



UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY



Facultad de Veterinaria  
Universidad de la República  
Uruguay

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**  
**FACULTAD DE VETERINARIA**

**EFFECTO DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL ESTRÉS CALÓRICO  
SOBRE LA SALUD DE LA UBRE EN VACAS HOLANDO MULTÍPARAS EN  
ORDEÑE EN CONDICIÓN DE SEMIPASTOREO**

por

Estéfani COITINHO DUARTE  
María José ROMERO EMERY

TESIS DE GRADO presentada como  
uno de los requisitos para obtener el  
título de Doctor en Ciencias  
Veterinarias

Orientación: Producción Animal

MODALIDAD: Ensayo Experimental

**MONTEVIDEO**  
**URUGUAY**  
**2016**

## PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa

---

Stella Maris Huertas

Segundo miembro:

---

Elena de Torres

Tercer miembro:

---

Juan Pablo Damian

Co – Tutores:

---

Pablo Bobadilla

Fecha: ..../10/2016

Autores:

---

Estéfani Coitinho

---

María José Romero

## **AGRADECIMIENTOS**

Nos gustaría agradecerle a nuestra tutora y co-tutor Elena de Torres y Pablo Bobadilla por su tiempo, ayuda y dedicación brindada en este trabajo.

Al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) por permitirnos realizar este ensayo. A todo el personal del tambo con los cuales realizamos el experimento. A Alejandro La Manna, Lorena Román y Rocío Martínez, por su tiempo y apoyo.

Al personal de Biblioteca en la ayuda de la búsqueda bibliográfica.

A la UdelaR y Facultad de Veterinaria por permitirnos realizar esta hermosa carrera.

Por último, queremos dedicarles este trabajo y agradecerles a nuestras familias y amigos por todo el apoyo incondicional, la paciencia y esfuerzo que han hecho a lo largo de nuestras vidas.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE TABLAS Y LISTA DE FIGURAS.....	5
1. RESUMEN.....	6
2. SUMMARY.....	7
3. INTRODUCCIÓN.....	8
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	10
4.1. Calidad sanitaria.....	10
4.2. Mastitis.....	10
4.3. Recuentos de células somáticas.....	11
4.4. Estación del año y recuento de células somáticas.....	11
4.5. Estrés.....	12
4.6. Homeoterma, Estrés térmico e Índice de Temperatura y Humedad.....	12
4.7. Zona de confort térmico.....	14
4.8. Métodos de mitigación del calor.....	14
5. HIPÓTESIS.....	17
6. OBJETIVOS.....	17
6.1. Objetivo general.....	17
6.2. Objetivo específico.....	17
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
7.1. Características del predio a estudiar y metodología del estudio.....	18
7.2. Caracterización del ambiente térmico.....	19
7.3. Determinaciones en los animales.....	19
7.3.1. Evaluación de la calidad sanitaria de la leche.....	19
7.4. Cálculos de cada tratamiento.....	19
7.5. Análisis estadístico.....	20
8. RESULTADOS.....	21
9. DISCUSIÓN.....	23
10. CONCLUSIONES.....	24

11. BIBLIOGRAFÍA.....	25
-----------------------	----

## **LISTA DE CUADROS Y FIGURAS**

<b>Tabla 1.</b> Categorización de la leche 1999.....	8
<b>Tabla 2.</b> Categorización de la leche 2013.....	9
<b>Tabla 3.</b> Cantidad de animales enfermos por tratamiento en el período de estudio.....	21
<b>Tabla 4.</b> Cantidad de nuevos casos por mes en cada tratamiento y P valor hallado para el test exacto de Fisher.....	21
<b>Figura 1.</b> Escala de estrés calórico.....	13
<b>Figura 2.</b> Representación esquemática de sombras a una agua.....	18
<b>Figura 3.</b> Evolución del ITH en Enero y Febrero.....	22

## 1. RESUMEN

El trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), La Estanzuela (Departamento de Colonia) en el período comprendido entre Enero y Febrero del 2015.

Se seleccionaron 33 vacas Holando multíparas de parición invernal con promedio de producción diario de 20 lts/d en condiciones de semipastoreo. Los animales seleccionados fueron sometidos a un período de acostumbramiento de dos semanas. Tuvieron acceso a igual dieta: pastoreo y dieta TMR. El rodeo seleccionado fue de vacas sanas en base a los recuentos de células somáticas, considerando como animales sanos aquellos que se hayan mantenido con recuentos de células somáticas iguales o menores de 200.000 cél/ml dos meses previos al inicio del ensayo.

El objetivo planteado fue estudiar el efecto de las medidas de mitigación de estrés calórico (sombra y ventilación - aspersión) sobre la salud de la ubre medida mediante el recuento celular individual en vacas Holando multíparas en condiciones de semipastoreo.

Los animales fueron asignados al azar a tres grupos a los que se les aplicó tres tratamientos. Cada uno de los grupos tenía 11 vacas. Un primer grupo control (SOL) con encierre estratégico de 07:00 a 20:00 horas, sin acceso a medidas de mitigación del estrés. Un segundo grupo, Sombra (SOM), con encierre estratégico de 07:00 a 20:00 horas bajo sombra artificial. Un tercer grupo, Sombra + Aspersores + Ventiladores (SAV), con encierre estratégico de 07:00 a 20:00 horas bajo sombra asociado a dos sesiones de ventilación y aspersión en el corral de espera, previo a cada ordeño y dos sesiones de ventilación y aspersión post ordeño.

Los animales fueron ordeñados dos veces al día (5:00 y 15:00 horas). Luego del ordeño matutino fueron llevados a tres corrales según tratamientos y del ordeño vespertino nuevamente a sus corrales hasta la hora 20:00, donde se colocaron en un único potrero en el cual permanecieron pastoreando hasta el siguiente ordeño.

Para la evaluación de la salud de la ubre se utilizaron los recuentos de células somáticas individuales. Se tomaron muestras compuestas de los dos ordeños de los cuatro cuartos tres veces por semana.

El Índice de Temperatura y Humedad que se utiliza para considerar si existe estrés calórico (ITH) estuvo en la mayor parte del período considerado por encima de 68; valor que se toma como límite para considerar la existencia de dicho estrés. El pico máximo se ubicó en 77,14 y el mínimo en 63,26. En promedio enero tuvo un ITH de 71,35 y en febrero de 70,80.

Concluimos que las diferentes medidas utilizadas para la mitigación del estrés calórico no mostraron diferencias en la aparición de nuevas inflamaciones intramamarias.

## 2. SUMMARY

The study was performed in “La Estanzuela” Experimental Station between January and February of 2015.

Thirty-three multiparous Holstein cows of winter calving were selected with a daily production of 20 lts/d at partial grazing conditions. The animals were subjected to a two weeks adjustment period. They had access to the same diet: pasture and TMR diet. Only healthy cows were selected based on somatic cell counts, considering them healthy when somatic cell counts was equal or below to 200.000 cells/ml, two months before starting this study.

Our objective was to study the effect of mitigation of heat stress (shade and ventilation - sprinkler) on udder health measured by individual cell count in multiparous Holstein cows under partial grazing conditions.

Animals were randomly assigned to three groups in which three treatments were applied. Each of the groups had 11 cows. A first control group, “SOL”, with strategic enclosure from 7 am to 8 pm hours, without access to mitigation measures of stress. A second group, shade (SOM), with strategic enclosure from 07:00 to 20:00 hours under artificial shade. A third group, Shade + Sprinklers + Fans (SAF), with strategic enclosure from 7 am to 8 pm hours, under shade associated with two sessions of ventilation and spray at the waiting area, before and after milking.

The animals were milked twice per day (5 am and 3 pm). After the morning milking, they were taken to three pens according to the treatments, and after the afternoon milking back to their pens until 8 pm, when they were carry to an unique pen, for grazing until the next milking.

To evaluate udder health we used somatic cells count. We took composite samples of the two milking and four quarters three times a week.

Temperature and Humidity Index (THI) was used to quantify the heat stress magnitude. THI was above 68 in most of the period considered; which is the value taken as a limit to consider the existence of such stress. The maximum value measured was 77.14 and the lowest one was 63.26. ITH average in January was 71.35 and in February 70.80.

We conclude that mitigation strategies used to prevent heat stress do not showed differences on intramammary inflammation appearance.

### 3. INTRODUCCIÓN

La producción lechera del Uruguay proviene de 2.995 productores remitentes. La actividad se desarrolla en una superficie total de 811.000 hectáreas (MGAP-DIEA 2014) teniendo un sistema de producción semipastoril la mayor parte del año y habiendo cada vez menos establecimientos con mayor dotación en animales por hectárea (De torres y col., 2014).

Existen 440.000 vacas masa que producen 2.130 millones de litros al año utilizándose mayoritariamente en la producción lechera nacional, las razas Holando Americano-Canadiense en un 83% y el Holando Neozelandés en un 6% (Encuesta Lechera-INALE 2014).

En cuanto a la distribución territorial de los tambos se sigue manteniendo una importante concentración en los departamentos de Canelones, Colonia, Florida y San José; quienes constituyen la cuenca lechera tradicional, mientras que el 70% de la producción de leche se destina a la exportación concentrándose en Brasil, Venezuela, Rusia, México y Cuba; alcanzando a más de 65 países (Viera y col. 2013).

Teniendo en cuenta el perfil exportador de nuestro país, a partir de la década de los 90, comienza un fuerte proceso de mejora a través del Sistema Nacional de Calidad de la Leche. El decreto del Poder Ejecutivo N° 90/995, del 21 de febrero de 1995 estableció una normativa genérica para un Sistema Nacional de Calidad de la Leche. En dicho Decreto, se instauraron exigencias mínimas y obligatorias para la promoción y mejoramiento de la calidad higiénico sanitarias de la leche. En 1997, entró en vigencia el citado Sistema Nacional de Pago por Calidad. Posteriormente en 1999, la Junta Nacional de la Leche por medio del decreto N° 57/999 actualizó el Sistema Nacional de Categorización de la Leche; el cual entró en vigencia el 1 de marzo de 1999. En dicho decreto se establecían tres categorías para el sistema de pago por calidad (A, B y C).

Tabla 1. Categorización de la leche Año 1999

<b>Categoría</b>	<b>Recuento bacteriano Ufc/ml</b>	<b>Recuento células somáticas/ml</b>
A	<200.000	<800.000
B	200.000-800.000	800.000-1.000.000
C	>800.000	>1.000.000

MGAP, 1999. Decreto 57/99

Esta reglamentación se mantuvo hasta octubre del 2013 y el 6 de noviembre del 2013 fue aprobado el Decreto 359/2013 que establece un sistema progresivo de mejora de la calidad higiénica y sanitaria de la leche. Los niveles de exigencia con respecto a los recuentos celulares y bacterianos a partir de la entrada en vigencia del decreto, son los que se muestran en la tabla a continuación (Tabla 2).

Tabla 2. Categorización de la leche. Año 2013.

<b>Fecha de entrada en vigencia</b>	<b>Recuento bacteriano Ufc/ml</b>	<b>Recuento células somáticas/ml</b>
A la entrada en vigencia	500.000	800.000
Al año de entrada en vigencia	300.000	600.000
A los tres años de entrada en vigencia	100.000	400.000

MGAP, 2013. Decreto 359/13

## 4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 4.1. Calidad sanitaria:

La calidad sanitaria de la leche se define como el número de células somáticas por mililitro de leche en el tanque, una vaca o un cuarto (Harmon, 1994; Hortet y Seegers, 1998; Coulon y col., 2002). La mastitis causa disminución del contenido de grasa y proteína verdadera (caseína) de la leche (Harmon, 1994; Hortet y Seegers, 1998; Coulon y col., 2002); así como la disminución de la producción por lactancia (Shim y col., 2004).

Desde el punto de vista económico la mastitis es una de las enfermedades más importantes de la vaca lechera en el mundo (Wellenberg y col., 2002; Rabello y col., 2005). A nivel nacional Giannechini y col. en el 2002 estimaron pérdidas de un 8-10% debido a mastitis subclínica con un costo de U\$S 21.345.000, y registraron una incidencia mensual de 1,2 % de mastitis clínica y un 52,4% de mastitis subclínica en la cuenca litoral oeste (Jornada de Lechería, INIA, Colonia, Uruguay, 2002).

Existen factores de riesgo que influyen en la prevalencia e incidencia en mastitis clínica y subclínica. Dentro de los ambientales se encuentra la estación del año, registrándose en el verano un aumento de la incidencia de mastitis clínica que podría estar influenciado por el estrés calórico (Radostits, 1999).

Stott (1981) considera el término estrés para indicar una condición adversa al bienestar animal. El estrés puede ser causado por condiciones atmosféricas adversas, como el calor o frío intenso, nutricionales, privación de agua, alimentos o social. Se considera que el animal se encuentra frente a un factor estresante ante la pérdida de homeóstasis. En caso de no adaptarse a éste ocurre una serie de disfunciones que afectan la esfera productiva del animal y posiblemente la inmunidad, bajando las defensas orgánicas permitiendo el desarrollo de agentes causantes de enfermedades (De Dios Vallejo, 2000).

El Índice de Temperatura y Humedad (ITH) es un índice biometeorológico, desarrollado para humanos por Thom (1959); y posteriormente adaptado por Berry y col (1964) para ser utilizado en bovinos como medida de estrés calórico. Se ha propuesto que la zona de confort térmico para vacas lecheras se encuentra en valores de ITH de 35 – 70, tomando como valor crítico para raza Holando el 68 (Zimbelman y col., 2009).

Para intentar mitigar los efectos ambientales se han diseñado distintos modelos con el fin de reducir el efecto de las condiciones adversas del verano sobre la productividad y la salud de la ubre.

“Modificar el ambiente” parece ser la estrategia más sencilla a tomar a la hora de intentar mitigar los efectos adversos del calor; y esto se ha logrado mediante el uso de sombras o incluso aspersión y ventilación en tambos comerciales (La Manna y col., 2014).

### 4.2. Mastitis:

La mastitis es una enfermedad multifactorial que se define como la reacción inflamatoria de la glándula mamaria provocada la mayoría de las veces por microorganismos patógenos que penetran la ubre por medio del canal del pezón superando los mecanismos defensivos y multiplicándose en los tejidos de la glándula (Kerr y Wellnitz, 2003; Bannerman y col., 2004). Estos microorganismos producen toxinas destructoras que dañan seriamente el

órgano causando aumento de la permeabilidad vascular, que altera la composición normal de la leche al inducir el paso de componentes sanguíneos tales como enzimas, proteínas séricas y sales. Se produce también por la afectación del tejido secretor caída de la síntesis de caseína, lactosa y grasa (Harmon, 1994; Osteras, 2000).

Una leche normal contiene diferentes tipos de leucocitos: 15% de polimorfonucleares, 73% de macrófagos y 10% de linfocitos además de 2% de células epiteliales (Concha, 1998). Se considera que una leche de vaca sana tiene recuentos de células somáticas por debajo de 200.000 cél/ml (Harmon, 1994; Concha, 1998). Si la salud de la ubre es alterada el número y proporción de células es modificado con un 95% de células pertenecientes a polimorfonucleares. El período de transición de una leche sana a una enferma tiene lugar en muy pocas horas (Sordillo, 1997; Concha, 1998).

#### **4.3. Recuento de células somáticas (RCS):**

El RCS es el número total de células presentes en la leche (Booth, 1998) y se utiliza como indicador de reacción inflamatoria en la glándula mamaria, debido a que las células somáticas están compuestas principalmente por leucocitos. Es tomado como el parámetro más aceptado a nivel mundial como medida estándar de calidad sanitaria de la leche, y está validado científicamente para evaluar la salud de la ubre (Dohoo y Meek, 1982; Reneau, 1986; Harmon, 1994; Harmon, 2001). Smith y Hogan (2001) consideran como sanos aquellos cuartos o vacas con recuentos celulares menores o iguales a 200.000 cél/ml y aquellos cuartos de vaquillonas con recuentos celulares menores o iguales a 100.000 cél/ml.

El recuento de células somáticas (RCS) sufre ligeras variaciones a lo largo del período de lactancia, disminuyendo alrededor del segundo y tercer mes de lactancia y aumentando ligeramente al final de la misma (Alvarado, 2006).

Para el recuento de células somáticas se emplea la técnica de recuento electrónico de células: método cuantitativo de uso en laboratorios en el que se determina el contenido de células somáticas en muestras compuestas de los cuatro cuartos de una vaca o bien de muestras provenientes del tanque. En la actualidad la técnica más empleada es la citometría de flujo, que tiene la ventaja de ser rápida, precisa y analiza un gran número de muestras a la vez (Zurita, 1982; Wittwer, 2003).

#### **4.4. Estación del año y recuento de células somáticas:**

Alvarado (2006) afirma que la estación del año afecta significativamente los recuentos de células somáticas, siendo más bajo en épocas de frío y épocas de clima seco, y duplicando dichos valores en estación de clima caliente y húmedo. Por otro lado el aumento de la temperatura provocaría un aumento en el número de agentes patógenos en el ambiente (Smith, 1985; Harmon, 1994; Shearer, 1995).

Wegner y col. (1974) y Collier y col. (1982) sugieren una relación positiva entre el estrés provocado por las altas temperaturas y un alto recuento de células somáticas. Esta relación estaría explicada porque las altas temperaturas darían lugar a situaciones de estrés que disminuirían la resistencia a las infecciones, inhibiendo la migración de leucocitos hacia el sitio de infección y el desarrollo de la respuesta inflamatoria en respuesta al

patógeno (Merlot, 2004). La situación de estrés calórico puede aumentar la susceptibilidad a la infección intramamaria por disminuir la resistencia del huésped y/o incrementar la exposición del mismo a los patógenos que se ven favorecidos en su crecimiento y propagación por el ambiente (cálido y húmedo) que los rodea (Shearer y Beede, 1990).

Godden y col. (2003) afirmaron que el calor y la humedad hicieron aumentar la carga de patógenos en el ambiente dando lugar a gran incidencia de mastitis.

Un estudio a nivel nacional realizado por Saravia y col. (2009) demostró que el recuento de células somáticas fue mayor en olas de calor severas con respecto a olas de calor leve. Las olas de calor son eventos extremos de temperatura definidos como períodos anormalmente cálidos y húmedos de más de un día de duración, que comúnmente dura varios días a varias semanas (Sociedad Americana de Meteorología, citados Brown-Brandl y col., 2005).

Smith y col. (2013) debido a resultados controversiales deducen que el aumento de recuento de células somáticas durante los meses de verano no es enteramente el resultado de la temperatura.

Ng-Kway-Hang (1984) en Canadá, demuestra que los recuentos de células somáticas se elevan en los meses de invierno.

#### **4.5. Estrés:**

El estrés puede definirse como la condición del animal que lo saca de su rango de confort o bienestar (Bartaburu, 2007). Entendiéndose como bienestar animal al estado de salud mental y físico en armonía con el entorno o medio ambiente (Hughes, 1976). El estrés puede estar provocado por un sinnúmero de factores ambientales como ser climáticos (frío o calor), de manejo (arreas, trabajo en corral, etc), nutricionales (generalmente provocado por subalimentación) y sanitarios (cuando el animal está enfermo). En toda condición de stress, el ganado presenta respuestas de tipo fisiológico, comportamental, entre otros, que le permiten adaptarse a la situación de estrés (Bartaburu, 2007).

#### **4.6. Homeoterma, Estrés térmico e Índice de Temperatura y Humedad (ITH):**

Los bovinos al igual que todos los mamíferos, son animales homeotermos, es decir, organismos que a pesar de las fluctuaciones en la temperatura ambiental son capaces de mantener relativamente constante la temperatura corporal. Esta capacidad es esencial para una multitud de reacciones bioquímicas y procesos fisiológicos asociados con el normal metabolismo; incluso, también es de interés para el funcionamiento de los tejidos cerebrales (Shearer y Bray, 1995).

La temperatura interna del animal es el resultado del balance entre el calor producido o ganado y el perdido al ambiente, involucrando cada interacción que tiene el animal con el medio (transpiración, ingestión de alimentos, movimiento, etc.). Para que se cumpla la homeoterma se requiere que todo el calor producido y ganado del ambiente logre ser perdido por el animal (Kadzere y col., 2002), cuando esto no ocurre el animal se estresa.

Los animales hacen frente al estrés térmico a través de modificaciones fisiológicas y de comportamiento, dando como resultado una reducción en el desempeño productivo (Arias y col. 2008).

El índice más simple y práctico, que relaciona temperatura del aire y humedad, considerado para medir el estrés calórico en ganado lechero es el ITH, el cual fue desarrollado por Thom (1959) para humanos y luego fue adaptado para evaluar el impacto del ambiente sobre las vacas lecheras. Cabe aclarar que el ITH no toma en cuenta factores climáticos como la radiación solar, velocidad del viento ni factores productivos o genotípicos. El ITH a pesar de ser el mejor indicador tiene limitaciones; es una representación empírica, asume que todos los animales reaccionan de forma similar a los estresores ambientales, y no tiene en cuenta otros efectos ambientales ni las características de las vacas (Hammami y col. 2013).

Tradicionalmente, se asumía que a partir de un ITH de 72 la performance de vacas lecheras se veía afectada (Johnson y col., 1961). Hoy en día se sabe que las vacas experimentan estrés térmico a partir de valores de ITH de 68 (Collier, 2008; Zimbelman y col., 2009).

Se han elaborado distintas categorías de estrés calórico en función de la magnitud del ITH: 1) Umbral de estrés, ITH = 68-71, la performance de las vacas lecheras se ve afectada. 2) Alerta, ITH=72-79, se recomienda tomar medidas de enfriamiento; 3) Peligro, ITH=80-89, la productividad es altamente disminuida y 4) Emergencia ITH=90-99, puede ocurrir la muerte del animal por lo que se recomienda tomar todas las medidas de enfriamiento recomendadas (Zimbelman y Collier, 2011).

Temperatura	Humedad relativa %																		
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
72	22.0	64	65	65	65	66	66	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71
73	23.0	65	65	66	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	71	72
74	23.5	65	66	66	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73
75	24.0	66	66	67	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74
76	24.5	66	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75
77	25.0	67	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
78	25.5	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	75	76	77
79	26.0	67	68	69	69	70	70	71	71	72	73	73	74	74	75	76	76	77	78
80	26.5	68	69	69	70	70	71	72	72	73	73	74	75	75	76	76	77	78	79
81	27.0	68	69	70	70	71	72	72	73	74	74	75	75	76	77	77	78	79	80
82	28.0	69	69	70	71	71	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	80	81
83	28.5	69	70	71	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	82
84	29.0	70	70	71	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	82	83
85	29.5	70	71	72	72	73	74	74	75	76	77	78	78	79	80	81	82	83	84
86	30.0	71	71	72	73	74	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85
87	30.5	71	72	73	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85
88	31.0	72	72	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86
89	31.5	72	73	74	75	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
90	32.0	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
91	33.0	73	74	75	76	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
92	33.5	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
93	34.0	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
94	34.5	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
95	35.0	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
96	35.5	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
97	36.0	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
98	36.5	76	77	78	80	80	82	83	83	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
99	37.0	76	78	79	80	81	82	83	84	85	87	88	89	90	91	92	93	94	95
100	38.0	77	78	79	81	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	96
101	38.5	77	79	80	81	82	83	84	86	87	88	89	90	92	93	94	95	96	99
102	39.0	78	79	80	83	83	84	85	86	87	89	90	91	92	94	95	96	97	100
103	39.5	78	79	81	83	83	84	85	87	88	89	91	92	93	94	96	97	98	101
104	40.0	79	80	81	83	84	85	86	88	89	90	91	93	94	95	96	98	99	100
105	40.5	80	82	83	84	86	87	88	89	91	92	93	95	96	97	99	100	101	102
106	41.0	80	81	82	84	85	87	88	89	90	91	93	94	95	97	98	99	101	102
107	41.5	80	81	83	84	85	87	88	89	91	92	94	95	96	98	99	100	102	103

Zimbelman y Collier, 2011

Figura 1. Escala de estrés calórico: cada intersección de temperatura y humedad corresponde a un nivel de estrés térmico para las vacas. Amarillo: umbral de estrés; naranja: alerta; rojo: peligro; violeta: emergencia.

Se ha señalado que estos umbrales son guías para el manejo de los animales, y que sería necesario además tomar en cuenta la duración del estrés, las horas de recuperación nocturna, la velocidad del viento y la radiación incidente (Berman, 2005; Hahn y col., 2009).

Collier (2008) y Zimbelman y Collier (2011), llevaron a cabo un experimento en entornos controlados para evaluar el impacto de diferentes temperaturas y niveles de humedad sobre diversos parámetros de producción y metabolismo. Ellos determinaron que el impacto del estrés por calor estaba

subestimado para las vacas lecheras de alta producción. De acuerdo con su re-evaluación, un ITH de 68 es suficiente como para causar efectos adversos. A su vez Ortiz y col. (2015) en un ensayo demostraron que en mediciones de ITH para clima “cálido y húmedo” y clima “cálido y seco” con ITH mayores de 68 (durante 21 horas en el día) las vacas ya experimentaban estrés.

Un estudio realizado en Alemania en ganado Holstein demostró que a partir de ITH de 60 comienza a caer la proteína en leche (Hammami y col. 2013).

#### **4.7. Zona de confort térmico:**

Nos referimos a zona de confort cuando la producción de calor del animal está en estado basal; y en éstas condiciones el animal es capaz de expresar su máximo potencial reproductivo (Arias y col., 2008).

La vaca lechera se desenvuelve productivamente bien en un rango de temperatura ambiente de 5 – 21 ° C, con humedad relativa de 50% y velocidad de viento de 5-8 km/hora (Bartaburu, 2000).

#### **4.8. Métodos de mitigación del calor:**

El mecanismo fisiológico más eficiente que actúa en la defensa contra el calor es la sudoración, siguiéndole el jadeo. También se ha observado una respuesta rápida, la vasodilatación capilar periférica, donde un flujo de sangre importante se desplaza hacia la superficie del animal para disipar calor (Saravia y Cruz, 2003). Uno de los mecanismos comportamentales frente al estrés calórico es la búsqueda de sombra, disminución de la actividad diaria y disminución del consumo de alimento. Ésta respuesta se empieza a evidenciar cuando la temperatura ambiente alcanza los 25°C (González Hernández, 2004).

Tres estrategias han sido sugeridas por Beede y Collier (1986) para tratar de reducir los efectos del estrés calórico en ganado lechero: 1) el desarrollo genético de razas más tolerantes al calor, 2) manejo nutricional, y 3) modificaciones ambientales. De estas últimas, la más frecuentemente recomendada para reducir el estrés calórico es el uso de sombras y sistemas de enfriamiento (Buffington y col., 1983).

Las disminuciones registradas en ensayos de temperatura rectal y frecuencia respiratoria en vacas con aspersión y ventilación demuestran que efectivamente los métodos de mitigación alivian el estrés calórico (Tao y col, 2011).

Las sombras artificiales son una excelente alternativa que pueden ser construidas de metal, malla sombra, nylon, y pueden ser fijas o móviles. Previenen la incidencia de la radiación solar directa e indirecta sobre los animales y es uno de los primeros pasos a tomar para moderar el efecto estresante de las altas temperaturas requerido en cualquier sistema de producción. Los beneficios reportados por uso de sombras en condiciones de estrés térmico son: menor temperatura rectal (Schneider y col., 1984; Valtorta y col., 1996; Brown-Brandl y col., 2005), menor frecuencia respiratoria (Schneider y col., 1984; Valtorta y col., 1996), mayor producción de leche (Roman-Ponce y col., 1977; Collier y col., 1981; Schneider y col., 1984; Valtorta y col., 1996), mayor consumo de materia seca (Schneider y col., 1984), mayores contracciones ruminales (Collier y col., 1981) y menor contenido de células somáticas (Kendall y col., 2007). A pesar de que la sombra disminuye la

acumulación de calor producido por la radiación solar, no hay efecto en la temperatura y humedad relativa del aire por lo que en algunos casos es necesario enfriamiento adicional, como el aportado por la combinación de aspersión y ventilación (A. La Manna y col., 2014).

Bajo situaciones de estrés calórico los animales buscan naturalmente la sombra, lo que permite reducir la carga calórica (efecto de cualquier combinación de temperatura, humedad, velocidad del aire y calor radiante) en 30% a 50% (Blackshaw, 1994; Collier y col., 2006), eso no quiere decir que la sombra tenga efecto sobre la temperatura del aire o la humedad relativa, por lo que no elimina completamente el problema del balance térmico (West, 2003; Collier y col., 2006).

Se realizó un estudio en que las vacas podían elegir entre estar sueltas en pasturas o encerradas bajo sombra y las mismas preferían mantenerse bajo la sombra; afirmando que la sombra es un método útil para mitigar el calor (Lambertz y col., 2014).

En un estudio en Arizona, la sombra mejoró la producción lechera en un 7,5% cuando se la ubicó sobre el comedero, en comparación con otra situación en la que no había sombra (Alvarado, 2004). La sombra permanente puede ser a veces un problema ya que concentra la humedad y el estiércol y puede aumentar la incidencia de la mastitis (Alvarado, 2004; Lager, 2007).

El corral de espera del ordeño es otra área dónde las vacas sufren por lo general estrés calórico por lo cual debe tenerse en cuenta; ya que el uso de sombras además de interceptar la radiación incidente sobre los animales, previene el aumento de temperatura de los pisos de cemento. Un trabajo de Gallardo y Valtorta (2011) ha demostrado que el piso de cemento sin sombreado puede alcanzar temperaturas de 52°C a la hora 15:00; y con sombreado disminuye a 27°C. La situación puede mejorarse aún más con una combinación de movimiento del aire (ventiladores) y agua (aspersores) (West, 2003).

El humedecimiento de los animales permite aumentos en las pérdidas de calor por evaporación, ya que se suministra agua extra que se evapora de la superficie del animal. Las gotas producidas por los aspersores deben ser suficientemente grandes como para penetrar la cubierta del animal. Se han encontrado beneficios en la utilización de este sistema de enfriamiento (como disminución en la temperatura rectal y frecuencia respiratoria sin lograr aumentos en la producción de leche) en un trabajo realizado en sistemas pastoriles, al comparar el efecto de uso de sombras, aspersores y la combinación de ambos en el corral de espera (90 min) luego del ordeño vespertino (Kendall y col., 2007).

La Manna y col. (2014) recomiendan realizar ciclos de mojado y ventilado ya que no es conveniente que se moje demasiado a la vaca y que el agua empiece a escurrir hacia la glándula mamaria.

En 2011 en el trabajo de Tao y col., vacas multíparas con aspersión y ventilación produjeron más que las que permanecieron al sol; pero con menor concentración de proteína en leche y menores recuentos celulares de las vacas con aspersión y ventilación.

En un estudio en baja California en vacas lecheras Holstein en condiciones de altas temperaturas (39-49°C) y humedades de 50% se compararon dos tratamientos: uno testigo solo con sombra en la parte central del corral de alojamiento y otro con un sistema de enfriamiento bajo sombra.

Los resultados indican que los animales que contaban con el sistema de enfriamiento con aspersores y abanicos tuvieron menores recuentos de células somáticas, mayor producción promedio de leche y mayor tasa de preñez (Correa-Calderón y col., 2002).

## **5. HIPÓTESIS**

Las medidas de mitigación del estrés calórico (sombra, aspersión y ventilación) afectan de diferente forma la aparición de inflamaciones intramamarias.

## **6. OBJETIVO**

### **6.1. Objetivo General:**

Estudiar el efecto de las medidas de mitigación del estrés calórico sobre la salud de la ubre en vacas Holando en condiciones de semipastoreo.

### **6.2. Objetivo Específico:**

Comparar medidas de mitigación del calor y su efecto sobre la salud de la ubre medida por el recuento celular individual.

## 7. MATERIALES Y MÉTODOS

### 7.1. Características del predio a estudiar y metodología del estudio:

El trabajo se realizó en la Estación Experimental del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), La Estanzuela, Ruta 50, Km. 11 (Departamento de Colonia) en los meses de Enero y Febrero del 2015.

Se utilizaron 33 vacas Holando multíparas de parición invernal con promedio de producción diario de 20 lts/d, número promedio de lactancia de 3, Peso vivo (PV) de 520-560 Kg y condición corporal (CC) de 3-3,5. Los animales seleccionados fueron sometidos a un periodo de acostumbramiento durante dos semanas. Tuvieron acceso a igual dieta: pastoreo y dieta TMR.

El rodeo compuesto únicamente por vacas sanas fue seleccionado en base a los recuentos de células somáticas, considerando como animales sanos aquellos que se hayan mantenido con recuentos de células somáticas iguales o menores de 200.000 cél/ml al menos dos meses previos al inicio del ensayo.

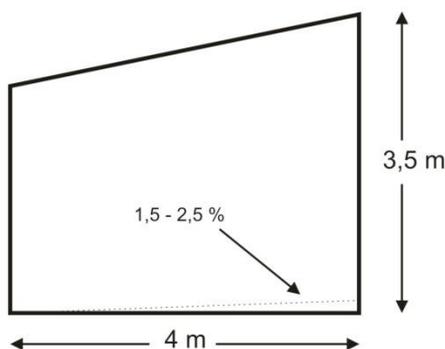
Los animales fueron asignados al azar en los siguientes tratamientos:

- Control (SOL) (n=11) (PV: 535 Kg; CC: 3,18): encierre estratégico de 07:00 a 20:00 horas sin acceso a medidas de mitigación del estrés.

- Sombra (SOM) (n=11) (PV: 538 Kg; CC: 3,18): encierre estratégico de 07:00 a 20:00 horas bajo sombra artificial.

- Sombra + Aspersores + Ventiladores (SAV) (n=11) (P: 546 Kg; CC: 3,2): encierre estratégico de 07:00 a 20:00 horas bajo sombra, asociado a dos sesiones de ventilación y aspersión en el corral de espera, previo a cada ordeño y dos sesiones de ventilación y aspersión post ordeño.

El sombreado consistió en redes plásticas de color negro de 80% intercepción de la radiación solar, con una disponibilidad de 4,5 m<sup>2</sup> por vaca en una construcción de orientación este-oeste, con una altura de 3,5 metros en la pared sur y una inclinación de 15% hacia el norte.



Modificado de Gallardo y Valtorta, 2011

Figura 2. Representación esquemática de sombras a un agua.

Los animales fueron ordeñados dos veces al día (5:00 y 15:00 horas). Luego del ordeño matutino eran llevados a tres corrales según tratamientos. Durante el encierro los animales recibieron agua *ad libitum* y la ración totalmente mezclada (TMR). Los animales del grupo SAV fueron provistos de dos sesiones de aspersión y ventilación de 30 minutos en el corral de espera, previo y post a ambos ordeños. Durante cada sesión de aspersión y ventilación los animales eran ventilados continuamente (Magnum 52``, GEA, 32980 CFM,

altura: 3 m, diámetro: 1,3m) y asperjados (300 l/h, tamaño de gota 3-5 mm) por dos minutos en dos momentos: al inicio de cada sesión y al minuto 15. Finalizado el ordeño vespertino los animales fueron llevados nuevamente a sus corrales hasta la hora 20:00 donde se colocaron en un único potrero en el cual permanecieron pastoreando hasta las 5:00 horas; momento en el que se dirigieron al ordeño matutino.

## **7.2. Caracterización del ambiente térmico:**

Para describir el comportamiento promedio del Índice de Temperatura y Humedad (ITH) (Thom, 1959) se utilizaron registros de temperatura y humedad del aire de la estación meteorológica (Campbell Scientific) ubicada en el Parque Agro meteorológico de La Estanzuela (cercana al lugar experimental). El ITH fue calculado en base a la temperatura y humedad promedio del día, usando la conversión de Valtorta y Gallardo (1996), que se muestra a continuación:

$$ITH = (1.8 Ta + 32) - (0.55 - 0.55 HR) \times (1.8 Ta - 26), \text{ donde:}$$

$Ta = \text{Temperatura del aire } (^{\circ}\text{C}); HR = \text{Humedad relativa del aire } (\%).$

## **7.3. Determinaciones en los animales:**

### **7.3.1. Evaluación de la calidad sanitaria de la leche**

Se tomaron muestras compuestas de los dos ordeños (de mañana y de tarde) por vaca tres veces por semana para recuento celular individual. Estas muestras se enviaron en tubos con bronopol (Broad Spectrum Micro tabs II, D & F Control System Inc, Chaska, MN, USA) como conservante y se procesaron en el Laboratorio de Calidad de Leche del INIA "La Estanzuela" a través de Citometría de flujo laminar (método de medición directa) por medio de un contador de células automático (Bentley Somacount 300 USA) correspondiente a la metodología de IDF (1995).

## **7.4. Cálculos en cada tratamiento:**

Se determinó la cantidad de inflamaciones  $i$  en cada tratamiento durante el período de estudio, siendo un recuento mayor a 200.000 células somáticas por mililitro el punto de corte entre animales sanos y enfermos.

Fueron considerados sanos los animales con recuentos menores o iguales a 200.000 células somáticas por mililitro y enfermos los animales con recuentos mayores a 200.000 cél/ml.

Asimismo se determinó la frecuencia de nuevos casos mensuales, (Enero y Febrero) dentro de cada tratamiento. Para este cálculo se contabilizaron los animales que superaron el umbral de 200.000 células/ml durante el primer mes, y hallamos el cociente entre estos y el total de animales sanos al comienzo del mes. Para el segundo mes realizamos lo mismo sin embargo no fueron considerados en el denominador los animales que ya habían superado el umbral de 200.000 células somáticas/ml en el período anterior.

## **7.5. Análisis estadístico:**

El procesamiento y análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico Stata 13 (1985-2013 StataCorp LP).

Se realizaron análisis de frecuencias ( $\alpha < 0,05$ ), para determinar la ocurrencia de diferencias entre las proporciones de animales enfermos entre

los tres tratamientos y la ocurrencia de diferencias entre el número de nuevas inflamaciones dentro de los grupos comparando los meses de Enero y Febrero.

## 8. RESULTADOS

No se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos sometidos a diferentes medidas de mitigación del estrés calórico en lo que respecta a la aparición de inflamaciones intramamarias ( $X^2_{0.95}$ ; Gl: 2;  $P=0,428$ ) (Tabla 3)

Tabla 3. Cantidad de animales que enfermaron por tratamiento en el período de estudio.

	Valores Observados	
	Se mantuvieron sanas	Se enfermaron
<b>SAV</b> (n=11)	7	4
<b>SOM</b> (n=11)	6	5
<b>SOL</b> (n=11)	4	7

Determinamos la frecuencia de nuevos casos mensuales (Enero y Febrero) dentro de cada tratamiento y vimos que tampoco encontramos diferencias en la aparición de nuevos casos (Tabla 4).

Tabla 4. Cantidad de nuevos casos por mes en cada tratamiento y P valor hallado para el test exacto de Fisher.

	Nuevos casos Enero	Nuevos casos Febrero	P valor (Test exacto de Fisher)
<b>SAV</b> (=11)	2	<b>SAV</b> (=9) 2	0,99
<b>SOM</b> (=11)	4	<b>SOM</b> (=7) 1	0,60
<b>SOL</b> (=11)	4	<b>SOL</b> (=7) 3	0,99

En el período estudiado se calculó el ITH al que estuvo expuesto nuestro rodeo; y se vio que en un 80 % del período éste se mantuvo por encima de 68, valor considerado crítico para el ganado Holando. El pico máximo se ubicó en 77,14 y el mínimo en 63,26. El ITH tuvo un valor promedio de 71,07 (Enero ITH: 71,35 y Febrero: 70,80). (Figura 3)

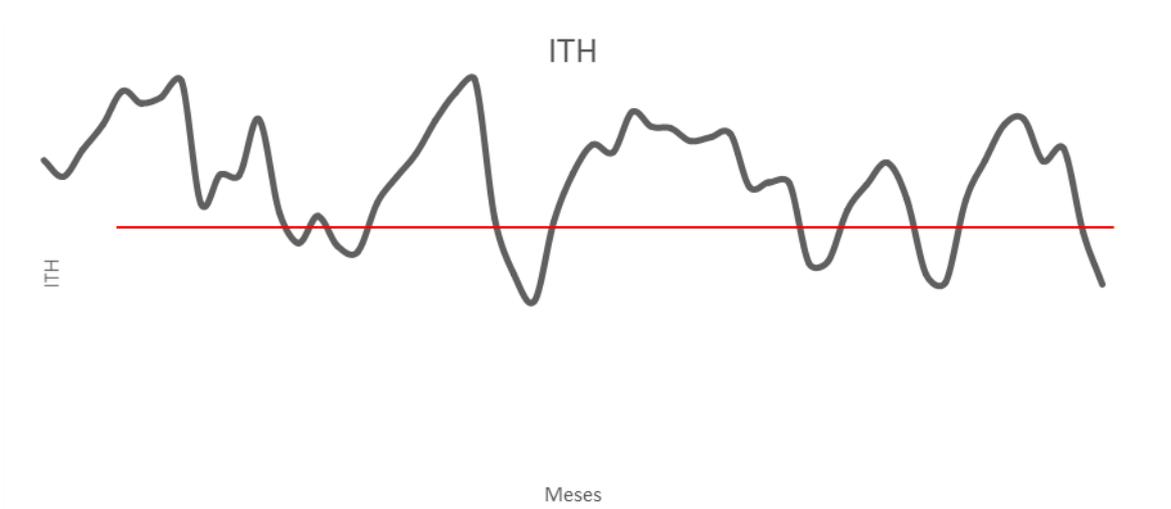


Figura 3. Evolución del índice de temperatura y humedad (ITH) en los meses de Enero y Febrero 2015.

## 9. DISCUSIÓN

Los efectos negativos que tienen las altas temperaturas sobre la producción de leche y consumo de alimento de las vacas lecheras se han reportado con ITH de 68 (Zimbelman y col., 2009). En nuestro estudio el ITH se ubicó en un 80% de las veces por encima de 68, por lo que nuestro rodeo estuvo expuesto a estrés calórico pudiendo verse afectada su producción y consumo.

De acuerdo a West (2003) las vacas de alta producción, serían las que se verían más afectadas frente a pequeñas variaciones de ITH, en nuestro trabajo los animales seleccionados no eran de alta producción (promedio de producción 20 lts/d) por lo que el hecho de no haber encontrado diferencias en los resultados frente a las medidas de mitigación podría estar explicado por esta razón.

Olde Riekerink (2007) describe un incremento de las infecciones intramamarias en los meses de verano. Por el contrario Iglesias y Mattiaude (2009) en un estudio de caso que se llevó a cabo en Uruguay, observaron que en el transcurso del verano las inflamaciones intramamarias disminuyeron. Estos autores suponen que las vacas tuvieron refrescamiento nocturno ya que en las horas de la noche el ITH disminuía. En nuestro estudio no se encontraron diferencias significativas entre los tres grupos sometidos a diferentes medidas de mitigación del estrés en la aparición de nuevas inflamaciones intramamarias.

La sombra cambia el balance de la radiación en el animal pero no afecta la temperatura y humedad del aire (West, 2003) por lo que recomendaron técnicas de enfriamiento artificial para proveer temperaturas menores a las ambientales y mejorar el confort de la vaca lechera (Hahn y Osburn, 1970). En nuestro ensayo se planteó realizar un enfriamiento adicional como el aportado con la combinación de aspersión y ventilación (SAV) para proveer las condiciones planteadas por dichos autores.

En el estudio realizado por Correa-Calderón y col. (2002) en México con 61 vacas Holando de 2 a 5 lactancias y con un promedio de 100 días de lactancia, en condiciones de altas temperatura y humedades del 50%, y utilizando un sistema de enfriamiento con aspersores similar al utilizado en nuestro trabajo, obtuvieron menores recuentos de células somáticas en las vacas sometidas a aspersión y sombra que las que estaban sólo con sombra.

En nuestro caso las vacas que estuvieron en la sombra y las que estuvieron en sombra-aspersión y ventilación no tuvieron diferencias significativas con respecto a las nuevas infecciones medidas por recuentos de células somáticas. Debemos tener en cuenta que en el trabajo de Correa – Calderón se usaron promedios de células somáticas y que nosotros en nuestro análisis categorizábamos la variable de recuento celular como correspondiente a sanos o enfermos, estableciendo para ese fin límites para las vacas y vaquillonas. Debido a las distintas maneras de analizar la variable estos trabajos no serían comparables entre sí.

Consideramos que hay otros indicadores basados en los animales, como frecuencia respiratoria, jadeo, temperatura rectal, que pueden enriquecer el ensayo. Otra consideración es que nuestro número de animales fue pequeño y que si este ensayo se repitiera en un número mayor de animales y en otras

condiciones se obtendrían datos más representativos de la realidad de nuestro país.

## 10. CONCLUSIONES

Podemos afirmar que las vacas de nuestro ensayo estuvieron durante gran parte del periodo (80%) bajo condiciones de estrés calórico ya que el ITH se mantuvo por encima de 68, valor considerado crítico para el ganado Holando.

Las diferentes medidas utilizadas para la mitigación del estrés calórico no mostraron diferencias en cuanto a la aparición de inflamaciones intramamarias.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarado, D. (2004). Combatiendo el estrés calórico en la vaca lechera. Dairy Science, ExEx 4024-S:1-3. Disponible en: [http://pubstorage.sdstate.edu/AgBio\\_Publications/articles/ExEx4024S.pdf](http://pubstorage.sdstate.edu/AgBio_Publications/articles/ExEx4024S.pdf). Fecha de consulta: 10/05/16.
2. Alvarado, D. (2006). Algunas variables climatológicas y ambientales y su relación con el recuento de células somáticas en la leche de estanques prediales en la provincia de BioBío, Chile. Memoria de título, Chillán, Chile. Universidad de Concepción. Facultad de Medicina Veterinaria, Dpto. de Ciencias Pecuarias, 41p.
3. Arias, A.; Mader, T., Escobar, P. (2008) Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Arch. Med. Vet.; 40:7-22.
4. Bannerman, D.; Paape, M.; Lee, J.; Zhao, X.; Hope, J., Rainard, P. (2004). Escherichia Coli and Staphylococcus aureus. Elicit Differential Innate Immune Responses Following Intramammary Infection. Clinical Diagnostic Laboratory Immunology; 11: 463-472.
5. Bartaburu, D. (2000). La vaca lechera en el verano: sombra, agua, manejo. Revista del P y A; 94: 39-42.
6. Beede, D., Collier, R. (1986). Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. J Anim Sci; 62:543-554.
7. Berman, A. (2005). Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. J Anim Sci; 83:1377-1384.
8. Berry, I.; Shanklin, M., Johnson, H. (1964). Dairy shelter desing based on milk production decline ad affected by temperature and humidity. Trans. Am. Soc. Ag. Eng; 7:329-331.
9. Blackshaw, J., Blackshaw, A. (1994). Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior: a review. Australian J. Experim. Agric; 34:285-295.
10. Booth, J. (1998). Control de Mastitis y Calidad de Leche. Segunda jornada CONAMASCAL. Osorno, Chile. Abril 1998, 55p.
11. Brown-Brandl, T.; Neigenberg, R.; Hahn, G.; Nienaber, J.; Mader, T.; Spiers, D., Parkhurst, A. (2005). Analyses of thermoregulatory responses of feeder cattle exposed to simulated heat waves. International Journal of Biometeorology; 49:285-296.
12. Buffington, D.; Collier, R., Canton, G. (1983) Shade management system to reduce heat stress for dairy cows in hot, humid climates. Trans. Am. Soc. Agric. Eng; 26:1798-1802.
13. Collier, R.; Beede, D.; Thatcher, W.; Israel, L., Wilcox, C. (1982). Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. J DairySci; 65: 2213-2227.
14. Collier, R.; Collier, J.; Rhoads, R., Baumgard, L. (2008). Invited review: Genes involved in the bovine heat stress response. J DairySci; 91:445-454.
15. Collier, R.; Dahl, G., Van Baale, M. (2006) Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. J Dairy Sci; 89:1244-1253.
16. Collier, R.; Eley, R.; Sharma, A.; Pereira, R., Buffington, D. (1981). Shade Management in Subtropical Environment for Milk Yield and Composition in Holstein and Jersey Cows. J Dairy Sci; 64:844-849.

17. Concha, B. (1998). Análisis de la prevalencia de mastitis por la determinación de recuento de células somáticas en la leche del estanco y sus respectivos cultivos bacteriológicos. XXVI Jornadas Uruguayas Buiatría, pp18-22.
18. Correa-Calderón, A.; Avendaño-Reyes, L.; Rubio-Villanueva, A.; Dennis, V.; Armstrong, J.; Smith, F., De Nise, S. (2002). Effect of a cooling system on productivity of Holstein cows under heat stress. Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California. *Agrociencia*; 36:531-539.
19. Costa, E. (2005). El manejo del estrés y la salud en los sistemas intensivos. XVIª Jornadas Ganaderas de Pergamino y Expo feedlot, Estudio Ganadero Pergamino. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_a\\_corral\\_o\\_feedlot/57-stres.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/57-stres.pdf). Fecha de consulta: 22/02/16.
20. Coulon, J.; Gasqui, P.; Barnouin, J.; Ollier, A.; Pradel, P., Pomiès, D. (2002). Effect of mastitis and related-germ on milk yield and composition during naturally-occurring udder infections in dairy cows. *Anim. Res.* 51: 383-393.
21. De Dios Vallejo, O. (2000). Ecofisiología de los bovinos en sistemas de producción del trópico húmedo. México, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, pp28-59.
22. De Torres, E.; Giannechini, E.; Sierra, G.; Zorrilla, F.; Lanza, A., Diana, V. (2014). Epidemiología de las infecciones intramamaria en Uruguay y líneas de investigación. Actas del II congreso Red Latinoamericana de Investigación en Mastitis, Costa Rica, pp 34-37.
23. Dohoo, I., Meek, A. (1982) Somatic cell count in bovine milk. *Can Vet J*; 23:119.
24. Gallardo, M., Valtorta, S. (2011). Producción y bienestar animal. Estrés por calor en ganado lechero: impactos y mitigación. Editorial Hemisferio Sur, 128 p.
25. Giannechini, R.; Concha, C.; Rivero, R.; Delucci, I., Moreno López, J. (2002). Occurrence of Clinical and Subclinical Mastitis in Dairy Herds in the West Littoral Region in Uruguay. *Acta Veterinaria Scandinavica*; 43:221-230.
26. Godden, S.; Rapnicki, P.; Stewart, S.; Fetrow, J.; Johnson, A.; Bey, R., Farnsworth, R. (2003). Effectiveness of an internal teat seal in the prevention of new intramammary infections during the dry and early-lactation periods in dairy cows when used with a dry cow intramammary antibiotic. *J Dairy Sci*; 86:3899–3911.
27. González Hernández, V. (2004). Estrategia para mejorar la producción de sólidos totales en leche de vacas Holando en verano. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 86p.
28. Hahn, G., Osburn, D. (1970). Feasibility of evaporative cooling for dairy cattle based on expected production losses. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng*; 13:289-291.
29. Hammami, H.; Bormann, J.; M'Hamdi, N.; Montaldo, H., Gengler, N. (2013). Evaluation of heat stress effects on production traits and somatic cell score of Holsteins in a temperate environment. *J Dairy Sci*; 96:1844-1855.
30. Harmon, R. (1994) Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J. Dairy Sci*; 77:2103-2112.

31. Harmon, R. (2001). Somatic cell counts: A primer. Proceeding National Mastitis Council. 40<sup>th</sup> Annual Meeting Reno NV. USA, pp 3-9.
32. Hortet, P. y Seegers, H. (1998). Loss in milk yield and related composition change resulting from clinical mastitis in dairy cows. *Prev. Vet. Med*; 37:1-20.
33. Hughes, B. (1976). Behaviour as an index of welfare. Proceedings of the Fifth European Poultry Conference. Malta, pp 1005–1018.
34. Iglesias L, Matiaude K. (2009). Relación entre el índice de temperatura-humedad y la salud de la ubre. Tesis de grado. Facultad de Veterinaria. Montevideo. Uruguay, pp 41.
35. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria La Estanzuela (2002). Jornada de Lechería. Serie Actividades de Difusión N°287. Disponible en: [http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/1112192108\\_07161656.pdf](http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/1112192108_07161656.pdf). Fecha de consulta: 20/03/2016.
36. Instituto Nacional de la leche (2014). Encuesta Lechera 2014. Montevideo-Uruguay. Disponible en: <http://www.inale.org/innovaportal/v/4086/4/innova.front/primeros-resultados-de-la-encuesta-lechera-inale-2014.html>. Fecha de consulta: 16/03/2016.
37. Johnson, H.; Kibler, H.; Ragsdale A.; Berry, I., Shanklin, M. (1961). Role of heat tolerance and production level in responses of lactating Holsteins to various temperature-humidity conditions. *J DairySci*; 44:1191.
38. Kadzere, C.; Murphy, M.; Silanikove, N., Maltz, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows: A review. *LivestockProductionScience*; 77:59-91.
39. Kendall, P.; Verkerk, G.; Webster, J., Tucker, C. (2007). Sprinklers and shade cool cows and reduce insect-avoidance behavior in pasture-based dairy systems. *Journal of Dairy Science*; 90:3671–3680.
40. Kerr, D. y Wellnitz, O. (2003). Mammary Expression of News Genes to Combat Mastitis. *J Anim. Sci*; 81(suppl.3):38-47.
41. La Manna, A.; Román, L.; Bravo, R.; Aguilar, I (2014). Estrés térmico en vacas lecheras: con sombra y bienestar las vacas producen más. *Revista INIA*; 39:34-39.
42. Lager, J. (2007). Estrategias de bienestar animal para prevenir lesiones podales en vacas lecheras. *Veterinaria Argentina*; 24(238):588-602.
43. Lambertz, C.; Sanker, C., Gauly, M (2014). Climatic effects on milk production traits and somatic cell score in lactating Holstein-Friesian cows in different housing systems. *J. DairySci*; 97:319–329.
44. Merlot, E. (2004). Consequences du stress sur la fonction immunitaire chez les animaux d'élevage. *INRA Prod. Anim*; 17:255-264.
45. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (1999a). Actualización del sistema nacional de calidad de leche. Decreto 57/99. Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/57-1999/5>. Fecha de consulta: 09/08/2016.
46. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (1999b). Determinación de un sistema nacional de calidad de la leche a los efectos de su posterior procesamiento Decreto N° 359/013. Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/359-2013>. Fecha de consulta: 09/08/2016.
47. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP-DIEA). (2014). Anuario estadístico 2014. Dirección Estadística Agropecuaria Montevideo- Uruguay.

Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/Dieaanterior/Anuario2014/Diea-Anuario%202014-Digital01.pdf>. Fecha de consulta: 16/03/2016.

48. Ng- Kway- Hang, K.; Hayes, J.; Moxley, J., Monardes, H. (1984). Variability of test-day milk production and composition and relation of somatic cells count with yield and compositional changes of bovine milk. *J. Dairy Science*; 67:361-366.
49. Ortiz, X.; Smith, J.; Rojano. F.; Choi, C.; Bruer, J.; Steele, T.; Schuring, N.; Allen, J., Collier, R. (2015). Evaluation of conductive cooling of lactating dairy cows under controlled environmental conditions. *J Dairy Sci*; 98:1759–1771.
50. Osteras, O. (2000) Estimation of replacement costs and optimal replacement strategy – a simple simulation model. Proceedings from IX Symposium of the International Society for Veterinary Epidemiology and Economics, Breckenridge, Colorado, p. 318- 320.
51. Rabello, R.; Souza, C.; Duarte, R.; Lopes, R.; Teixeira, L., Castro, A. (2005). Characterization of *Staphylococcus aureus* Isolates Recovered. *J Dairy Sci.*; 88:3211-3219.
52. Radostits, O.; Gay, C.; Blood, D., Hinchcliff, K. (1999). Mastitis. En: *Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino*. 9° Ed. Mc Graw-Hill. Interamericana, pp 711-812.
53. Reneau, J. (1986) Effective use of Dairy Herd Improvement somatic cell counts in mastitis control. *J Dairy Sci*; 69:1708.
54. Román-Ponce, H.; Thatcher, W.; Buffington, D.; Wilcox, C., Van Horn, H. (1977). Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment. *J. Dairy Sci*; 60: 424-430.
55. Saravia, C. (2009). Efecto del estrés calórico sobre las respuestas fisiológicas y productivas de vacas Holando y Jersey. Tesis de Maestría: Facultad de Agronomía, UdelaR, 140p.
56. Saravia, C. y Cruz, G. (2003). influencia del ambiente atmosférico en la adaptación y producción animal. Uruguay, Fac. Agr. Nota Técnica N° 50: 36p.
57. Schneider, P.; Beede, D.; Wilcox, C., Collier, R. (1984). Influence of Dietary Sodium and Potassium Bicarbonate and Total Potassium on Heat-Stressed Lactating Dairy Cows 1 *J Dairy Sci*; 67:2546-2553.
58. Shearer, J., Beede, D. (1990). Effects of high environmental temperature on production, reproduction, and health of dairy cattle. *Agri-Practice*; 11:6-17.
59. Shearer, J., Bray, D. (1995) Maintaining udder health and milk quality during periods of hot weather. *Dairy, Food and Enviromental Sanitation*; 15:368-370.
60. Shim, E.; Shanks, R., Morin, D. (2004). Milk loss and treatment cost associated with two treatment protocols for clinical mastitis in dairy cows. *J Dairy Sci*; 87:2702-2708.
61. Smith, D.; Smith, T.; Rude, B., Ward, S. Short communication (2013). Comparison of the effects of heat stress on milk and component yields and somatic cell score in Holstein and Jersey cows. *J Dairy Sci*; 96:3028–3033.
62. Smith, K., Hogan, J. (2001). The world of mastitis. Proceedings of the 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality National Mastitis Council Vancouver, BC, Canada, pp 1-12.

63. Smith, K.; Todhunter, D., Shoenberg, P. (1985). Ambient mastitis: causes, prevalence, prevention. *J D Science*; 68:1531-1553.
64. Sordillo, L.; Shafer-Weaver, K., de Rosa, D. (1997). Immunobiology of mammary gland. *J. D. Science*; 80:1851-1865.
65. Spiers, D. (2012). Physiological basics of temperature regulation in domestic animals. En: Collier J, Collier JL. (Eds.). *Environment Physiology of Livestock*. Iowa: John Wiley and Sons, Inc, pp17-34.
66. Stott, G. (1981). What is animal stress and how it is measured. *J Anim Sci*; 52:150-153.
67. Tao, S.; Bubolz, J.; Amaral, B.; Thompson, I.; Hayen, M.; Johnson, S., Dahl, G. (2011). Effect of heat stress during the dry period on mammary gland development. *J Dairy Sci*; 94:5976–5986.
68. Thom, E. (1959). The discomfort index. *Weatherwise*; 12:57-59.
69. Valtorta, S., Gallardo, M. (1996) El estrés por calor en producción lechera. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Rafaela. ed. *Miscelánea* 81:173-185.
70. Viera, E.; Bengoa, F.; Bagnato, G., Arboleya, I. (2013). Sector lechero Uruguayo. Contribuciones de las políticas públicas y la institucionalidad sectorial a su desarrollo. Seminario sobre Producción, comercialización y políticas públicas para la seguridad alimentaria. Programa Regional FIDA Mercosur, 16 p.
71. Wegner, T.; Schuh, J.; Nelson, F., Stott, G. (1974). Effect of stress on blood leucocyte and milk somatic cell counts in dairy cows. *J Dairy Sci*; 59:949-956.
72. Wellenberg, G.; Van der Poel, W., Van Oirschot, J. (2002). Viral infections and bovine mastitis: a review. *Vet Microbiol* 88 (1): 27-45.
73. West, J. (2003) Effects of heat stress on production in Dairy Cattle. *J Dairy Sci*; 86:2131-2144.
74. Wittwer, F. (2003). Exploración clínica de los animales domésticos. Universidad Austral de Chile. Apuntes de clases: Examen de la glándula mamaria. Valdivia, pp 91-96.
75. Zimbelman, R.; Rhoads, R.; Rhoads, M.; Duff, G.; Baumgard, H., Collier, R. (2009). A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. Pages 158–168 in *Proc. Southwest Nutr. Manag. Conf.*, Tempe, AZ. University of Arizona, Tucson, p. 158-168.
76. Zimbelman, R., Collier, R. (2011). Feeding Strategies for High- Producing Dairy Cows During Periods of Elevated Heat and Humidity Tri-State Dairy Nutrition Conference. April 19 and 20.
77. Zurita, L. (1982). Mastitis bovina con especial énfasis en la realidad nacional. *Monogr. Med. Vet.*; 4:30-58.