, diferentes ingredientes en la dieta pueden producir distintos incrementos de calor a pesar de tener concentraciones similares de energía.

La reducción del consumo de materia seca o de la energía total ha demostrado reducir la susceptibilidad a estrés por calor (Mader y col 1999a). Brosh y col (1998) reportaron que vaquillas consumiendo dietas en base a forrajes presentaron menores temperaturas rectales y tasas de respiración que aquellas con una dieta 80:20 de concentrado y forraje respectivamente; esto podría estar asociado a los efectos del calor sobre la digestibilidad y la tasa de pasaje reportados por NRC (1981).

- **Mejorar la ventilación;** En general, bajas velocidades del viento reducen las pérdidas de calor por evaporación, incrementando la carga de calor y aumentando los requerimientos de mantención (NRC 1981). Esto sería la causa de menores ganancias de peso detectadas por Mader y col (1997b) en novillos alimentados bajo instalaciones protegidas y sin protección.

Gallardo: "Con la puesta en práctica de estas estrategias los tambos mejoran un 20% su productividad. Sólo con la adopción de sombra, el productor consigue un aumento del 12%".

- **Uso de sombra;** ésta es una de las medidas de mitigación que mayor atención ha recibido, ya que en teoría su uso ayuda a reducir el impacto de la radiación directa e indirecta y con ello reducir la carga de calor que los animales reciben.

Como consecuencia la productividad tanto en ganado de leche como de carne aumenta en comparación con animales sin sombra. Collier y col (2006) indican que la reducción en la carga de calor con una sombra bien diseñada fluctúa entre 30 y 50%. No obstante la sombra no tiene efecto sobre la temperatura del aire o la humedad relativa, por lo que no elimina completamente el problema de balance térmico (West 2003, Collier y col 2006).

Estudios realizados en Argentina por Valtorta y col (1996) y Valtorta y Gallardo (2004) indican diferencias en la producción de leche de un 12% y 5% respectivamente cuando los animales dispusieron de sombra y mecanismos de refresco, tales como aspersores y ventiladores. En este mismo sentido, Collier y col (2006) señalan que la disponibilidad de sombra resulta esencial para reducir las pérdidas en producción de leche y eficiencia reproductiva. Sin embargo, no todos los informes indican respuestas positivas al uso de sombra, existiendo muchos resultados inconsistentes.

Así por ejemplo, en algunas regiones de Estados Unidos su uso ha logrado reducir la carga total de calor recibida por los animales, mientras que en otras regiones no ha habido cambios significativos (Brown-Brandl y col 2004). Una posible explicación a esta inconsistencia sería la limitada forma y espacio de la

sombra disponible, así como la adaptación del ganado a las instalaciones (Mader y col 1997a).

La estructura que provee sombra debe considerar una superficie de 1,85 a 3,70 m² por animal y estar ubicada a una altura de entre 2,5 y 4,0 m, ya que se debe considerar espacio suficiente para el movimiento del aire bajo la sombra. Se pueden utilizar varios materiales como cubierta, pero éstos debiesen ser preferentemente blancos.

- **Uso de aspersores;** el uso de aspersores para refrescar el ganado es una práctica común en muchas engordas a corral y lecherías. Davis y col (2003) demostraron que su uso reduce la temperatura corporal, además reportaron una interacción entre el uso de aspersores y el horario en que el ganado recibe su alimentación. En lecherías su uso ha sido ampliamente estudiado con muy buenos resultados (Collier y col 2006). Sin embargo, en engordas a corral el uso de aspersores causa un efecto secundario no deseado, ya que debido a que el estiércol permanece en los corrales la combinación de humedad y calor aumenta la emisión de malos olores.

1.7. Estrategias para reducir el Estrés Calórico

Tres estrategias han sido sugeridas por Beede y Collier (1986) para tratar de reducir los efectos del estrés calórico en ganado lechero:

- El desarrollo genético de razas más tolerantes al calor,
- Manejo nutricional, y
- Modificaciones ambientales.

De estas últimas, la más frecuentemente recomendada para reducir el estrés calórico es el uso de sombras y sistemas de enfriamiento (Buffington et al., 1983).

1.7.1 Mecanismos de disipación de calor

En el punto anterior se habla de la zona de confort donde los animales no tienen que activar sus mecanismos de termorregulación, pero en áreas cálidas como en el trópico donde la temperatura promedio es de 27-28°C, el animal tiene que disipar calor activando sus mecanismos como son:

- **Radiación:** Está en relación con la superficie del animal y depende de la postura del animal; si está encogido, pierde menos calor que si está estirado. Este mecanismo no es muy importante.
- **Convección:** Se transmite el calor a otro cuerpo distante sin necesidad de calentar el medio que los separa; también depende de la postura del animal y la velocidad del aire.
- **Conducción:** Aquí hay pérdida de calor al entrar en contacto la superficie del animal con una superficie fría dependiendo entonces del área de contacto del animal, la diferencia entre temperaturas y el tiempo que está el animal en contacto.
- **Evaporación:** Potencialmente, la evaporación del agua es el medio más importante de disipación térmica. A 33°C un gramo de agua, gasta al evaporarse aproximadamente 580 calorías. La evaporación del agua desde la piel y la

superficie respiratoria da cuenta de la mayor parte del calor perdido por el animal.

Los principales mecanismos usados por los bovinos para mantener un balance térmico en condiciones de estrés calórico son: la polypnea, mediante la cual la disipación térmica aumenta al incrementar la vaporización de la humedad de las vías respiratorias, la trasudación térmica de la humedad a través de la piel y la reducción de la producción térmica mediante la anorexia voluntaria. (Fig 2)

(<http://www.dpa.com.ve/documentos/CD1/page12.html>)

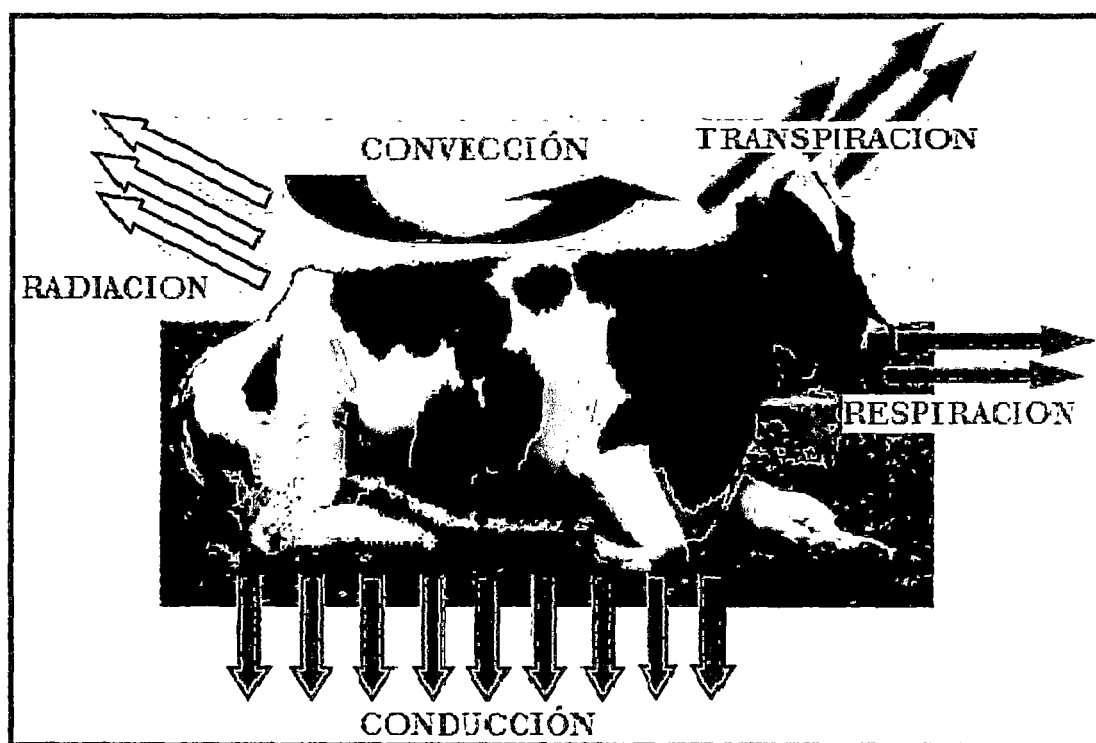


Figura 2: Mecanismos de disipación de los vacunos.

1.7.2. Efecto en las vacas lecheras.

El estrés por calor afecta al confort y a la producción de las vacas lecheras.

La experiencia de muchos ganaderos productores de leche e investigadores en zonas climatológicamente cálidas así lo confirma.

Las condiciones de altas temperaturas afectan de distinta manera según sea el nivel de producción y el estado fisiológico de la vaca. Los animales del lote de parto y los grupos de alta producción se ven más afectadas por el calor.

“El estrés calórico se da cuando el organismo del animal no es capaz ni de bajar su temperatura corporal, ni de sobreponerse al calor existente”.

Los efectos más importantes del estrés calórico en los animales son:

➤ Crecimiento del ritmo respiratorio (>80 pulsaciones/minuto), provocando pérdida de saliva y como consecuencia acidosis en rumen. Con el objetivo de eliminar el exceso de calor que se genera a nivel del rumen el animal incrementa su respiración de 30 por minuto que es lo normal hasta 90 respiraciones por minuto, pudiéndose observar esto cuando la vaca permanece con un movimiento pendulante (hacia atrás y adelante). Esto ocasiona además un exceso de salivación por la exposición de las glándulas salivales al paso continuo de aire.

➤ Se incrementa por encima de los 39 °C la temperatura corporal. Se determina a través de la toma de temperatura a nivel del recto, siendo el mejor indicador para saber si un animal está siendo afectado por el stress de calor. La temperatura del ganado en producción es de 38.5°C.

➤ Incremento de las necesidades de agua, incluso pueden llegar a duplicarse en situación de estrés severo.

➤ El ganado suda más con objeto de refrigerarse.

- Decrece la ingestión de alimentos, limitándose la actividad del rumen con objeto de no producir más calor endógeno.
- Disminución de la rumia. Esta es otra característica de un animal bajo stress de calor, debido a que el animal utiliza mayor tiempo en aliviar el calor que se encuentra a nivel de su rumen a través de la respiración constante, esto se puede observar en las horas de descanso cuando es el tiempo dedicado a rumiar el alimento consumido. Es importante mencionar que en condiciones normales de temperatura corporal se deben observar por lo menos un 75% de animales rumiando.
- Decrece el riego sanguíneo de los órganos del animal, dirigiéndose éste hacia la piel para paliar los efectos del calor.
- Disminuye la producción de leche.
- Distorsión de los parámetros reproductivos. Celos silenciosos, muertes embrionarias, menores tasas de concepción, etc. (Imanol Mujika Arraiago (ÁREA DE ASISTENCIA TÉCNICA EN VACUNO DE LECHE. ITGG)).

a. Efecto sobre los hábitos de pastoreo: En medios térmicos elevados los bovinos tienden a reducir su producción de calor mediante anorexia voluntaria. Esta reducción del consumo de alimento como mecanismo para reducir la carga térmica se refleja consecuentemente en su conducta de pastoreo, ya que, al pastar menos, reducen tanto el consumo de alimentos (la fermentación a nivel ruminal y la digestión generan calor) así como la actividad muscular desplegada en la búsqueda de los mismos.

Estos animales cambian sus hábitos de pastoreo, realizando éste en horas de la noche donde las temperaturas son más frescas. Este efecto de la radiación solar en la

conducta del pastoreo sobre los bovinos es importante pues indica la necesidad de suministrar buen pasto nocturno a los animales que tienen que soportar temperaturas diurnas de 27°C o más, o suministrarles potreros con sombras (preferiblemente naturales de árboles) en el caso que la variación de temperatura entre el día y la noche sea inferior a 11°C. (Hall, 2000).

b. Efecto sobre la nutrición: Aparte de disminuir la nutrición, si disminuye el pastoreo la vaca con estrés calórico tiende a perder más saliva y minerales como sodio y potasio, además de la posible acidosis ruminal por el efecto de pérdida de saliva (Hall, 2000).

Una vaca de alta producción puede llegar a perder de 3 a 3.5 litros de bicarbonato de sodio por día, lo que equivale a 150 litros de saliva, por lo cual se pierde la capacidad buffer (fuente: NRC, 1981)

En cuanto al manejo del rebaño en áreas cálidas es simple pero riguroso; se deben usar las horas más frescas para el ordeño y para que los animales pastoreen, pues si el ordeño empieza tarde, los animales salen a pastorear a las horas más calurosas y activan sus mecanismos de termorregulación como es la anorexia voluntaria. Las vacas tienden a comer las dos terceras partes del consumo total en las horas más frescas del día (Hall, 2000).

En el caso de animales estabulados donde hay que suministrarles su alimentación es preferible dividir la ración total en el mayor número de veces al día, lógicamente esto aumenta el manejo, tiempo y personal que se necesita para esta tarea, pero repercute en un mejor aprovechamiento de la ración, el animal no

desperdicia tanto ya que cuando se le suministra de una sola vez una gran cantidad de pasto picado o ensilaje la temperatura aumenta en el fondo del montón lo cual hace que el animal lo rechace.

Por supuesto una fuente adecuada de agua fresca y limpia es necesaria. Además es conveniente aumentar a 1.5% el potasio, 0.4% el sodio, 0.5% el magnesio y 0.75% de bicarbonato de sodio en la ración total ya que estos minerales se pierden con mayor facilidad en caso de estrés calórico (Hall, 2000).

En cuanto a la composición, la cuestión pasa por formular combinaciones con baja cantidad de fibra y alta calidad de alimentos concentrados energéticos. La fibra, tiene que ser de muy alta calidad: henos, alfalfas o silajes picados en un tamaño que dé fibra efectiva. Los concentrados tendrán que ser alimentos de alta carga energética que aporten a una rápida digestibilidad. El poroto de soja, o cualquier otro alimento con alta concentración de grasa puede ser un buen aliado siempre que no supere el 8%. (<http://www.agronoticias.com/imprimir.php?id=895>).

Sobre los modos de dar el alimento, Maekawa nos recuerda que tenemos que tener en cuenta que en esta época cambian los patrones alimenticios de los animales. Los consumos serán mayores en los momentos de menor calor, a partir de las 7 de la tarde y durante la noche. Por eso, se debe suministrar entre el 65 y el 70 % a la tardecita - noche y el resto en la mañana.

(www.agronoticias.com/imprimir.php?id=895).

Una práctica de manejo adecuado es no encerrar por mucho tiempo los animales antes del ordeño; en fincas grandes, al recoger los animales para el ordeño

algunos tienen que esperar 2-3 horas para ser ordeñados, aumentándose así el estrés calórico y disminuyendo el consumo con sus consecuentes pérdidas.

c. Efectos sobre el crecimiento: Las altas temperaturas ambientales disminuyen el apetito, reducen la ingestión de alimentos y horas de pastoreo por lo cual el animal se ve afectado indirectamente en cuanto a crecimiento por no cubrir sus requerimientos nutricionales. Además aunque no se ha demostrado, parece que hay una relación directa entre la temperatura rectal y la respiración con el peso del animal y la tasa de crecimiento. (McDowell, 1972).

Los becerros de los animales de origen tropical son más pequeños y con una tasa de crecimiento menor que los becerros de los animales de origen templado. Pero, si estos últimos nacen en clima tropical su tamaño es más pequeño que el de sus homólogos en condiciones tropicales y su tasa de crecimiento menor. Además, aparte de la disminución en la tasa de crecimiento medido a través del peso vivo, también se ha encontrado una disminución en la talla (McDowell, 1972).

d. Efectos sobre la producción: Como resultado del descenso del consumo de alimento, se afecta la producción y composición de la leche. Los rendimientos lácteos disminuyen de un 50 a un 75% a temperaturas superiores a 26,5°C con vacas Holstein y superiores a 29,5°C con vacas Jersey y Pardo Suizo. No se notan efectos negativos en vacas Brahmán a temperaturas del orden de los 32°C. (McDowell, 1972)

La temperatura crítica para el descenso en la producción láctea radica entre 21 y 26,5°C para las vacas Holstein y Jersey y entre 29,5 y 32°C para las vacas Pardo

Suizo. Estos resultados fijan la temperatura óptima para el rendimiento lácteo de las razas templadas de bovinos entre 10 y 15,5°C. (McDowell, 1972).

Las condiciones de verano afectan negativamente el contenido de grasa y proteína en la leche, mientras que el conteo de células somáticas aumenta, produciendo una significativa disminución de la calidad de la leche, sin embargo el Palmítico y Esteárico aumentan. Por esta razón, la reducción voluntaria en la ingestión de alimento llega hasta un 25% con la obvia consecuente reducción de la producción de leche (Shearer J y Bray D, 1995). Las vacas de mayor producción son más susceptibles a los efectos del calor.

La pérdida anual de leche debido a la influencia de los meses calurosos de verano, es de unos 500 kg por vaca. (Paape y col., 1973). Datos de Israel reportan diferencias de hasta 1.000 kilos por lactancia entre las vacas paridas en verano y en invierno y una pérdida promedio anual de 350 kilos de leche durante el verano.

Silvia Valtorta, investigadora del Conicet en el INTA Castelar, explicó que los animales estresados sufren una disminución en el consumo de materia seca, cae la tasa de concepción con el peligro de que mueran embriones y, además, se registran mermas en la producción de leche del 20%.

La reducción de la radiación solar por medio de sombras en climas cálidos disminuye la tasa respiratoria e incrementa la producción y composición de la leche en vacas Holstein (Román-Ponce, 1977).

Para evitar el estrés por calor la clave está en el enfriamiento de la vaca. "La relación costo beneficio del enfriamiento es muy alta, estamos hablando de una

inversión que se puede recuperar en un año", Por el contrario, si el productor no invierte en el bienestar animal las consecuencias pueden ser permanentes. "La pérdida económica más grande no son las vacas muertas sino las vivas que dejan de producir. Si una vaca pare en el verano y no la enfriamos va a perder hasta 2 litros de su potencial y no lo va a recuperar nunca más. Esto son cosas que todavía hay tamberos que no lo saben".(Flamenbaum, 2013).

e. Efecto sobre la fertilidad: Los efectos del estrés calórico en la reproducción bovina han sido estudiados ampliamente. Sus efectos adversos se han reportado en aspectos como la duración y expresión del estro, desarrollo embrionario temprano, flujo sanguíneo, relaciones hormonales y crecimiento fetal. (Drost M y Tatcher W, 1987).

La temperatura afecta la reproducción en vacas notablemente, pudiendo bajar de 75% a 10% en la eficiencia reproductiva del rebaño. La causa de mayor merma en la reproducción se debe a fallas en la implantación del embrión, ya que la vaca con stress calórico presenta vasodilatación periférica (para disipar calor) por lo cual el aporte sanguíneo a los órganos como el útero disminuye.

Además cualquier tipo de stress determina liberación de Prostaglandinas y entre ellas la PgF₂ la cual tiene efecto luteolítico y agrava más el cuadro de infertilidad. Aunado a esto, la hipertermia crónica puede disminuir el peso al nacer de los becerros, puede también prolongar el curso del parto natural lo cual puede resultar en becerros de viabilidad sub-óptima, reduce en forma notoria la tasa de concepción, disminuye la cantidad y calidad del eyaculado e incrementa la

mortalidad embrionaria, a lo que debe agregarse un incremento de 12 días abiertos y 8% más de vacas con problemas al parto.

Las altas temperaturas ambientales también afectan la fertilidad, el comportamiento sexual, folículo-génesis, ovulación, función luteal e implantación. Estos efectos se traducen negativamente en la tasa de natalidad incrementando el intervalo entre partos.

Algunos trabajos en Estados Unidos han reportado para vacas Holstein y Jersey ubicadas en lugares cálidos que los signos de estro solo duran entre 12 a 13 horas, mostrando una diferencia de 5 a 6 horas menos en la duración normal del estro que en lugares templados. El estrés calórico también se ha asociado con el aumento en el número de óvulos no fertilizados y embriones anormales. En hatos afectados por el calor se observa la falta de concepción, muertes embrionarias tardías e incluso abortos (Rebhund W, 1995).

Los efectos más conocidos sobre la gestación son la disminución del peso del ternero al nacimiento, alteraciones en las concentraciones hormonales materno fetales y reducción en la producción de leche posparto. (Cardozo J y Góngora A, 1999 citando a Collier y col, 1982).

El estrés calórico causa un descenso considerable en el flujo sanguíneo al útero, el cual está asociado con la disminución en el crecimiento fetal durante la gestación tardía y alteración de la funcionalidad de la placenta y la función endocrina. El resultado es un ternero de menor peso al nacer y alteraciones que afectan en la vaca el desarrollo mamario, lactogénesis y producción de leche en la lactancia subsiguiente. (<http://www.agro-noticias.com/imprimir.php?id=895>)

1.7.3 Índice Temperatura-Humedad (ITH)

El ITH, expresa con un valor numérico la relación entre la temperatura ambiente y la humedad relativa como medida de la comodidad o de la incomodidad en el ganado, se utiliza para determinar el riesgo de niveles excesivos de calor, el cual pueda afectar el confort del ganado productor de leche, provocando que los individuos que superen la estabilidad térmica entren en un proceso de estrés calórico (Cuadro 1), el cual les provoque un descenso considerable en su fin zootécnico (Barquero, 2008)

Es de suma importancia conocer estos rangos ya que por medio de ellos se comienza a tener una visualización de las condiciones de estrés en las que se encuentra las vacas lechera (Mujika, 2007).

Cuadro 2. Estrés calórico en vacas lecheras según los rangos de ITH

Índice Temperatura y Humedad (ITH)	Estatus
≥ 74	No Estrés calórico
75 – 79	Leve Estrés calórico
80 – 83	Estrés calórico medio
≥ 84	Estrés calórico grave

Fuente: Mujika, 2007.

Además, relacionado con este asunto, desde los años 60 se dispone de un Índice Temperatura Humedad, ITH. El aumento de cada punto en el ITH por encima de los 18°C significa (Flamenbaun I, 1994) en ganado de leche:

- ❖ Disminución de 0,26 kilos de leche por día
- ❖ Disminución del consumo de 0,23 kilos de forraje por día
- ❖ Incremento de 0,12°C en la temperatura corporal de la vaca

Cuadro 3. Relación Temperatura – Humedad.

temperatura °C	humedad relativa %									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
20										
22										
24										
26										
28										
30									■	■
32							■	■	■	■
34				■	■	■	■	■	■	■
36			■	■	■	■	■	■	■	■
40		■	■	■	■	■	■	■	■	■

	alerta
	peligro
	emergencia

Fuente: <http://www.agritotal.com/0/vnc/nota.vnc?id=3404>

1.8 ANTECEDENTES GENERALES

Situación En Chile

El estudio del estrés climático, particularmente del estrés por calor en el ganado, ha sido abordado primordialmente por equipos de investigación tanto de los Estados Unidos como de Australia en forma conjunta e independiente, debido fundamentalmente a la importancia que este problema alcanza en esos países.

Howden y Turnpenny (1988) informaron que la incidencia de días bajo estrés por calor en Australia incrementó significativamente (~60%) durante los últimos 40 años, así como también se observó un aumento sustancial (138%) de la frecuencia de incidencia de estrés por calor.

Mucho tiempo y esfuerzo se ha sido invertido en la elaboración de distintos índices, que permitan pronosticar potenciales situaciones de riesgo por estrés climático en condiciones comerciales. Esta información permitiría tomar medidas preventivas en forma oportuna aminorando así el impacto de las olas de frío y calor que afectan la salud del ganado y que al mismo tiempo causan importantes pérdidas económicas.

En Sudamérica, tanto Brasil como Argentina han abordado esta problemática (Carvalho y col 1995, Valtorta y col 1996, Valtorta y Gallardo 2004), con un enfoque en el ganado lechero y en sus respuestas termorregulatorias. Por nuestra cercanía geográfica, cultural y de tipo de ganado resulta de particular interés los estudios realizados en Argentina. Entre ellos es importante destacar los trabajos realizados por Valtorta y Gallardo (2004), quienes evaluaron las pérdidas por evaporación del ganado lechero en pastoreo, así como también el estudio realizado por De la Casa y Ravelo (2003), quienes estimaron las probabilidades de ocurrencia de estrés térmico en los sistemas de producción lechera de la zona central de Argentina, utilizando para ello el índice ITH.

En **Chile** existe escasa información respecto del efecto que las condiciones climáticas ejercen sobre la respuesta productiva del ganado bovino. Mansilla (1996) evaluó el efecto de las variables climáticas, tales como temperatura máxima, temperatura mínima y humedad relativa del día de inseminación sobre la eficiencia

reproductiva de vacas lecheras en la Octava Región. Como resultado encontraron que bajo condiciones de estrés calórico, es decir, cuando la temperatura ambiente superó los 30 °C y la humedad relativa el 60%, hubo una notoria depresión en la fertilidad de las vacas. Similar fue la respuesta encontrada por Amundson y col (2006), quienes utilizando registros reproductivos y climáticos de 10 años en Nebraska, reportaron una reducción en la tasa de preñez asociada a las temperaturas mínimas promedio del verano y THI iguales o superiores a 16,7 °C y 72,9, respectivamente.

También reportaron que la velocidad del viento tuvo un efecto positivo en la tasa de preñez. En otro estudio realizado en Chile, Jahn y col (2002) evaluaron el efecto de la temperatura y la suplementación energética sobre la producción de leche en vacas a pastoreo; para ello los animales fueron divididos en cuatro tratamientos que incluyeron pastoreo durante el día y la noche con o sin protección solar (expuestos al sol o bajo sombra), y con o sin suplementación energética. Los autores concluyeron que las temperaturas ambientales de los meses de verano afectaron la temperatura rectal de los animales que permanecieron expuestos al sol. Estos resultados coinciden con lo reportado por Kabuga (1992), quien encontró fluctuaciones de 5,1 a 59,6% para la temperatura rectal y de 13,0 a 17,8% para la tasa de respiración. Jahn y col (2002) también observaron un menor consumo de ensilaje en aquellos animales que permanecieron al sol, lo que aparentemente fue compensado con un mayor consumo de pradera en el período nocturno.

Si bien en su informe Jahn y col (2002) no presentaron evidencias de esto, existen precedentes de que noches frescas permiten al ganado reducir la carga de calor recibida durante el día (Spain y col 2001, Spiers y col 2001, Mader y Kreikemeier 2006), lo que explicaría este mayor consumo de alimento nocturno.

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1. Ubicación del área de estudio

El presente trabajo se condujo en el establo Estancia “Santa Fe” S.A.C localizado en el distrito de Lurín, altura del Km 40 de la Panamericana Sur, a 44 m.s.n.m. en el departamento de Lima. Ubicado en el piso del valle del río Lurín, está ubicada geográficamente entre los 12° 0’ 16’’ de latitud sur y 79° 14’ 37’’ de longitud oeste, del meridiano de Greenwich. (www.diresalima.gob.pe/epi/pdf)

Posee una extensión de 132,5 km², desde el Km. 24 de la autopista Panamericana sur hasta el Km. 42. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Lima>)

La cuenca del río Lurín presenta 02 zonas bien diferenciadas, una montañosa que es la más extensa (82% del área total) y una llanura o planicie que colinda con el litoral marino (que cubre el 18%).

Zona de Valle:

Esta se encuentra enmarcada dentro del piso altitudinal de 0 a 800 msnm, representa un paisaje aluvial con dos sub-paisajes principales: Valle encajonado y Llanura aluvial. Esta zona es la más importante desde el punto de vista agropecuario.

El distrito de Lurín Posee un clima no muy húmedo con 18.6 °C en promedio a pesar de ser un distrito litoral y una zona de vida de desierto sub-tropical.

La precipitación anual es de 20 mm y presenta un clima extremadamente árido y semicálido. Los datos fueron tomados del registro de datos meteorológicos de la Estación Meteorológica de Lurín. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Lima>)

2.2 Infraestructura y Equipos

2.2.1 Manejo de las vacas.

El establo se maneja en forma netamente estabulada con grupos de vacas de alta y mediana producción.

a. Ordeño.

Se realiza de forma mecánica y se efectúa mediante una máquina de vacío conectada a una pezonera, ésta máquina funciona con motor eléctrico, este sistema

efectuado correctamente, garantiza una máxima producción y la salud de la ubre.

Las vacas están condicionadas a tres ordeños, los cuales se realizan en las horas siguientes:

- Primer ordeño: 04 a.m.
- Segundo ordeño: 12 p.m.
- Tercer ordeño: 08 p.m.

b. Alimentación.

La ración de alimento suministrado a las vacas es a base de ensilaje, concentrado y sales minerales. Dieta que varía de acuerdo al estado reproductivo, a la producción láctea y a la conformación física de la vaca.

c. Tratamiento de estrés calórico.

La hora de inicio de los baños de refrigeración a las vacas inicia a las 05:00 am, comenzando por los corrales de donde se empezó el ordeño, estas entran a una sala de pre ordeño, la cual esta acondicionada para alojar a dos corrales a la vez por separado, aquí se quedan por media hora y luego regresan a sus respectivos corrales, cada corral de vacas reciben 4 baños diarios cada 4.0 horas, los baños de estrés calórico se les proporciona en igual horario al día siguiente.

d. Reproducción.

Se utiliza únicamente la inseminación artificial con semen proveniente de toros estadounidenses y europeos puros. Las inseminaciones son realizadas por dos inseminadores y repartidas de acuerdo a la disponibilidad de tiempo de cada uno. Las revisiones veterinarias se programan cada mes.

e. Sanidad.

Dentro de la explotación se cuenta con un programa de sanidad el cual comprende: desparasitaciones, vitaminas, vacunaciones, pruebas de mastitis cada 15 días, pruebas de tuberculosis; esto con el propósito de prevenir cualquier tipo de patología que puedan afectar el rendimiento productivo y reproductivo del establo. Además se cuenta con productos de uso diario como: antibióticos, antiinflamatorios, sueros, entre otros.

2.2.2. Instalaciones

a. Establo.

El establo cuenta con 16 corrales solo para vacas en producción, con áreas que varían de acuerdo a la capacidad de animales por corral, estos pueden variar desde 30 a 80 vacas en cada uno, cada corral tiene un promedio del 40% de área sombreada a una altura de 5 metros.

b. Sala de baño.

Este ambiente tiene unas dimensiones de 20 x 20 m², las cuales están divididos en dos compartimientos debidamente separados para que no se confundan de que corral son, con pisos son de cemento y con buen drenaje de agua, aquí se bañan 2 corrales de vacas a la vez y cuentan con sombra toda la parte superior. Este ambiente forma parte de una de las dos salas de ordeño con las que cuenta el establo.

b.1 Ventiladores

El sistema de enfriamiento consiste en 4 abanicos o ventiladores de 2 m de diámetro, con 4 motores trifásicos de 1 HP cada uno, estos ventiladores son del modelo

Hércules de la empresa Israelí Morline Energy Ltda, produciendo un movimiento de aire de 180 m/min, estos están ubicados en hilera bajo la sombra, con una inclinación de 35° hacia adelante y a 2.50 m de altura y separados 2 m entre sí.

Estos están encendidos desde las 05:00 am y se apagan a las 07:00 pm. que es la hora en que finalizan los baños con la finalidad de eliminar el calor del cuerpo; esta combinación con el sistema de aspersión de agua, permite eliminar hasta 5 veces más calor que con sólo utilizar aire, y mantener así la temperatura normal de los animales (39 °C).

b.2 Aspersores.

Estos son controlados por un equipo automatizado en función de horario. Se encienden cada 04 minutos y tienen una duración de 50 segundos, están colocados en la parte frontal de los abanicos en cinco líneas de tubo PVC de ½" con diez aspersores cada uno, con una capacidad de salida de agua de 1.4 Litros por cada 50 segundos y están colocados a una altura de 2.10 m sobre el nivel del suelo.

c. Comederos. Se cuentan con comederos lineales de concreto, todos los comederos están ubicados en el lado de los callejones, lo cual facilita la repartición del alimento mediante un sistema de transporte.

d. Bebederos. Se cuenta con bebederos lineales de concreto con su respectiva sombra, ubicada al lado opuesto de los comederos, aquí el agua es limpia y fresca.

e. Sala de ordeño. Está ubicada en medio del establo, teniendo acceso hacia todos los corrales mediante mangas, el establo cuenta con 2 salas de ordeño, la sala posee un modelo tipo espina de pescado, 6 por lado con capacidad para 12 vacas, las

salas son completamente higiénicas, con paredes de mayólica y pisos de concreto con buen drenaje para facilitar la limpieza.

2.2.3. Equipos.

a. Ordeñadora mecánica. La obtención de leche es una de las técnicas más difíciles dentro de toda la actividad agraria. Esta técnica debe estar totalmente adaptada al animal para que no influya negativamente en su salud y en su capacidad de producción, sino por el contrario resulte beneficiosa y rentable.

Por ello, el diseño y la aplicación de la maquinaria de ordeño requieren conocer la anatomía y la fisiología de los animales como condición necesaria para conseguir buenos resultados

La sala de ordeño es del tipo de espina de pescado, donde el trabajador realiza la operación de preparación y de control en el pasillo central, estando las vacas dispuestas en dos filas de 6 vacas cada una, con entrada y salida a derecha e izquierda respectivamente.

El pasillo central tiene la forma característica de la espina de pescado. Las vacas que están dispuestas diagonalmente, presentan bien ostensible su aparato mamario, lo que facilita la labor del encargado del ordeño.

En general, un solo hombre puede realizar la preparación y el control de dos grupos de 6 vacas cada uno, porque estas, al estar muy juntas, apenas se mueven.

Los movimientos de los operarios durante el ordeño se reducen al mínimo, permitiendo el máximo aprovechamiento del trabajo humano. Esto es posible por dos motivos:

- Las vacas dispuestas diagonalmente ocupan poco espacio, reduciendo los movimientos de los ordeñadores.
- El pasillo central, al ser de una amplitud discreta, permite a cada operario realizar el trabajo de preparación y de control simultáneamente sobre dos grupos de vacas, situados uno frente al otro dentro del pasillo.

b. Tanque refrigerador. El establo cuenta con 3 tanques con capacidad de 12,000 Litros cada uno de la marca DeLaval DXCE, los cuales están colocados en un ambiente cerrado, estos cumplen la función de almacenar y refrigerar la leche a 2°C. Estos tanques están fabricados en acero inoxidable de calidad alimenticia.

El tanque de expansión directa, soldado en el interior, tiene un sistema (evaporador) de placas y tubos en los que circula gas refrigerante (R22). Ese gas absorbe el calor del líquido contenido en la tina (la leche). Los tanques tienen el mismo principio que para un refrigerador/heladera. El cual ofrece una refrigeración rápida con una agitación suave para preservar la calidad de la leche.

c. Balanza. Se cuenta con un pesador de leche automático, el cual está conectado directamente a cada ordeñadora, también conocido como “Metatrón”, aquí registra en forma digital la cantidad de leche producida por vaca y el total de las vacas que pasaron durante el ordeño, registrando datos una vez ordeñada la vaca.

2.3 Origen de los datos.

Los datos utilizados en el estudio fueron obtenidos de registros de producción láctea que existen en la explotación, con apoyo de un sistema de cómputo. Se analizaron a las vacas que tenían como mínimo tres partos. Además dentro de los

registros reproductivos, se seleccionaron 100 vacas que contaron con información sobre producción láctea consecutiva desde el año 2009 hasta el 2012.

2.3.1. Registro y cálculo de variables climáticas.

Durante el periodo de estudio de 2009 a 2012, se obtuvieron los registros diarios de Temperatura ambiente (°C) y humedad relativa (%), del SENAMHI y de la Estación Meteorológica de Lurín.

2.3.2. Unidades experimentales.

Primeramente con ayuda de los registros de producción con los que cuenta el establo se seleccionaron todas las que tenían producciones continuas desde el año 2009 hasta el 2012.

Luego para la realización del estudio se escogieron al azar 100 vacas Holstein (n=100), en producción del Establo “Estancia Santa Fe” SAC. las cuales contaban con los requisitos correspondientes.

Según la información recopilada en los registros, las vacas seleccionadas se encontraban en producción y presentaban números de partos, con un mínimo de 3, edad máxima de 7 años y una condición corporal de 3.0 puntos en la escala de 1 – 5, en donde 1 representa a una vaca emaciada y 5 que esta obesa.(Mc Donald et al., 1995) .

Se evaluaron los registros de producción de verano desde el año 2009 hasta el 2011 las cuales representaban a las vacas sin tratamiento o testigo y el registro de verano del 2012 que representaban a las vacas con tratamiento o experimental.

2.3.3 Duración del Experimento

La investigación del presente trabajo está comprendida entre los años 2009 al 2012.

El análisis de datos se realizó en un periodo de 04 meses, comprendidas desde el 02 de enero al 30 de abril del 2012 (120 días). Tiempo que duro el Tratamiento de refrigeración.

Durante el periodo de investigación se realizaron las siguientes actividades:

Identificación de las unidades experimentales (100 vacas de la raza Holstein) que cumplieron los siguientes requisitos:

- Vacas que hayan mantenido una producción permanente hasta el año 2012.
- Que las vacas incluidas no presentaran problemas reproductivos.
- Estar clasificadas dentro de grupos de acuerdo al número de partos (hasta un máximo de 5 partos).
- Que las vacas en sus registros presentaran informes sobre producción láctea.

2.4. Metodología

a. Labores:

El inicio de los baños combinado con ventilación comenzó el 2 de enero del 2012 a las 5 a.m. con el encendido del tablero automático programado para que trabajen los abanicos o ventiladores de forma permanente hasta la 7 pm y a la vez los aspersores se activen cada 4 minutos teniendo una duración de 50 segundos.

Luego se procedió a llevar 2 corrales de vacas debidamente separadas a la sala de baño, y se les dejo durante media hora. Luego concluido ese tiempo y con las

vacas ya refrescadas, se les devolvió a su corral respectivo para que consuman su alimento. Apenas estas salen de la sala de baño ingresan los otros dos corrales siguientes y así respectivamente.

Después de cuatro horas las vacas que iniciaron el primer baño ya están secas y listas para el siguiente baño.

Las vacas por corral recibieron un promedio de 04 baños, la rutina fue la siguiente:

- Primer baño: 05:00 am.
- Segundo baño: 09:00 am.
- Tercer baño : 01:00 pm.
- Cuarto baño: 05:00 pm.

Los ordeños se efectuaron tres veces al día en el siguiente horario:

- Primer ordeño: 04:00 a.m.
- Segundo ordeño: 12:00 p.m.
- Tercer ordeño: 08:00 p.m.

Las vacas estuvieron en zona de confort para los tres ordeños.

Se debe notar que vacas mojadas no podrán pasar directo a la sala de ordeño para lo cual se les llevará a su corral para su alimentación respectiva.

La temperatura corporal y frecuencia respiratoria se midieron a las 11 a.m. y a las 4 p.m. antes de entrar al baño respectivo.

b. Factores en estudio.

- Temperatura ambiente (°C).
- Humedad relativa (%).

- Índice temperatura-humedad (%).
- Temperatura rectal (°C).
- Producción láctea (kgs.).

c. Datos Climáticos

Estos datos fueron tomados de la estación meteorológica de Lurín. De donde se obtuvieron los registros de temperatura Ambiental (°C) y Humedad Relativa (%)

La temperatura de la localidad de Lurín son de un promedio de máxima, mensuales de Enero, Febrero, Marzo y Abril que son los meses de verano fueron de 29.0, 30.1, 29.1, 28.6 °C respectivamente, la humedad relativa de los meses mencionados se muestran con valores de 79.7, 79.1, 78.8, 80.6 %; es de importancia también considerar el mes de diciembre donde las temperaturas máximas comienzan a ascender. (Figura 3).

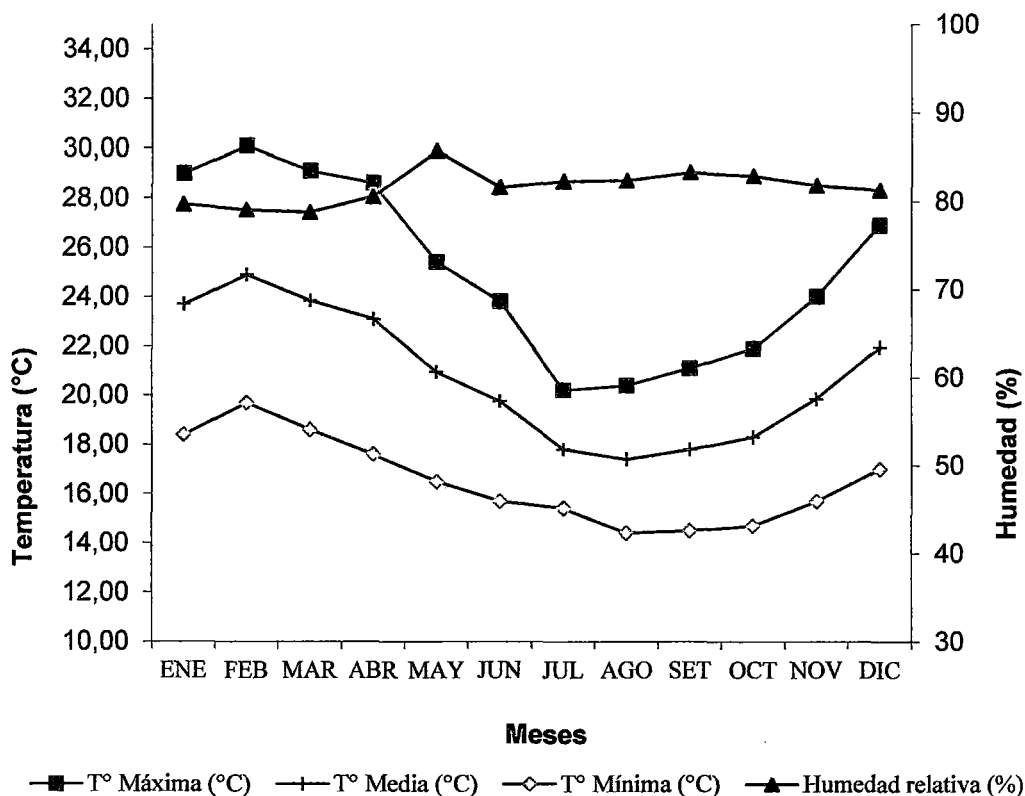


Figura 3 Diagrama hombrotérmico de la temperatura y la humedad relativa. Estación meteorologica de Lurin. 44 msnm. Los datos son un promedio de cuatro años 2009, 2010, 2011 y 2012

2.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se condujo en el Diseño de Doble Vía con 04 tratamientos que fueron: tres campañas testigos y la última campaña con refrigeración, utilizándose 100 vacas en plena producción de leche como repetición.

Se recurrió al análisis de variancia y las pruebas de contraste de Tukey. Además se utilizó la técnica de regresión con los promedios de producción lechera, finalmente se aplicó la estadística descriptiva para el análisis de la temperatura corporal de los animales en evaluación.

2.5.1 MODELO ADITIVO LINEAL

$$Y_{ij} = \mu + \mathcal{T}_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

DONDE:

Y_{ij} = Observación cualesquiera

μ = promedio

\mathcal{T}_i = efecto de la refrigeración (en la cuarta campaña de producción)

β_j = Efecto de la producción de las vacas

ϵ_{ij} = error experimental

2.6 Organización del Experimento:

2.6.1 Tratamientos

Los tratamientos se describen del siguiente modo:

1^{ra} Campaña 2009.

2^{da} Campaña 2010.

3^{ra} Campaña 2011.

4^{ta} Campaña 2012. (Tratamiento de refrigeración).

2.6.2 Unidades Experimentales

Animales evaluados en cada campaña en su promedio de producción lechera:

Nº	VACA Nº	Nº	VACA Nº	Nº	VACA Nº	Nº	VACA Nº
1	709	26	713	51	710	76	1750
2	1874	27	1879	52	1798	77	1522
3	2443	28	1994	53	1740	78	1762
4	2103	29	2105	54	2126	79	1781
5	731	30	715	55	2233	80	1853
6	1875	31	1877	56	1737	81	1871
7	2048	32	2063	57	1891	82	1876
8	2110	33	2111	58	2016	83	1884
9	1754	34	752	59	2108	84	1890
10	1887	35	1880	60	2236	85	1895
11	116 p	36	194 m	61	1513	86	1910
12	2155	37	2189	62	1893	87	1925
13	1535	38	1552	63	2030	88	1952
14	1905	39	1944	64	1662	89	1968
15	191 m	40	203 m	65	205 m	90	1980
16	2186	41	2200	66	2177	91	1918
17	1763	42	1541	67	2208	92	1932
18	1984	43	113 p	68	2038	93	1990
19	201 m	44	1776	69	2191	94	2005
20	2199	45	2019	70	1523	95	2024
21	1845	46	2158	71	1866	96	2045
22	2018	47	1714	72	1985	97	2118
23	211 m	48	1883	73	114 p	98	2195
24	2218	49	213 m	74	199 m	99	1852
25	2239	50	2233	75	2076	100	117 m

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 RESULTADOS

3.1.1 Producción Promedio de Leche en la Estación de Verano

Cuadro 4 Análisis de variancia de la producción de leche promedio por vaca durante las campañas 2009, 2010, 2011 y 2012. Estancia Santa Fe SAC. Lurín-Lima. 44 msnm.

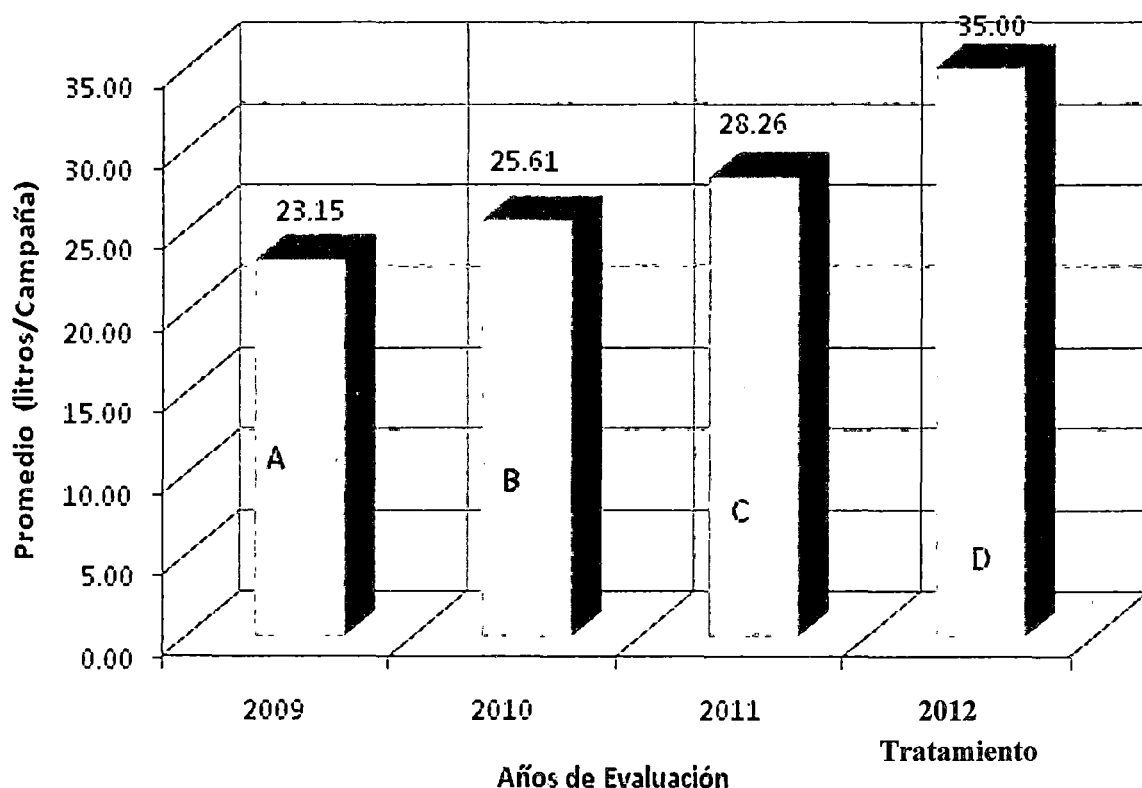
F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>F
Vacas	99	4273.22	43.16	1.64	0.001 **
Tratamientos	3	7826.45	2608.82	99.16	<.0001 **
Error	297	7814.13	26.31		
Total	399	19913.81			

C.V. = 18.3 %

El Cuadro 4 muestra alta significación estadística en el promedio de producción de leche de cada vaca en las diferentes campañas, estos resultados nos permite el análisis de la prueba de contraste de promedios de Tukey para conocer la mejor campaña de producción promedio donde se incluye el tratamiento con refrigeración que es la campaña del año 2012.

El coeficiente de variación (18.3 %) indica regular variación del promedio de producción de leche de cada animal en cada campaña producto de la aptitud fisiológica de cada animal.

Gráfico 01 Prueba de contraste de la producción promedio por campaña de las 100 vacas en la época de verano. Estancia Santa Fe SAC. Lurín- Lima. 44 msnm.



El Grafico 01 muestra en forma general que en la campaña del 2012 en la época de verano supera estadísticamente a todos los promedios de las diferentes campañas de

producción, en el año 2009 se obtuvo un promedio de 23.15 Litros, el año 2010 se obtuvo 25.61 Litros, el año 2011 se obtuvo 28.26 Litros y el año 2012 se obtuvo 35.0 Litros. Este incremento de la producción en la campaña 2012 es producto del tratamiento de refrigeración que está confundido con el incremento de producción que se da en cada campaña propia por la fisiología del animal. Este cambio se observa de mejor manera en los siguientes Gráficos.

Hahn y Osburn (1970) recomendaron técnicas de enfriamiento artificial para proveer temperaturas menores a las ambientales y mejorar el confort de la vaca lechera.

Grafico 2 Regresión de la producción promedio de leche (Litros/día) de 100 vacas durante cuatro campañas de producción. Estancia Santa Fe SAC. Lurín- Lima. 44 msnm.

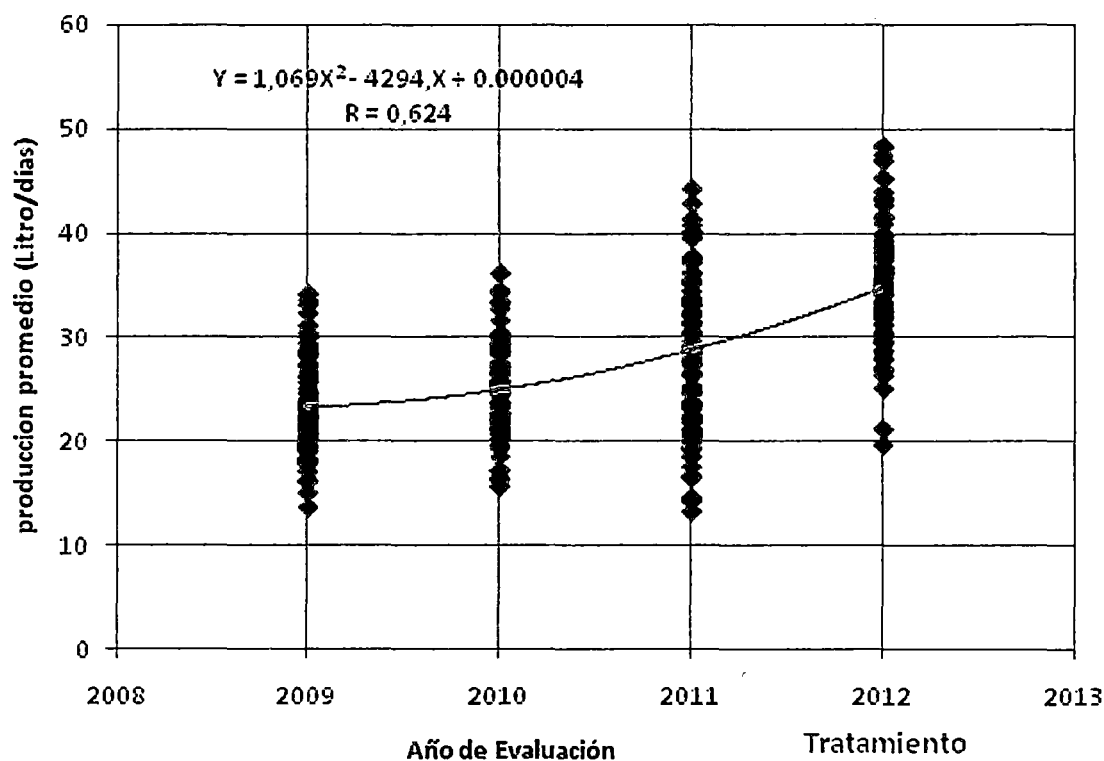
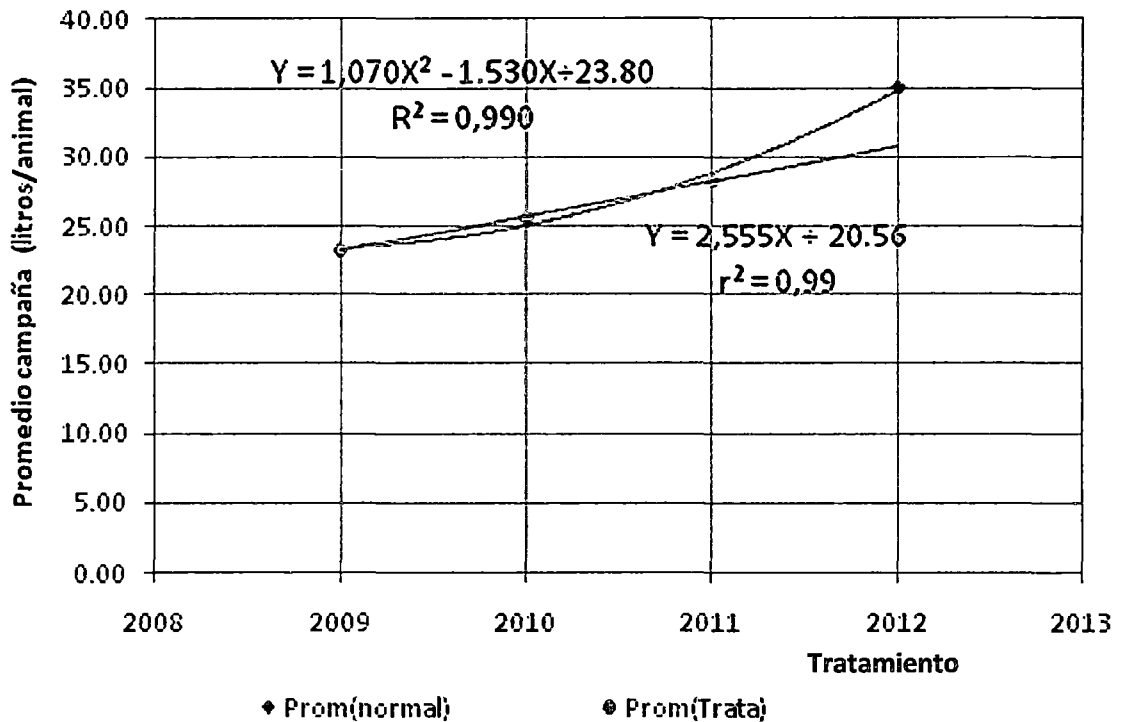


Grafico 3 Análisis de la tendencia de los promedios teóricos de la producción promedio de leche de cada campaña y la producción real donde se incluye el tratamiento. Estancia Santa Fe SAC. Lurín- Lima. 44 msnm



El Grafico 03 muestra la regresion de la produccion promedio de leche en las diferentes campañas, donde se observa que en la campaña 2012 donde se incluye el tratamiento de refrigeración se observa un promedio de produccion de 35 litros, por otra parte, la tendencia del incremento lineal que reperesenta la produccion promedio normal del animal por efecto de su fisiologia en las diferentes campañas para la campaña mencionada es de 30.78.

Por tanto, existe una diferencia en la campaña 2012 de 4.22 litros diarios/animal por aplicación del tratamiento de refrigeración.

3.1.2 Producción Promedio de Leche en la Estación de Invierno

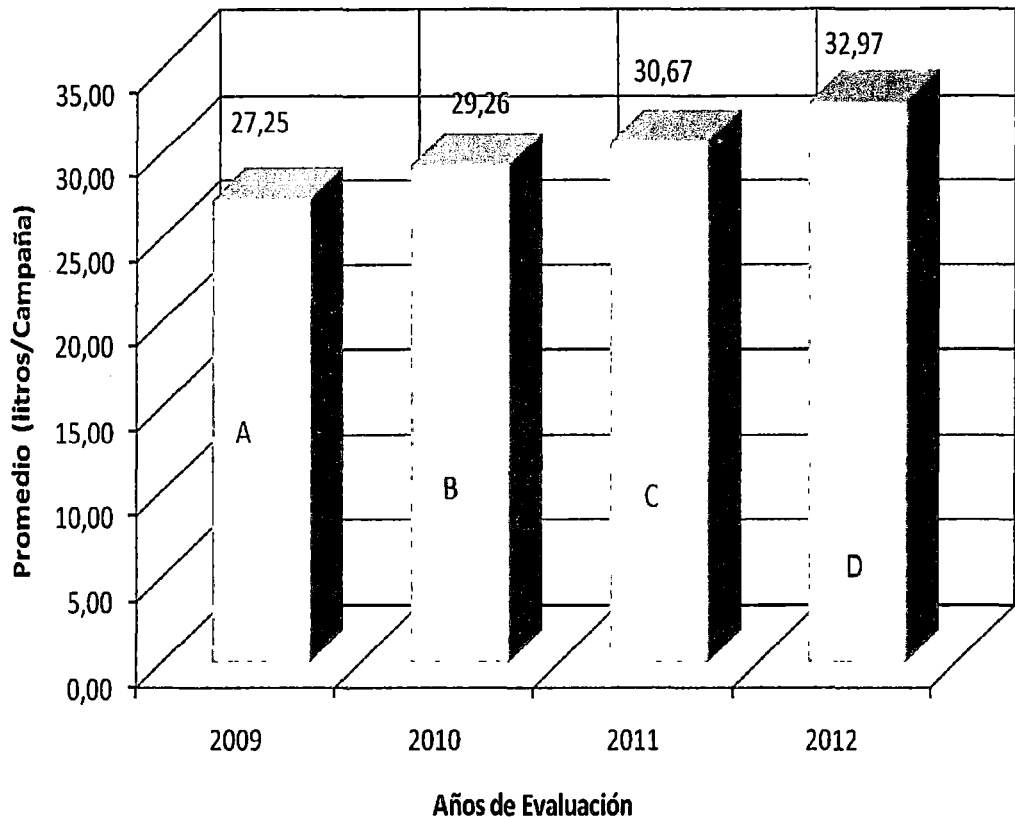
Cuadro 5 Análisis de varianza de la producción promedio de leche durante cuatro campañas de producción en época de invierno. Estancia Santa Fe SAC. Lurín-Lima. 44 msnm

F. Variación	G.L.	SC	CM	Fc	Pr>F
Vacas	99	5122.02	51.74	1.90	<.0001
Campañas	3	1738.91	579.64	21.27	<.0001
Error	297	8094.61	27.25		
Total	399	14955.54			

C- V. = 17.36 %

El análisis de variancia del Cuadro 5, muestra que existe alta significación estadística para la fuente de variación en vacas y campañas, este resultados indica la diferencia de producción promedio de leche en las diferentes campañas, este resultado permite el análisis de la prueba de Tukey para detectar la mejor campaña de producción de leche en promedio de todas las vacas evaluadas. El coeficiente de variación indica fuerte variación en el promedio de producción debido a la fuerte interacción intra e inter ambiental del animal.

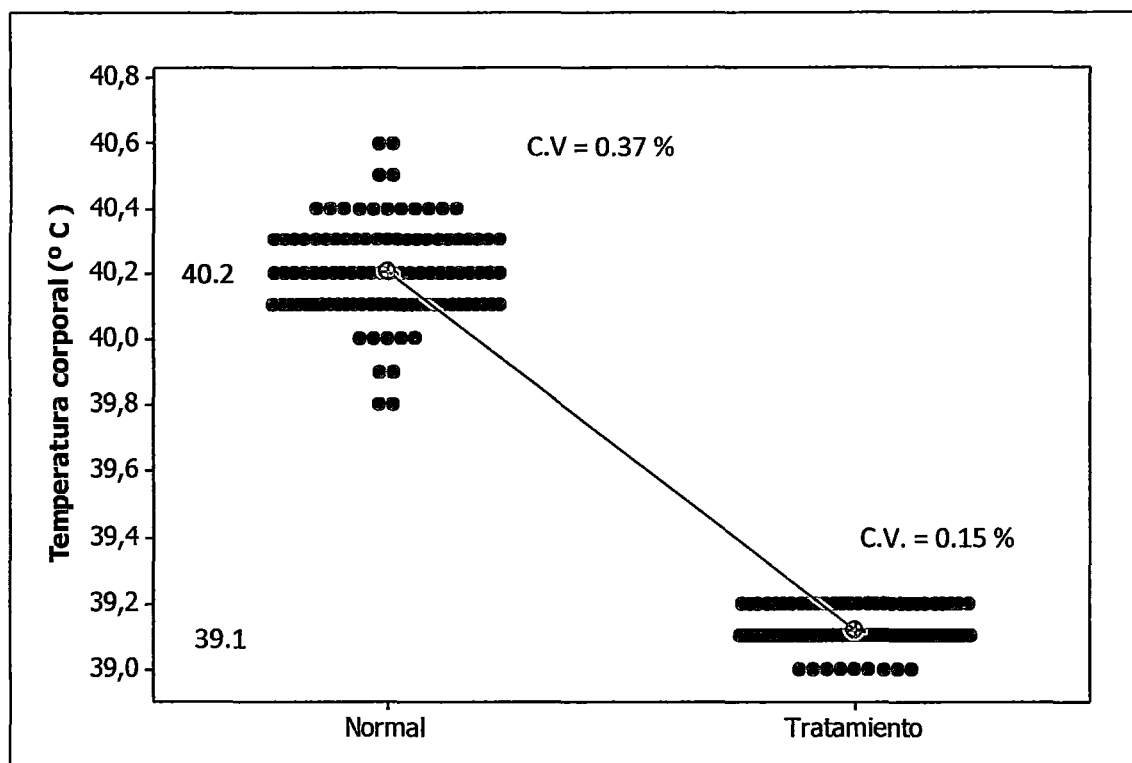
Gráfico 4 Prueba de contraste de la producción promedio por campaña de las 100 vacas en la época de invierno. Estancia Santa Fe SAC. Lurín- Lima. 44 msnm.



El Gráfico 4 muestra la producción promedio de leche de los animales evaluados en las diferentes campañas de producción en época de invierno, en el año 2009 se obtuvo un promedio de 27.25 Litros, el año 2010 se obtuvo 29.26 Litros, el año 2011 se obtuvo 30.67 Litros, comparado con el año 2012 se obtuvo 32.97 Litros que fue el año que se utilizó el enfriamiento automatizado. En el cual se observa claramente un mayor promedio de producción de leche en la campaña 2012 que con diferencia estadística supera a las demás campañas, esta superioridad se atribuye al efecto benéfico que se alcanzó con la refrigeración proporcionada en la estación de verano.

3.1.3 TEMPERATURA CORPORAL

Grafico 5 Temperatura corporal de los animales sin tratamiento de refrigeración y animales sometidos a la refrigeración. Estancia Santa Fe SAC. Lurín- Lima. 44 msnm.



El Grafico 5 muestra la diferencia de la temperatura corporal promedio de los 100 animales en producción sin el tratamiento de refrigeración, comparados con los animales que recibieron el tratamiento de refrigeración durante la campaña de producción (2012) que muestra una menor temperatura promedio con diferencia altamente significativa ($P < 0.001$). La temperatura corporal en los animales que recibieron refrigeración en la campaña 2012 muestran una homogeneidad en sus temperaturas corporales, es decir menor variación 0.15 % en comparación del 0.37 %. Este resultado muestra la respuesta de la refrigeración en disminuir la temperatura corporal de los animales en 1.1 °C., este resultado se traduce en una mayor producción de leche en el establo.

3.1.4 Mérito Económico del Tratamiento

La ganancia neta obtenida por vaca con el sistema de enfriamiento durante los 4 meses de verano (120 días que duro el tratamiento) fue 607.8 nuevos soles por los 4.22 litros de incremento promedio diario de leche a 1.20 nuevos soles que es lo que paga la empresa que recepciona la leche, en comparación con el uso de sombras únicamente.

En este estudio económico se asignó la inversión inicial de 75,500 nuevos soles al primer año, con el objetivo de mostrar que esa inversión se recupera durante el primer verano de uso, pudiendo esperarse ganancias de 388,992 nuevos soles, teniendo en cuenta que son 640 vacas en producción. Los años siguientes solo se debe costear el mantenimiento del equipo y accesorios.

Aunque el beneficio económico en la mejora de la eficiencia reproductiva no fue estimado en este estudio, debe de considerarse un ingreso extra por este concepto.

Flamenbaum (2013) Para evitar el estrés por calor la clave está en el enfriamiento de la vaca. "La relación costo beneficio del enfriamiento es muy alta, estamos hablando de una inversión que se puede recuperar en un año", resaltó el especialista.

Cálculos realizados (Flamembaun I, 1998) indican que el sistema de enfriamiento, para 500 vacas, se paga con 0,8 kilos de leche diarios por vaca durante 150 días.

Por el contrario, si el productor no invierte en el bienestar animal las consecuencias pueden ser permanentes. "La pérdida económica más grande no son

las vacas muertas sino las vivas que dejan de producir. Si una vaca pare en el verano y no la enfriamos va a perder hasta 2 litros de su potencial y no lo va a recuperar nunca más. Esto son cosas que todavía hay ganaderos que no lo saben".

(Flamembaun I, 2011)

3.2 DISCUSIÓN

El bienestar animal ha sido definido como la situación de un individuo en relación con su medioambiente (Broom 1991) e indudablemente involucra la forma de producción así como el trato que el animal reciba. En este sentido, el efecto del clima y los cambios observados en él, así como también los cambios pronosticados por distintos modelos de simulación, indican potenciales cambios que afectarían el bienestar animal y en consecuencia su productividad.

Por ello resulta de vital interés en el mediano plazo realizar evaluaciones tendientes a cuantificar el impacto de condiciones adversas de clima sobre el bienestar animal, así como sobre las potenciales pérdidas económicas. Además, es necesario validar las tecnologías de mitigación que permitan mantener a los animales en un estado de confort en el cual éstos pueden maximizar su producción.

En conjunto esta información resultará estratégica para un futuro proceso de certificación de sistemas de producción animal que se enmarquen dentro de la más alta exigencia. Con ello se garantizará el acceso a mercados donde los consumidores están dispuestos a pagar un precio diferenciado por este tipo de producto.

La complejidad de los factores físico-ambientales y fisiológicos involucrados en la mantención de la temperatura corporal (balance térmico), así como la variabilidad en

la respuesta individual, dificultan tanto la investigación a nivel de campo como el desarrollo de índices predictivos de fácil aplicabilidad por parte de los productores. No obstante, las nuevas generaciones de dispositivos electrónicos para la colección de datos de campo, tanto del clima como de los animales, permiten contar con más y mejores herramientas para desarrollar investigación aplicada en esta área.

En el caso de Chile un análisis preliminar de datos climáticos de cuatro zonas del país Curicó, Chillan, Temuco y Osorno (datos no publicados) indica que las zonas con mayor riesgo de estrés por calor para el ganado bovino se concentrarían en la zona centro y centro sur del país, pero sin llegar a los niveles extremos reportados en EEUU y Australia, quienes reportan muertes de miles de animales por año.

Sin embargo, se hacen necesarios estudios más detallados que incorporen variables climáticas y de respuesta animal *in situ* en cada una de las zonas de mayor importancia pecuaria. Sólo así se podrá definir con mayor precisión las zonas de riesgo potencial, la cuantificación del impacto económico asociado y la adopción de medidas de mitigación en caso de ser requeridas.

CAPITULO IV

4.1 CONCLUSIONES

➤ Según los datos recopilados, se puede concluir que en el Perú sí hay presencia de estrés de calor en el ganado vacuno de leche, en particular en establos de la costa central y norte del país. Sin embargo, no se han realizado estudios ni se tienen datos fehacientes sobre los efectos que produce el estrés de calor, el problema existe y se complica desde que tenemos niveles de HR muy altos, especialmente en verano cuando la temperatura se incrementa significativamente. Esta situación se hace más patente cuando ocurre el denominado “Fenómeno del Niño”, del que nuestro país no se salva por tener el hecho de tener el desarrollo ganadero especializado en la costa del país.

- La eficiencia productiva durante el verano, fue mayor en vacas Holstein en lactación en respuesta al sistema de enfriamiento a base de aspersores y abanicos.

- La respuesta favorable en producción de leche indica que este tipo de manejo ambiental es una herramienta útil y costeable para reducir los efectos negativos de las altas temperaturas del verano en el ganado lechero.

- Se ha puesto en evidencia que la refrigeración intensiva de vacas al comienzo de la lactancia y durante el período de seca, cuando éstos ocurren durante el verano, pueden reducir significativamente la merma que la temporada de calor causa en el nivel de producción de leche y en la tasa de preñez.

- La combinación de un correcto tratamiento de refrigeración con una adecuada condición corporal al parto y un buen manejo de la alimentación al comienzo de la lactancia, cuando ésta tiene lugar en verano, tienen el potencial de permitir niveles de producción y fertilidades casi similares a los que se obtienen en invierno.

- Para finalizar se ha determinado que la inversión que se realiza para la instalación de este equipo de refrigeración se recupera sólo el primer verano.

4.2 RECOMENDACIONES

- Publicar el presente trabajo a fin de que los ganaderos opten por sistemas que les permitan mejores ingresos económicos en meses de verano.

- Se recomienda realizar estudios referentes a la alimentación en vacas tratadas con ventilación forzada.

- Se recomienda realizar estudios referentes a la reproducción en vacas tratadas con ventilación forzada

- Para finalizar se recomienda a los ganaderos que ven afectado sus ingresos económicos en verano, hacer uso de este sistema de enfriamiento ya que la inversión que se realiza para la instalación de este equipo de refrigeración se recupera sólo el primer verano.

RESUMEN

El efecto del clima en el ganado bovino es variable y complejo, ya que condiciona el medioambiente en el que los animales viven y se reproducen. Sus influencias en el bienestar y producción animal han sido reconocidas y estudiadas desde 1950.

El presente trabajo de Tesis se efectuó en el Establo “Estancia Santa Fe” S.A.C en los años 2009 al 2012, en los meses de Enero a Abril, cuando la temperatura alcanza su mayor nivel. El trabajo fue realizado en 100 vacas en producción de raza Holstein y se utilizaron 50 aspersores y 4 ventiladores de 2.0 mt. que generan aire forzado de 3 m/s a 15 metros de distancia con un motor de 1 hp que funcionaron por espacio de 14 horas continuas.

Las vacas Holstein fueron seleccionadas al azar y con una producción continua y un estado sanitario estable; de los resultados obtenidos se concluye que los aspersores y ventiladores tienen influencia en un 20% o más sobre la producción de leche y baja la temperatura en 1.1°C estableciendo una temperatura corporal óptima de 39.1°C para la producción lechera.

El objetivo del presente estudio ha sido determinar la influencia de un sistema de enfriamiento basado en aspersores y abanicos sobre la eficiencia productiva de vacas lecheras en condiciones altas de temperatura en el Valle de Lurín – Lima en la Estancia “Santa Fe” S.A.C.

El grupo de vacas en el sistema de enfriamiento tuvo una producción promedio de leche (35 ± 0.94 kg/d) mayor ($p < 0.01$).

Palabras claves: Vacunos, alta temperatura, abanicos y aspersores.

Brown-Brandl TM, RA Eigenberg, GL Hahn, JA Nienaber, TL Mader, AM Parkhurst. 2005^b. Analyses of thermoregulatory responses of feeder cattle exposed to simulated heat waves. *Int J Biometeorol* 49, 285-296.

Brown-Brandl TM, RA Eigenberg, JA Nienaber. 2006^a. Heat stress risk factors of feedlot heifers. *Livest Sci* 105, 57-68.

Brown-Brandl TM, JA Nienaber, RA Eigenberg, TL Mader, JL Morrow, JW Dailey. 2006^b. Comparison of heat tolerance of feedlot heifers of different breeds. *Livest Sci* 105, 19-26.

Buffington DE, A Collazo-Arocho, GH Canton, D Pitt, WW Thatcher, RJ Collier. 1981. Black globe-humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. *Trans Am Soc Agric Eng* 24, 711-714.

Cavestany, D., A. B. El-Wishy, and R. A Foote. 1985. Effect of season and high environmental temperature on fertility of Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 68: 1471-1478.

Da Silva RG. 2006. Weather and climate and animal production. In: *Update of the guide to agricultural meteorological practices*. WMO-No.134 published in 1982.

Ferreira, L.1999. Combinación de la genética y el manejo para implementar la grasa y proteína de la leche en vacas en climas áridos y calurosos. California Polytechnic State University. Memorias – 7mo encuentro Nacional de Ganaderos Lecheros, Torreón Coah. Mexico.

Finch VA. 1986. Body temperature in beef cattle: its control and relevance to production in the tropics. *J Anim Sci* 62, 531-542.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Araujo, R. 2011. Estrés calórico en vacas lecheras, el Salvador. Publicado el 22/05/2011.
- Arias RA. 2006. Environmental factors affecting daily water intake on cattle finished in feedlots. *Master Thesis*, University of Nebraska-Lincoln, Nebraska, USA.
- Arias, R.A., T.L. Mader and P. Escobar. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Arch. Med. Vet.* 40: 22.
- Barquero S., 2008. Lechedros se quedan cortos para atender demanda en el exterior. *La Nación*, San José, CR., abr.4.
- Beede DK, RJ Collier. 1986. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *J Anim Sci* 62, 543-554.
- Berman A. Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. *J. Anim. Sci* Vol.83. 2005. P. 1377 – 1384.
- Berman A. 2005. Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. *J Anim Sci* 83, 1377-1384.
- Berry IL, MD Shanklin, HD Johnson. 1964. Dairy shelter design based on milk production decline as affected by temperature and humidity. *Trans ASAE* 7, 329-331.
- Blackshaw J, AW Blackshaw. 1994. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. *Aust J Exp Agric* 34, 285-295.

ABSTRACT

The effect of climate on cattle is variable and complex, because it affects the environment in which animals live and breed. Their influences on welfare and animal production have been recognized and studied since 1950.

This thesis work was carried out in the Barn "Estancia Santa Fe" S.A.C in the years 2009 to 2012 , in the months of January to April , when the temperature reaches its highest level . The work was performed in 100 dairy cows and 50 Holstein and 4 fans sprinklers 2.0 m were used. in diameter with a 1 hp motor that ran before each milking for 14 continuous hours.

The Holstein cows were selected at random and continuous production and a stable state of health of the obtained results it is concluded that the sprinklers and fans influence by 20 % or more on milk production and low temperature 1.1 ° C by setting optimal body temperature of 39.1 ° C for milk production .

The aim of this study was to determine the influence of a cooling system based on sprinklers and fans on the productive efficiency of dairy cows in high temperature conditions in the Lurin Valley - stay in Lima "Santa Fe" SAC.

The group of cows in the cooling system had an average milk production (35 ± 0.94 kg / d) increased ($p < 0.01$).

Keywords: Cattle, high temperature fans and sprinklers

Flamenbaum, I., D. Wolfenson, M. Mamen, and A. Berman. 1986. Cooling dairy cattle by a combination of sprinkling and forced ventilation and its implementation in the shelter system. *J. Dairy Sci.*69: 3140-3147.

Flamenbaum, I., D. Wolfenson, P. L. Kunz, M. Mamen, and A. Berman. 1995. Interactions between body condition at calving and cooling of dairy cows during lactation in summer. *J. Dairy Sci.* 78: 2221- 2229.

Flamenbaum, I. 1997. Practicas de reducción del estrés térmico. Agua y aire es todo el secreto. *Agrotecnología en Israel.* pp.199-210.

Flamenbaum, I. 1998. Manejo de ganado lechero en climas cálidos. Curso internacional de ganadería lechera intensiva en diferentes condiciones de producción.

Flamenbaum, I. 2002. Alta producción de leche en condiciones de estrés calorico. Estado de Israel, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Dpto. de Ganadería, Servicio de Extencion.

Fox DG, IP Tylutki. 1998. Accounting for the effects of environment on the nutrient requirements of dairy cattle. *J Dairy Sci* 81, 3085-3095.

Frisch, J. E.; Vercoe, J. E. 1979. Adaptative and productive features of cattle growth I the tropics: their relevance to buffalo production. *Tropical Animal Production.* 4:(3): 214-222..

Gaughan JB, TL Mader, SM Holt, A Lisle. 2007. A new heat load index for feedlot cattle. *J Anim Sci* 2007, jas.2007-0305v1.

Gaughan JB, JP Goopy. 2002. Behaviour of lot fed cattle when exposed to hot environmental conditions. *15th Conference on Biometeorology and Aerobiology, and 16th Int Congress of Biometeorology, Vancouver, British Columbia, Canada.*

Hahn GL, TL Mader, RA Eigenberg. 2003. Perspectives on development of thermal indices for animal studies and management. *Proc Symp Interactions between climate and animal production*, EAAP Technical series N° 7, Pp 31-44.

Hansen, P.J. and C.F. Arechiga. 1999. Strategies for managing the heat-stressed dairy cow. *J. Anim. Sci.* 77(Suppl. 2)E37-E50.

Hall, M. 2000. Meet the challenges of heat stress feeding. *Howard's dairyman*. May. 2000. pp. 344.

Harmer, J., M, Smith; Brouk y P. Murphy. 2000. Reducing Heat Stress in Holding Pens *Howard's Dairyman*. May. pp. 66.

Igono, M., G, Bjotvet and T. Sanfordcrane. 1992. Environmental Profile and Critical Temperature Effects on Milk Production of Holstein Cows in Desert Climate. *Int. Biometeorol.* 36: 77-87.

Ingraham, R.H., D.D. Gillette, and W.D. Wagner. 1974. Relationship of temperature and humidity to conception rate of Holstein cows in subtropical climate. *J. Dairy Sci.* 57:476-481.

Johnson HD, L Hahn, DE Buffington. 1975. Animal husbandry. In: *Impacts of climatic change on the biosphere*. CIAP Monograph 5, Part 2, Climatic effects, Pp 184-190.

- Johnson HD. 1986. The effects of temperature and thermal balance on milk production. In: Moberg GP (ed). *Limiting the effects of stress on cattle*. Western Regional Research Publication #009 and Utah Agricultural Experimental Station Research Bulletin 512, Pp 33-45.
- Kadzere CT, MR Murphy, N Silanikove, E Maltz. 2002. Heat stress in lactating cows: a review. *Livest Prod Sci 11*, 59-91.
- Khalifa HH. 2003. Bioclimatology and adaptation of farm animals in a changing climate. In: *Interactions between climate and animal production. Proc Symp*, EAAP Technical series N° 7, Pp 15-29.
- Mader TL, JM Dahlquist, GL Hahn. 1997^b. Wind protection effects and airflow patterns in outside feedlots. *J Anim Sci 75*, 26-36.
- McDowell, R. 1972. Improvement of livestock production in warm climates. w. h. freeman and company. San Francisco. pp. 711.24 Volúmen. 2, Número 1
- McDowell. R. 1976. Effect of Climate on Performance of Holsteins in First Lactation. *Journal of Dairy Science*. Vol:59, N°: 5. pp:965-971.
- Meyer U, M Everinghoff, D Gädeken, G Flachowsky. 2004. Investigations on the water intake of lactating cows. *Livest Prod Sci 90*, 117-121.
- Mujica Arraiago "El Estrés Calórico. Efecto en las vacas lecheras". Área de Asistencia Técnica en Vacuno de leche. ITGG- Octubre 2007.

NRC, National Research Council. 1981. *Effect of environment on nutrient requirement of domestic animals*. National Academy Press. Washington DC, USA.

NRC (National Research Council). 1987. *Predicting feed intake of food-producing animals*. Board on Agriculture, National Academy Press, Washington DC, USA.

Organización Mundial de la Salud. 2003. Salud Ambiental. Campo de la Complejidad Ambiental.

Renaudeau D., 2005. Effects of short-term exposure to high ambient temperature and relative humidity on thermoregulatory responses of European (Large White) and Caribbean (Creole) restrictively-fed growing pigs. *Anim Res* 54, 81-93.

Richards SA. 1973. Temperature regulation. Wykeham Publications, London, Great Britain, Pp 212.

Robertshaw, D. 1981. The environmental physiology of animal production. In: Clark, J.A. (ed.), environmental aspects of housing for animal production. Butterworth, London. pp. 3-17.

Salvador, A. 2010. Documento técnico efecto del estrés calórico en vacas lecheras en línea. Disponible en: <http://www.dpa.com.ve/documentos/cd1/page12.html>.

Sevi A, G Annicchiarico, M Albenzio, L Taibi, A Muscio, S Dell'Aquila. 2001. Effects of solar radiation and feeding time on behavior, immune response and production of lactating ewes under high ambient temperature. *J Dairy* 629-640.

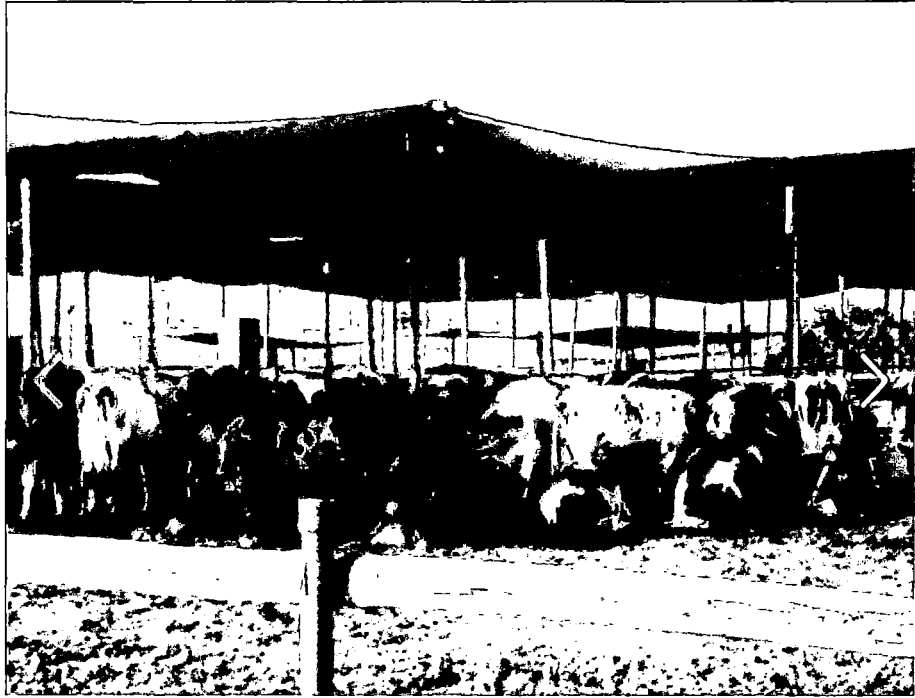
- Stott GH. 1981. What is animal stress and how is it measured? *J Anim Sci* 52, 150-153.
- Thatcher, W. 1974. Effects of season, climate and temper on reproduction and lactation. *J. Dairy Sci.* 57: 360-368.
- Thorn EC. 1959. The discomfort index. *Weatherwise* 12, 57-59.
- Valtorta S, M Gallardo. 2004. Evaporative cooling for Holstein dairy cows under grazing conditions. *Int J Biometeorol* 48, 213-217
- West JW. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J Dairy Sci* 86, 2131-2144.
- West JW, GG Mullinix, JK Bernard. 2003. Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating cows. *J Dairy Sci* 86, 232-242.
- Yabuta, O. and A, Kunio. 2000. El estrés calórico en el ganado lechero.

Páginas web

1. il.gov.moag.amshah@israflam
2. <http://www.gloria.com.pe/poronguitos/11mar.pdf>
3. <http://fmvz1.uat.mx/Investigacion/memorias/principal7.htm>.
4. contact@agricultural-management.com
5. alrocjacint@hotmail.com
6. <http://www.dpa.com.ve/documentos/CD1/page12.html>
7. <http://www.agronoticias.com/imprimir.php?id=895>
8. <http://www.agritotal.com/0/vnc/nota.vnc?id=3404>
9. [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301732X2008000100002&script=sci_](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301732X2008000100002&script=sci_arttext)
[arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301732X2008000100002&script=sci_arttext)
10. israfam@shaham.moag.gov.il
11. <http://www.engormix.com>
12. [http://www.Manizales.unal.edu.co/modules/un_rev_ideas_Amb /documentos](http://www.Manizales.unal.edu.co/modules/un_rev_ideas_Amb/documentos)
[‘IA edicion2. Art15.pdf.](http://www.Manizales.unal.edu.co/modules/un_rev_ideas_Amb/documentos)

ANEXOS

Foto 01.- Vacas descansando bajo áreas sombreadas.



Fuente propia.

Foto 02.- Vacas ingresando a la sala de baño.



Fuente propia.

Foto 03.- Vacas recibiendo ventilación forzada



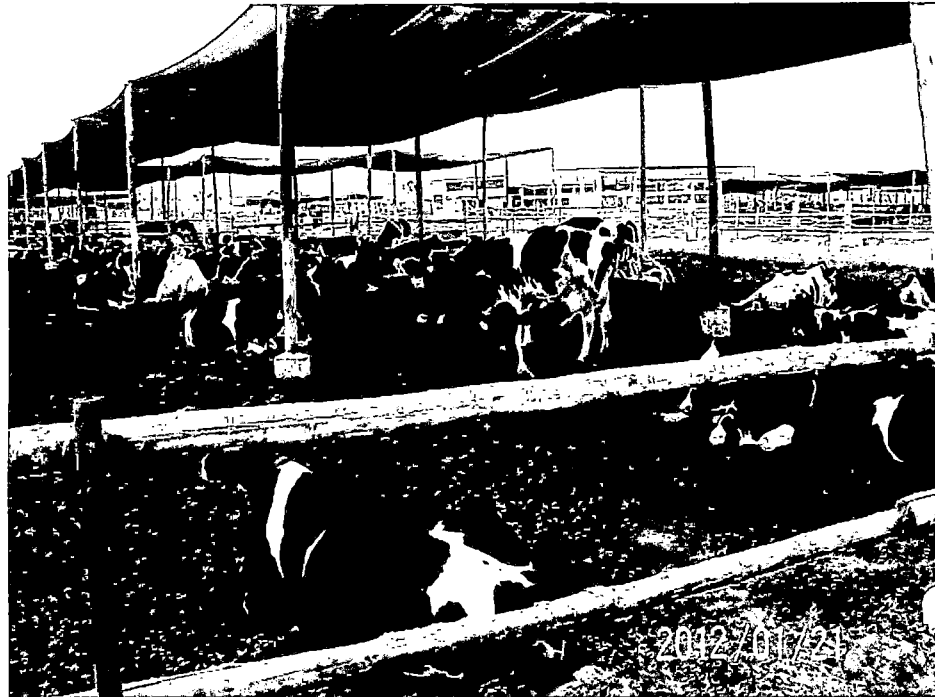
Fuente propia.

Foto 04.- Vacas recibiendo ventilación y baño de aspersion.



Fuente propia

Foto 05.- Vacas descansando antes de entrar a las salas de baño.



Fuente propia

Foto 06.- A la izquierda vacas que salieron de la sala de baño y a la derecha vacas que aún no reciben el tratamiento de refrigeración.



Fuente propia.

Foto 07.- Las vacas que salieron de los baños de refrigeración se dirigen directamente a los comederos.



Fuente propia

Foto 08.- Vacas refrigeradas alimentándose en los comederos a pesar del intenso calor.



Fuente propia

Foto 09.- Vacas con síntomas de estrés calórico.



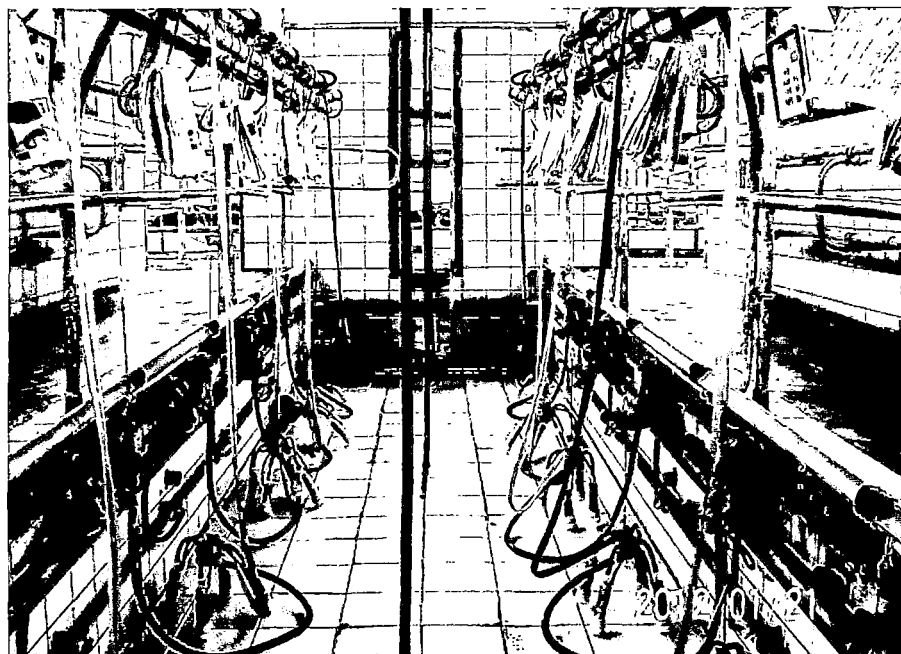
Fuente propia.

Foto 10.- Vacas en los bebederos buscando la manera de disipar el calor.



Fuente propia.

Foto 11.- Sala de ordeño tipo espina de pescado con capacidad para ordeñar 12 vacas a la vez.



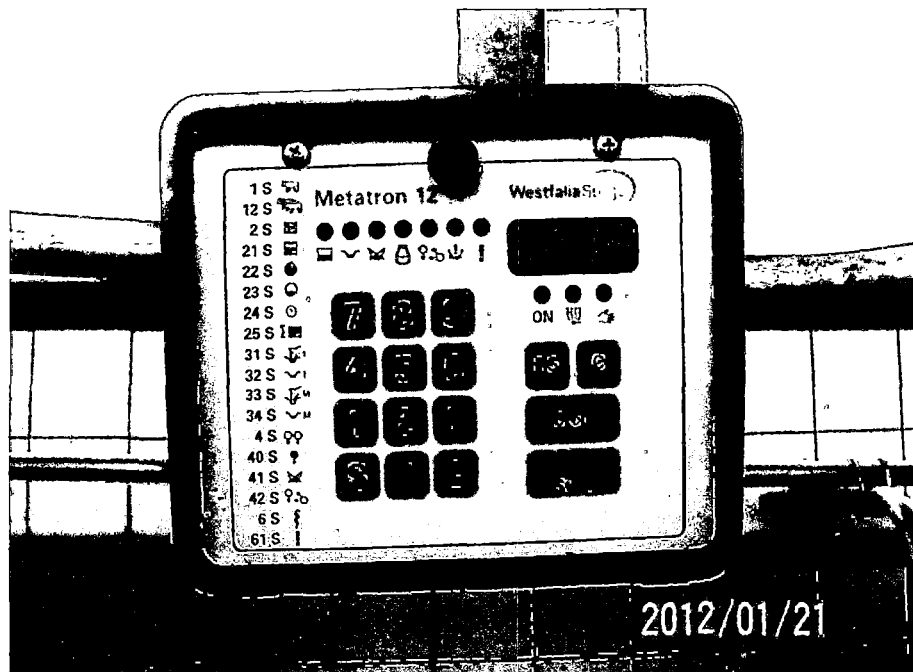
Fuente propia.

Foto 12.- Realizando el control lechero, labor que se realiza una vez por semana durante los 3 ordeños.



Fuente propia

Foto 13.- Metatron 12. Tiene múltiples funciones entre ellas indica la producción de cada vaca.



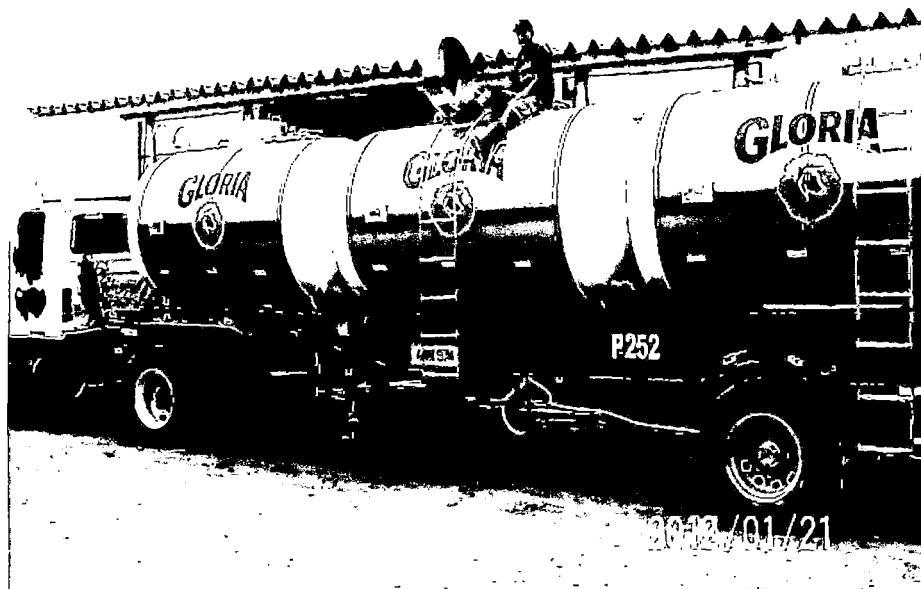
Fuente propia.

Foto 14.- Tanque de refrigeración de leche "De Laval" con capacidad de 12,500 litros.



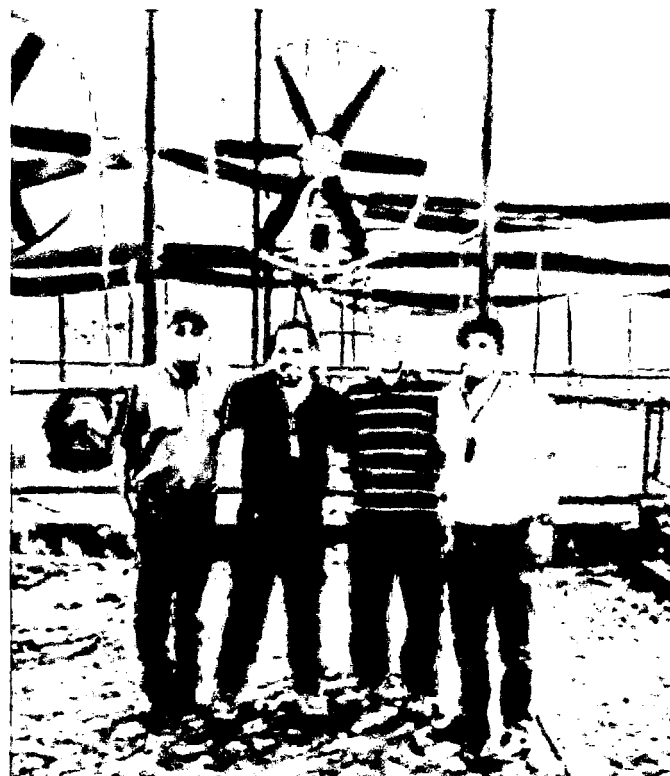
Fuente propia.

Foto 15.- Momento en que es recepcionada la leche, se realiza una vez al día.



Fuente propia.

Foto 16.- Instalación de los ventiladores en Estancia Santa Fe, con el Ing. Gino SOLIMANO, Gerente General a la izquierda.



Fuente propia.

Foto 17.- Como consecuencia del estrés calórico se producen abortos.



Fuente propia.

Foto 18.- Es frecuente observar abortos por estrés calórico.



Fuente propia.