

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**EFFECTO DEL SISTEMA DE ALOJAMIENTO DURANTE LOS PRIMEROS 90  
DÍAS POSTPARTO SOBRE LA SALUD DE LA GLÁNDULA MAMARIA Y LA  
PERFORMANCE PRODUCTIVA DE VACAS LECHERAS**

**por**

Rodrigo LYNCH BARRUECO  
Maximiliano MARTINEZ DEMARIA

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  
2020**

**PÁGINA DE APROBACIÓN**

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:

  
Dra. Elena de Torres

Segundo miembro (Tutor):

  
Dra. María de Lourdes  
Adrien Delgado

Tercer miembro:

  
Mag. Pablo Bobadilla

Cuarto miembro (Co-tutor):

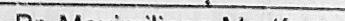
  
Dra. Rosana Klaus

Fecha:

18 de diciembre de 2020

Autores:

  
Br. Rodrigo Lynch

  
Br. Maximiliano Martínez



## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestra tutora Dra. Lourdes Adrien por permitirnos finalizar esta etapa formando parte de este proyecto, brindando siempre su apoyo y confianza.

A todo el equipo humano de la EEMAC que nos acompañó en el día a día durante todo el trabajo de campo.

Al grupo de docentes de Facultad de Veterinaria que pasaron por nuestra carrera, cada uno ha dejado enseñanzas que nos fue formando a nivel académico.

A nuestra familia, novias y amigos por su apoyo incondicional a lo largo de toda nuestra carrera.

## TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
TABLA DE CONTENIDO	4
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	5
1. RESUMEN	7
2. SUMMARY	8
3. INTRODUCCIÓN	9
4. REVISION BIBLIOGRAFICA	10
4.1 Sector lechero	10
4.2 Sistemas de ambiente controlado	11
4.2.1 Sistema de confinamiento a cielo abierto	12
4.2.2 Sistema de estabulación con cama caliente	12
4.3 Vaca lechera en lactancia temprana	13
4.4 Mastitis	14
4.4.1 Score de suciedad de ubre	16
5. HIPÓTESIS	17
6. OBJETIVOS	17
6.1 Objetivo general	17
6.2 Objetivos específicos	17
7. MATERIALES Y MÉTODOS	18
7.1 Lugar físico de desarrollo del presente estudio	18
7.2 Animales	18
7.3 Diseño experimental y tratamientos	18
7.4 Instalaciones y rutina Alimentación	20
7.5 Alimentación	21
7.6 Mediciones	21
7.6.1 Producción y composición de leche	21
7.6.2 Infecciones intramamarias	22
7.6.3 Mastitis clínicas	22
7.6.4 Estado corporal	22
7.6.5 Suciedad de ubre	22
7.6.6 Temperatura y humedad de la cama	22
7.6.7 Precipitaciones	22
7.6.8 Análisis estadístico	22
8. RESULTADOS	24
8.1 Producción y composición de la leche	24
8.2 Estado corporal	26
8.3 Incidencia de mastitis clínica acumulada	27
8.4 Probabilidad de infección intramamaria mensual	28
8.5 Suciedad de ubre	29
8.6 Parámetros de la cama caliente	30
8.7 Precipitaciones	31
9. DISCUSIÓN	32
10. CONCLUSIONES	35
11. BIBLIOGRAFIA	36

## LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

	Página
Tabla 1. Componentes de la DTM suministrada a ambos tratamientos durante los primeros 90 días posparto	20
Tabla 2. Composición química de la DTM suministrada a ambos tratamientos durante los primeros 90 días posparto	20
Tabla 3. Composición de la leche (% grasa, % proteína y % lactosa) para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM durante los primeros 90 días posparto	23
Tabla 4. Precipitaciones anuales registradas en la EEMAC.	30
Tabla 5. Resumen de los efectos fijos analizados durante los 90 días de estudio	30
Figura 1. Evolución del número de remitentes y volumen de leche medio diario, por remitente. Periodo 1987-2018. Fuente MGAP-DIEA 2019	9
Figura 2. Score de suciedad de ubre. Ruegg (2006)	15
Figura 3. Instalaciones utilizadas para el tratamiento ACA-DPM	18
Figura 4. Instalaciones utilizadas para el tratamiento BCA-DPM	19
Figura 5. Producción de leche (L/vaca/día) para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM	23
Figura 6. Producción de grasa en leche (% de grasa/L de leche) para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM	24
Figura 7. Concentración de proteína en leche (%) para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM en los primeros 90 días posparto	25
Figura 8. Concentración de la lactosa en leche (%) para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM en los primeros 90 días posparto	25
Figura 9. Estado corporal (1= flaca – 5 =gorda) para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM	26
Figura 10. Aislamientos bacterianos (n - %) de casos de mastitis clínica para vacas del tratamiento ACA-DPM (A) y BCA-DPM (B)	27
Figura 11. Probabilidad de infección intramamaria (Vacas RCS >200.000 cél/mL de leche) mensual para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM	27
Figura 12. Escore de recuento de células somáticas para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM	28
Figura 13. Grado de suciedad de la ubre para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM por mes	28
Figura 14. Distribución de vacas con la ubre sucia y limpia a lo largo del experimento para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM.	29
Figura 15. Temperatura y humedad promedio por día de evaluación de la cama caliente del tratamiento ACA-DPM.	29

## 1. RESUMEN

El objetivo de este experimento fue evaluar el efecto sistema de alojamiento sobre la producción, la composición de la leche, el estado corporal, la salud de la glándula mamaria y la suciedad de la ubre de vacas lecheras Holando (n=32), multíparas y primíparas durante los primeros 90 días de lactancia. El trabajo de campo se llevó a cabo en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC), Facultad de Agronomía, UDELAR. El diseño experimental fue el de bloques completamente al azar que fueron asignados a cada tratamiento. Cada tratamiento contó con 16 vacas, separados en 4 corrales. Los tratamientos fueron ACA-DPM (ración parcial mezclada en encierro en sistema de cama caliente + pastoreo) y BCA-DPM (ración parcial mezclada en encierro a cielo abierto + pastoreo). El sistema con cama caliente constaba de corrales con agua *ad libitum*, cama de compost, ventilación y aspersion, mientras que el sistema a cielo abierto era sobre piso de tierra, sombra y agua *ad libitum*. La plataforma de pastoreo estaba compuesta por praderas de Alfalfa (*Medicago sativa*) y Dactylis (*Dactylis glomerata*) y verdeos de *Avena sativa*. El pastoreo se realizó en franjas semanales. No hubo diferencias significativas en la producción de leche entre ACA-DPM y BCA-DPM (34,6 vs 33,6 L/d respectivamente,  $p=0,19$ ). Las concentraciones de grasa y lactosa no presentaron diferencias entre tratamientos ( $p=0,26$  y  $p=0,44$ , respectivamente), pero la proteína mostró diferencias significativas comparando ACA-DPM y BCA-DPM (3,18 vs 3,32 % respectivamente,  $p= 0,013$ ). El estado corporal no fue significativamente diferente entre los tratamientos. La incidencia de mastitis clínica acumulada (primer caso) en los 90 días de estudio no tuvo diferencias significativas entre ambos tratamientos. Para el tratamiento ACA-DPM el resultado obtenido fue de 25 % de vacas con mastitis mientras que el tratamiento BCA-DPM fue de 19 %. El tratamiento no afectó el score del recuento de células somáticas de la leche durante el estudio ( $p=0,79$ ), ni la incidencia de infecciones intramamarias ( $p= 0,93$ ). En cuando al score de suciedad hubo efecto del tratamiento ( $p=0,0005$ ) y del mes ( $p=0,0019$ ). El tratamiento afectó la proporción de vacas sucias y limpias ( $p<0,0001$ ), siendo el tratamiento BCA-DPM el que tuvo mayor cantidad de vacas sucias con respecto al tratamiento ACA-DPM. La media de vacas sucias para BCA-DPM fue de  $74\pm 6\%$  y  $29\pm 6\%$  para el tratamiento ACA-DPM. En base a estos resultados se concluye que el sistema de alojamiento si bien no afectó la salud mamaria, ni los parámetros productivos en mayor grado, determinó mayor suciedad en las vacas del sistema a cielo abierto (BCA-DPM) comparado con el sistema en mejores condiciones (ACA-DPM) lo que puede determinar menor bienestar animal en ese grupo.

**Palabras clave:** Mastitis; RCS; Suciedad de ubre; Sistemas mixtos; Cama caliente.

## 2. SUMMARY

The objective of this experiment was to evaluate the effect of the housing system on the production, the composition of the milk, the body condition score, the health of the mammary gland and the dirtiness of the udder of dairy Holstein cows, multiparous and primiparous, during the first 90 days of lactation. The work was carried out at the Experimental Station “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC), Facultad de Agronomía, UDELAR. The experimental design was completely randomized blocks that were assigned to each treatment. Each treatment had 16 cows, separated into 4 pens. The treatments were ACA-DPM (partial ration mixed in compost barn system + grazing) and BCA-DPM (partial ration mixed in open lot system + grazing). The compost barn system consisted of pens with *ad libitum* water, compost bed, ventilation, and sprinkling, while the open lot system consisted of dirt floors, shade, and *ad libitum* water. The grazing platform consisted of Alfalfa (*Medicago sativa*) and Dactylis (*Dactylis glomerata*) and *Avena sativa*. Grazing was carried out in weekly strips. There were no significant differences in milk production between ACA-DPM and BCA-DPM (34.6 vs 33.6 L/d respectively,  $p = 0.19$ ). Fat and lactose concentrations did not show differences between treatments ( $p = 0.26$  and  $p = 0.44$ , respectively), but the protein showed significant differences comparing ACA-DPM and BCA-DPM (3.18 vs 3.32% respectively,  $p = 0.013$ ). Body condition score was not significantly different between treatments. The incidence of accumulated clinical mastitis (first case) in the 90 days of study did not have significant differences between both treatments. For the ACA-DPM treatment the result obtained was 25% of cows with mastitis while the BCA-DPM treatment was 19%. Treatment did not affect the milk somatic cell count score during the study ( $p = 0.79$ ), nor the incidence of intramammary infections ( $p = 0.93$ ). Regarding the udder dirt score, there was an effect of the treatment ( $p = 0.0005$ ) and the month ( $p = 0.0019$ ). The treatment affected the proportion of dirty and clean cows ( $p < 0.0001$ ), with the BCA-DPM treatment having the highest number of dirty cows with respect to the ACA-DPM treatment. Mean dirty cows for BCA-DPM was  $74 \pm 6\%$  and  $29 \pm 6\%$  for ACA-DPM treatment. Based on these results, it is concluded that the housing system, although it did not affect the mammary health, nor the productive parameters to a greater degree, determined greater udder dirt in the cows of the open lot system (BCA-DPM) compared to the system in better conditions (ACA-DPM), that indicate the lower animal welfare in BCA-DPM group.

**Keywords:** Mastitis; SCS; Udder hygiene score; Mixed systems; Compost barn.

### 3. INTRODUCCIÓN

En Uruguay, el sector lechero, con tan solo un 5 % del territorio es el sector agropecuario de mayor ingreso de exportaciones por hectárea (MGAP. DIEA, 2019). Desde 2010/2011 hubo un descenso de un 11% de la superficie total de los tambos y junto a esto, el número de predios lecheros ha seguido este comportamiento, siendo los predios que contaban con menos de 50 has los que más han disminuido (20%) desde el ejercicio 2010/2011-2017/2018 (MGAP - DIEA, 2019).

Si se analiza la producción de leche en este mismo periodo, esta ha aumentado un 5,6 %, produciéndose actualmente 2200 millones de litros de leche, de los cuales 90% son procesados por la industria local. Esto es posible gracias a una mayor producción individual, la cual aumentó un 15,4 % en el mismo periodo (DIEA, 2019).

Dentro del rodeo lechero del Uruguay, la vaca en ordeño en el periodo comprendido entre 2001-2018 aumentó en un 17,7 %. Esto sumado al aumento de producción individual antes mencionado, pero con un descenso en el número de hectáreas explotadas por la lechería llevó a una intensificación de los sistemas lecheros, apuntando a una mejor utilización de los recursos (DIEA, 2019).

Esto indica que ha habido un incremento en la carga animal de los sistemas que obliga a los productores a aumentar el suministro de concentrados y reservas para soportar esas cargas. Según el trabajo de Fariña y Chilibroste (2019), la alimentación se basa en un 55% de forraje pastoreado, 19% de cultivos cosechados mecánicamente y suministrados a las vacas y 26% de concentrados. Este incremento en el uso de las reservas y concentrados plantea el desafío de contar con infraestructura necesaria para realizar esos encierros parciales para la suplementación.

Esto ha dado lugar a que tanto los veterinarios como los actores del sector industrial desarrollen sistemas de manejo y alojamiento de los animales, con el fin de reducir los factores estresantes mejorando así el bienestar de los animales para así alcanzar altas metas productivas (Radostits y col., 2002).

Es en este sentido que esta tesis tuvo como objetivo estudiar dos sistemas de alojamiento, dónde las vacas descansan y comen el suplemento, y estudiar como los mismos afectaban la producción y composición de la leche, la evolución del estado corporal, la salud mamaria y la suciedad de la ubre de las vacas hasta los 90 días posparto.

## 4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 Sector lechero

En Uruguay, el sector lechero ocupa un 5% del territorio, siendo el sector agropecuario de mayor ingreso de exportaciones por hectárea (MGAP-DIEA, 2019).

Entre el año 2010 al 2018, la producción de leche se enfrentó a una disminución en la superficie explotada por el rubro, la cantidad de tambos y el número de animales lecheros. Sin embargo, la producción de leche, en estos años tuvo un aumento de un 5,6 %, explicándose esto por una mayor intensificación de los sistemas, con una mayor producción de leche individual (DIEA, 2019). Además, ha habido una reducción sostenida en el número de remitentes a industria, pero que se ha acompañado con un incremento sostenido de los litros de leche remitidos (Fig. 1).

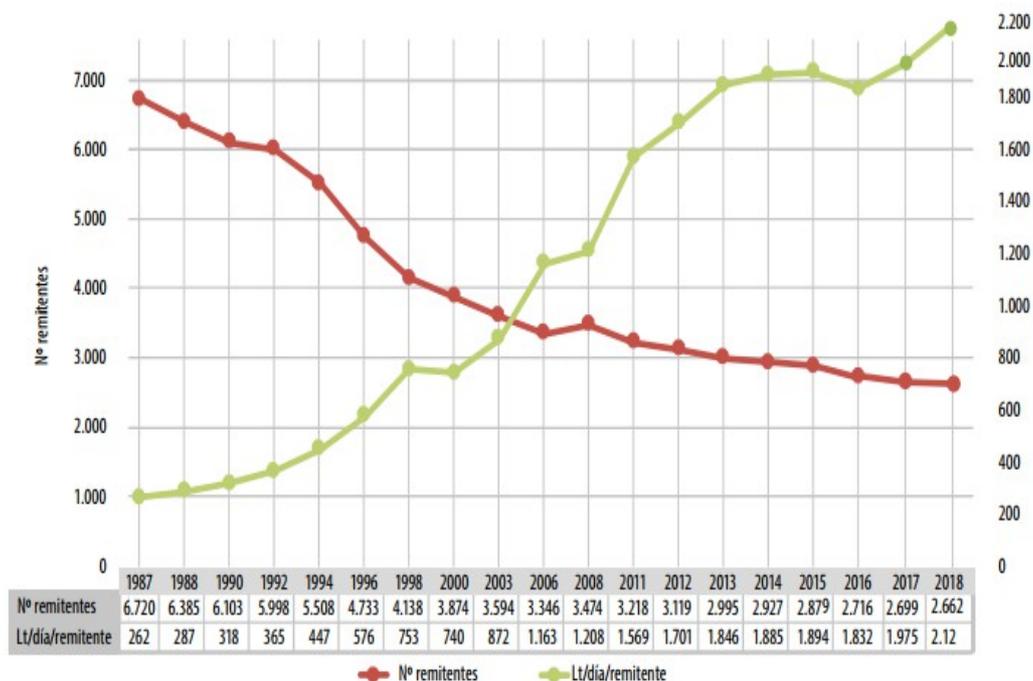


Figura 1. Evolución del número de remitentes y volumen de leche medio diario, por remitente. Periodo 1987-2018. Fuente MGAP-DIEA 2019.

Un 30 % de la leche industrializada es destinada para consumo interno mientras que el 70 % es exportada a más de 60 mercados, ubicándose la leche en polvo y el queso como los productos más relevantes. Debido a esto último el incentivo de la industria con bonificaciones basado en la cantidad de sólidos de la leche cobra mucha importancia en el precio de la leche (INALE 2019).

En Uruguay se lleva adelante un proyecto de caracterización del sector lechero, desde el año 2010 hasta la fecha, denominado Proyecto de Producción Competitiva (PPC), desarrollado por CONAPROLE. Según los datos del relevamiento de 257 predios que se encontraban en el proyecto entre los años 2013-2017 el 65 % de los partos ocurría entre marzo y septiembre de cada año. La alimentación se basaba en un 55% de forraje pastoreado, 19% de cultivos cosechados mecánicamente y suministrados a las vacas y 26% de concentrados. El 75% de la dieta era forraje de propia producción y solamente el 25% fue forraje comprado. Además, de los relevamientos realizados por el PPC se obtuvo que el sistema de alimentación dominante fue el suministro en forma separada

de los concentrados y las reservas de forraje. El concentrado se suministraba principalmente dentro de la sala de ordeño en un 83-85% de los tambos, mientras que un 13 a 15% lo suministraban sobre comederos lineales en piso firme. Para el suministro de reservas, el sistema predominante es el comedero a campo (40-45%) y en menor proporción la pista de alimentación de hormigón (22-26%) (Fariña y Chilibroste 2019).

En el trabajo de Fariña y Chilibroste (2019) se compararon indicadores físicos y económicos de los sistemas agrícolas de 2013 a 2017 con los indicadores de Nueva Zelanda, Australia, Estados Unidos y Holanda, en estos últimos países se obtuvo una productividad promedio superior a 10000 L de leche corregida por energía (ECM) por hectárea, mientras que en nuestro país y en países de la región se obtuvieron valores promedio por debajo de 7000 L de leche ECM / ha. La menor productividad en nuestro país y los de la región según este trabajo es explicada principalmente por su baja carga, que van de 0,7 a 1,2 vacas/ha y no tanto por la producción por vaca, que es similar a la de los países de Oceanía.

La diferencia en el consumo de forraje es probablemente la causa por la cual difieren estos países en cuanto a la producción de leche/ha y no por los niveles de alimentación comprada o por la eficiencia de conversión del alimento en leche (Chilibroste y Chilibroste 2019).

Cuando el aumento de la carga ganadera nos lleva a un mayor consumo de pasto por hectárea, se puede lograr una mejora en la rentabilidad (Baudracco et al., 2010). Las bajas cargas utilizadas en Uruguay (0,72 vacas/ha para los sistemas típicos según el IFCN y 0,8 vacas/ha para la base de datos nacional (DIEA, 2017) significa que existe la capacidad de duplicar la carga actual y a su vez, mejorar la productividad de las pasturas antes de comprometer la rentabilidad (Fariña y Chilibroste 2019).

#### **4.2 Sistemas de ambiente controlado**

El Uruguay al tener un sector lechero que se basa en la alimentación a base de forraje, sus animales están expuestos a las diferentes condiciones climáticas. Esto sumado a la intensificación de la producción láctea contribuye a aumentar la aparición de rengerías, problemas reproductivos y mastitis, deteriorando el bienestar de los animales y pudiendo ocasionar grandes pérdidas económicas al verse disminuida la producción y la calidad de la leche (Huertas et al., 2013).

Según Saravia (2011) para la producción son determinantes factores como temperatura y humedad, llegando a registrarse mermas productivas de hasta 18,5%.

En este contexto, el estrés térmico y las largas distancias que recorren los animales para ir al ordeño son cuestiones relevantes relacionadas con el bienestar animal. Investigaciones sobre sistemas lecheros pastoriles en Nueva Zelanda (Kendall et al., 2007) y más recientemente en Uruguay (Román et al., 2019) ha demostrado el impacto de acceso a la sombra en la producción de leche al reducir el estrés por calor.

En las condiciones de producción de nuestro país una estrategia a tener en cuenta para reducir el efecto del estrés calórico es la modificación del ambiente, de manera simple, con el uso de sombras naturales o artificiales,

además del uso de aspersión y ventilación (La Manna et al, 2014).

Mantener en buen estado los caminos y áreas de pasaje es uno de los problemas en nuestros sistemas pastoriles, así como los largos períodos que las vacas permanecen sobre el cemento de la sala de espera y las largas distancias que recorren para comer; esto representa un gran potencial traumático para el aparato locomotor y bienestar animal (Meikle et al, 2013).

#### **4.2.1 Sistemas de confinamiento a cielo abierto**

En nuestro país este sistema aporta un aumento de confort a los animales con una baja inversión tanto en materiales como en mano de obra. Consta de corrales abiertos de superficie de 50-70 m<sup>2</sup>/vaca, donde cabe destacar la importancia de que el piso haya sido bien compactado, además de contar con una pendiente de un 2-4 %. Generalmente, dentro de cada corral, se construye sombra para los animales, que pueden ser móviles o fijas (Frossasco et al, 2015).

Según Aguerre et al. (2018) en un relevamiento realizado en 28 tambos comerciales de nuestro país se constató que el tipo de infraestructura utilizada en cuanto a alimentación y ambiente, son variadas. Con respecto al material frente a los comederos, un 43 % es de hormigón, 35 % de tierra y un 22 % de tosca, teniendo como problema estos dos últimos la formación de barro alrededor del comedero en los días de lluvia. En cuanto a los comederos un 59 % son de cemento, un 15 % da el alimento en el suelo, y el resto cuenta con comederos de otro material como plástico, madera, nylon, cubiertas, etc.

Para Frossasco et al., (2015) las ventajas que tiene este sistema es una baja inversión inicial con menor costo de mantenimiento comparado con otros tipos de confinamiento. El sistema es flexible, pudiendo combinarse con un sistema pastoril con suplementación o pastoreo por hora. Como debilidad en estos sistemas en épocas de mayores precipitaciones se complica el manejo de los corrales, llevando muchas veces a problemas sanitarios, tanto de salud de ubre como podales debido a la acumulación de barro. Además, en épocas estivales es difícil mitigar el calor utilizando solamente media sombra.

#### **4.2.2 Sistema de estabulación con cama caliente**

El sistema de cama caliente es una alternativa que permite incrementar la productividad de los animales por medio del aumento del bienestar animal, así como también brinda una solución frente a los problemas de manejo de efluentes, evitando posibles riesgos de contaminación (Frossasco et al., 2015).

El compost barn es un sistema de alojamiento donde los animales se encuentran sueltos en bretes sin las particiones que se encuentran en sistemas de *freestall*. En estos, las áreas de descanso y ejercicio de las vacas están juntas mientras que las separa del comedero un callejón de hormigón (Barberg et al., 2007a; Shane et al., 2010).

El material usado para la cama es en general viruta de madera, aserrín seco y/o cascará de arroz; la cual será removida dos veces al día para darle oxígeno e incorporar la materia fecal (Barberg et al., 2007). Este proceso promueve la

actividad microbiológica del *compost barn* además de proporcionar una superficie fresca y seca para el ganado poder recostarse (Shane et al., 2010).

El espacio recomendado por vaca para este tipo de sistema varía en 7,4 a 12,5 m<sup>2</sup>/vaca (Janni et al., 2007; Galama, 2011). Para un compostaje efectivo el material de la cama deberá mantenerse a una temperatura y humedad adecuada. La temperatura interna recomendada para camas con profundidades de 15–31 cm varía de 43,3 a 65° C y la humedad óptima varía entre el 40 al 60% (Janni et al., 2006; Bewley et al., 2013).

Aunque en otros países el sistema de *compost barn* se ha utilizado principalmente con el objetivo de mejorar el bienestar de las vacas lecheras (Barberg et al., 2007a; Klaas et al., 2010), en Italia en sus inicios se desarrolló para reducir el riesgo de mastitis. Los productores italianos pronto vieron las ventajas del sistema *compost barn* términos de salud de la ubre (Vighi et al., 2009).

La intensificación en el manejo de los sistemas lecheros resulta en una mayor exposición a una mayor variedad de patógenos potenciales de mastitis. El manejo de la cama, el tipo de material de la misma, el diseño de los establos y la densidad de animales pueden tener impactos importantes en la exposición a patógenos potenciales de mastitis (Ruegg 2019).

Los altos niveles de higiene en materia de ordeño y la gestión adecuada de la cama son esenciales para lograr una alta calidad de leche en este tipo de sistema de (Barberg et al., 2007b; Janni et al., 2007; Black et al., 2013).

### **4.3 Vaca lechera en lactancia temprana**

La transición de un animal gestante no lactante, al no preñado lactante es una etapa crítica ya que el animal tiene que adaptar todo su metabolismo rápidamente durante las primeras semanas post parto debido a las altas exigencias productivas (Drackley, 1999).

El consumo de materia seca (MS) unas semanas antes del parto empieza a disminuir promoviendo esto un balance energético negativo (BEN) (Grummer, 1995). La pérdida de estado corporal (EC) en la lactancia temprana ocurre debido a que los requerimientos de energía para mantener la alta producción son superados por los ingeridos (Chilliard, 1999). Las vacas lecheras pierden más del 60% de su grasa corporal durante la lactación temprana (Tamminga et al., 1997).

La evaluación del EC es un método subjetivo que tiene como objetivo cuantificar el estado de delgadez o gordura de un animal vivo (Edmonson et al., 1989). El EC es una herramienta sencilla, rápida y económica basada en la observación o palpación de diferentes partes de la anatomía del animal (Morales et al., 2013). Teniendo en cuenta las pérdidas de EC que se dan en la lactancia temprana se ha propuesto el EC óptimo antes del parto sería 3 a 3,5 en una escala de 1 a 5 (Morales et al., 2013). En general el EC tiene un comportamiento inverso a la curva de lactancia, disminuyendo en la primera parte de esta, y aumentando hacia el final de esta. Se recomienda que el animal no pierda más de 1 punto de EC en el postparto ni más de 0,5 puntos en el periodo seco (Morales et al., 2013).

En Uruguay, con sistemas de producción de leche con base pastoril, en general las vacas no logran cosechar suficiente MS para sostener las altas producciones de leche que genéticamente deberían alcanzar (Kolver y Müller, 1998; Chilbroste et al., 2010). En estos sistemas pastoriles además del BEN se suman los requerimientos de energía para cubrir las cuatro caminatas desde el potrero a la sala de ordeño. Esto da lugar a cuestionarse si el sistema productivo y la alimentación en particular en este período limitan o promueven la expresión del potencial genético animal (Meikle et al., 2010). Investigaciones nacionales demuestran que las curvas de lactancia sugieren que los animales no logran expresar su potencial productivo, seguramente en respuesta al desacople entre requerimientos-oferta de nutrientes y ambiente productivo (Chilbroste et al., 2012a).

El número de partos (primíparas vs secundíparas vs multíparas) fue un factor que en varios trabajos demostró tener incidencia en la pérdida de EC. Vacas primíparas tuvieron una pérdida más abrupta del EC con mayor desequilibrio en los perfiles metabólicos y endocrinos (Meikle et al., 2006; Cavestany et al., 2005; Adrien, 2010). Morales et al. (2013) también demostraron que las vacas primíparas tienen menor EC que las multíparas luego del parto, pero que estas se recuperaron más rápido. Por otra parte, Pereira et al. (2010) encontraron que las vacas de segundo parto presentan un EC y un ambiente metabólico más desfavorable. Esto puede deberse a que las necesidades son mayores, ya que además de la lactación son animales jóvenes que están creciendo y tienen una menor capacidad de ingesta (Remond et al., 1991).

El sistema de producción también influirá en las pérdidas de EC, ya que en los sistemas estabulados con 100 % de ración, los animales presentan menor pérdida de EC que en los sistemas pastoriles (Morales et al., 2013)

#### **4.4 Mastitis**

La mastitis es la reacción inflamatoria del parénquima mamario que puede ser ocasionada por microorganismos patógenos, lesiones traumáticas, disturbios secretorios de origen metabólico-nutricional, situaciones de estrés, cambios fisiológicos asociados con una terminación temprana de la lactancia y, menos frecuente, por alergia y neoplasmas (Philpot y Nickerson, 1993).

Como se está hablando de un proceso inflamatorio, el recuento de células somáticas (RCS) <sup>alto</sup> se explica por la migración de leucocitos polimorfonucleares al tejido mamario, y por ende a su producto de secreción (Harmon, 2001).

A grandes rasgos, la mastitis se puede clasificar según su forma de presentación en clínicas y subclínicas. La mastitis clínica se caracteriza por tumefacción, dolor y enrojecimiento de la ubre. La leche presenta una apariencia anormal y, en algunos casos, hay aumento de la temperatura rectal, letargo, anorexia e incluso la muerte. Además, las bacterias están presentes en la leche, el rendimiento es muy reducido, y su contenido está alterado considerablemente (Harmon, 1994; Radostits et al., 2002).

La mastitis subclínica es aquella en la cual no existen cambios externos visibles que manifiesten la condición patológica en el animal. Evoluciona sin signos inflamatorios externos. Los signos más importantes son el aumento del contenido celular de la leche y

la presencia de los microorganismos causales en la ubre (Blowey y Edmonson, 1995). Debido a estas circunstancias, el diagnóstico de este tipo de mastitis depende de pruebas como el “California Mastitis Test” (CMT), que permite identificar el grado de infección subclínica (Radostits et al., 2002).

Los niveles elevados de RCS producen una disminución en el volumen tanto de leche como de sólidos, e interfiere también en el almacenamiento de los productos ya que las células liberan enzimas que reducen la vida útil de los mismos (Philpot y Nickerson, 2000; Saran y Chaffer, 2000).

En Uruguay se estarían perdiendo 26 millones de dólares a causa de la mastitis y este impacto económico se atribuye principalmente a mastitis subclínica, ya que pasa desapercibida por los productores y asistentes técnicos (Giannechini, 2002). En la región litoral Oeste del Uruguay, según Giannechini (2002), la tasa de incidencia de mastitis clínica fue de 1,2 casos cada 100 vacas/mes en situación de riesgo, teniendo una incidencia anual estimada en 14,4 casos por 100 vacas-año en situación de riesgo.

Los microorganismos que causan mastitis se diferencian en varios grupos, estos pueden ser, contagiosos, ambientales u oportunistas (Blowey & Edmonson, 1995), pero también se clasifican en mayores o menores (Hassan, 2009). Los patógenos que se clasifican dentro del grupo de mayores tienen en general una respuesta celular más alta (células/mL de leche) que los patógenos menores y son frecuentemente causa de mastitis clínica (Bodoh et al., 1976; Harmon, 1994).

Más del 80% de las infecciones son causadas por patógenos mayores como *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae* y *Streptococcus uberis*, aunque también los coliformes, pseudomonas y muchos otros tipos de microorganismos pueden causar serios problemas en el rodeo (Bramley et al., 1987)

Según Goldberg et al., (1992), el índice y prevalencia de infecciones intramamarias por patógenos que se clasifican dentro del grupo de ambientales son más elevados en vacas estabuladas que en vacas a pastoreo, debido a que los sistemas de base pastoril minimizan la contaminación bacteriana de la ubre y la población de patógenos medioambientales sobre el esfínter del pezón.

En los rodeos lecheros estabulados las infecciones medioambientales y las mastitis clínicas aumentan durante los meses de verano (Hogan et al., 1989), mientras que en sistemas de base pastoriles se incrementan las infecciones durante la estación de lluvias (Smith & Hogan, 1995).

#### **4.4.1 Score de suciedad de ubre**

Es un método que fue creado para poder establecer de manera estandarizada una medición, en cuanto a la suciedad que se acumula tanto en los miembros de los animales como en la ubre y pezones (Hughes et al., 2001; Fig. 2). Además, en lechería es usado como indicador del bienestar de la vaca y está asociado a la aparición de mastitis (Ward et al., 2002).

El barro es una de las causas que afecta el pezón y la ubre removiendo la capa de ácidos grasos que protege la piel llevando a que esta se agriete y se seque produciendo una disminución de la elasticidad de la misma (Artegoitia, 2005). Las lesiones producidas generan malestar, incomodidad y dolor durante el ordeño, por lo

que afectan el bienestar animal (Radostits et al., 2002).

La suciedad presente en la ubre afecta la tanto el tipo como la cantidad de bacterias presentes en la superficie de las tetas resultando así en una mayor exposición a patógenos causantes de mastitis y un aumento en la incidencia de esta (Schreiner y Ruegg, 2003). Barkema et al. (1999), encontraron mayor recuento celular en leche de tanque en rodeos en los cuales la ubre se encontraba sucia al ser ordeñada.

El mantenimiento saludable del animal, de la piel y punta del pezón y de su higiene es una parte clave de cualquier programa efectivo de control de mastitis (Saran y Chaffer, 2000).



1-866-TOP-MILK

**UDDER HYGIENE SCORING CHART**

Score udder hygiene on a scale of 1 to 4 using the criteria below.  
Place an X in the appropriate box of the table below the pictures.  
Count the number of marked boxes under each picture.

DATE: \_\_\_\_\_  
FARM: \_\_\_\_\_  
GROUP: \_\_\_\_\_

**SCORE 1**  
Free of dirt

**SCORE 2**  
Slightly dirty  
2 - 10% OF SURFACE AREA

**SCORE 3**  
Moderately covered with dirt  
10 - 30% OF SURFACE AREA

**SCORE 4**  
Covered with caked on dirt  
>30% OF SURFACE AREA



6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55

Total Number of udder scores: \_\_\_\_\_

Number of udders **scored 1**: \_\_\_\_\_

Number of udders **scored 2**: \_\_\_\_\_

Number of udders **scored 3**: \_\_\_\_\_

Number of udders **scored 4**: \_\_\_\_\_

**Percent of Udders Scored 3 & 4:** \_\_\_\_\_

Udders scored 3 and 4 have increased risk of mastitis as compared to scores 1 & 2.

Copyright 2002 © Pamela L. Ruegg, all rights reserved. Chart developed with input from Dan Schreiner and Mike Maroney

Figura 2. Escore de suciedad de ubre. Fuente: Ruegg (2006).

## 5. HIPÓTESIS

El sistema de alojamiento en cama caliente o *compost barn*, mejora los indicadores de la salud mamaria y genera un mejor bienestar de los animales, evidenciado a través del balance energético, la producción de leche y la suciedad de la piel de la ubre.

## 6. OBJETIVOS

### 6.1 Objetivo General:

Estudiar el efecto sistema de alojamiento en vacas lecheras, con partos de marzo-abril, sobre la producción y composición de la leche, la evolución del estado corporal, la salud de la glándula mamaria y la suciedad de la ubre durante los primeros 90 días posparto.

### 6.2 Objetivo específico:

Estudiar el efecto del sistema de alojamiento en vacas lecheras sobre:

- La producción de leche y la composición de la leche (concentración de proteína, grasa, lactosa y RCS)
- La evolución del estado corporal
- La incidencia de mastitis clínica acumulada a los 90 días posparto
- La incidencia de vacas infectadas por mes (vacas con RCS > 200000 cél/mL).
- El grado de suciedad de la ubre.

## **7. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **7.1 Lugar físico de desarrollo del estudio**

El experimento se llevó a cabo en la Plataforma de Lechería de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República (Ruta 3, km 363, Paysandú). El trabajo de campo fue realizado desde el 27 de febrero hasta el 31 de junio de 2020.

Los análisis de composición química de leche (grasa, proteína, lactosa y RCS) fueron realizados en laboratorio COLAVECO de Nueva Helvecia.

### **7.2 Animales**

El número de animales que estuvieron bajo análisis en este experimento fue de 32 vacas de raza Holando de las cuales 24 eran multíparas y 8 primíparas con pariciones otoñales comprendidas entre el 27/02/2020 al 13/05/2020. El número de lactancia promedio fue de  $2,6 \pm 1,5$  con un peso vivo al parto de  $632 \pm 98$  kg.

Las vacas que ingresaron al estudio fueron secadas en la lactancia anterior sin infección crónica, es decir, podrían ser vacas con RCS > 200 mil, pero todas tratadas con pomos con antibiótico al secado, sin presentar eventos recurrentes y sin signos de fibrosis en la glándula mamaria.

El protocolo experimental fue aprobado por la Comisión de experimentación y uso de animales de la Facultad de Agronomía (CHEA ID 682 - Exp. 020300-000602-18).

### **7.3 Diseño experimental y tratamientos:**

El diseño experimental fue el de bloques completamente al azar que fueron asignados a cada tratamiento. Se seleccionaron 32 animales que fueron bloqueados según fecha prevista de parto, peso vivo preparto y número de lactancia. Una vez realizados los bloques, se distribuyeron al azar en dos tratamientos, con 16 vacas cada uno. Los tratamientos se realizaron desde el parto hasta los 90 días posparto. Ambos tratamientos combinaban el pastoreo y la suplementación en distintas condiciones de estabulación.

#### **Tratamiento ACA-DPM:**

Alimentación combinando pastoreo y suplementación en encierro en un galpón con un sistema de cama orgánica profunda (cama caliente o *compost barn*), ventilación y aspersion (Fig. 3).



Figura 3. Instalaciones utilizadas para el tratamiento ACA-DPM a la derecha de la imagen.

**Tratamiento BCA-DPM:**

Alimentación combinando pastoreo y suplementación en encierro en un sistema a cielo abierto, con área de sombra y descanso, así como bebederos (Fig. 4).

Durante los periodos de encierro, fueron alojadas en corrales de 4 vacas cada uno. En el pastoreo los animales de cada tratamiento pastoreo un área fija para cada uno.



Figura 4. Instalaciones utilizadas para el tratamiento BCA-DPM.

#### 7.4 Instalaciones y rutina

El ordeño se realizó dos veces por día (4:00 h y 15:00 h) en una sala de 8 órganos con disposición de espina de pescado. La sala de espera era a cielo abierto sobre piso de hormigón, sin sombra. El galpón donde se encerraron los animales del tratamiento ACA-DPM disponía de 16 corrales techados de 13 m<sup>2</sup> cada uno, distribuidos en 2 filas de 8. Este tratamiento se distribuyó en cuatro corrales, con 4 animales cada uno. Cada corral tenía un área de hormigón de 2 metros de ancho, donde los animales se posicionan para la alimentación. En esa misma zona tenían acceso al bebedero. Detrás de esta área, contaban con área de descanso con el sistema de cama caliente. Esta cama estaba compuesta de aserrín de madera, chip de madera, cáscara de pino y cáscara de arroz. Esta cama se mezclaba dos veces por días, mediante el pasaje de cincel. Para el manejo de las altas temperaturas se disponía de ventiladores y aspersores de agua automatizados según la temperatura del aire.

El tratamiento BCA-DPM disponía de corrales a cielo abierto de 480 m<sup>2</sup> cada uno, con cuatro animales por corral. Cada corral disponía de 6,5 m<sup>2</sup> de sombra por animal. Los comederos eran de hormigón y tenían acceso al agua en bebederos individuales.

La rutina de ordeño consistía en el ingreso de los animales a la sala de ordeño, eliminación de los primeros chorros de leche, colocación del pre-dipping (OxyCide-Pre®), luego de 60 segundos se retiraba el pre-dipping con toalla de papel. Luego se procedía al ordeño propiamente dicho. La máquina contaba con retirador automático de pezoneras. Luego del ordeño se colocaba el sellador post-ordeño (Luxsan X Sellador de barrera de 10000 ppm de iodo®).

## 7.5 Alimentación

Para ambos tratamientos se estimaron los requerimientos para una producción estimada de 35 litros, en base al NRC (NRC 2001). En base a eso, se asignó la proporción de pastura disponible en la plataforma de pastoreo y el faltante fue cubierto con la mezcla de concentrado y ensilajes (DPM). La relación forraje-concentrado durante el periodo experimental se presenta en la Tabla 1. La plataforma de pastoreo estuvo compuesta por praderas de Alfalfa (*Medicago sativa*) y Dactylis (*Dactylis glomerata*) y verdeos de Avena sativa. El pastoreo se realizó en franjas semanales.

Tabla 1. Componentes de la dieta total mezclada suministrada a ambos tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM durante los primeros 90 días posparto

Componentes	19/3 a 31/3	1/4 a 13/6	14/6 a 23/6
<b>Forraje</b>	<b>44%</b>	<b>39%</b>	<b>39%</b>
<b>Concentrado</b>	<b>56%</b>	<b>61%</b>	<b>61%</b>
Ensilaje de Maíz (%)	59	59	59
Ensilaje de raigrás (%)	21	21	20,5
Ensilaje de Alfalfa (%)	21	21	
Ensilaje de Festuca + Lotus (%)			20,5

Tabla 2. Composición química de la dieta parcial mezclada (DPM) suministrada en ambos tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM durante los primeros 90 días posparto

Componente	Proporción del DPM
Materia seca (%)	39,4 ± 5,2
Proteína cruda (%)	16,3 ± 1,6
Fibra detergente ácida (%)	16,1 ± 2,5
Fibra detergente neutra (%)	35,2 ± 3,3

A las 7:30 h, una vez finalizado el ordeño matutino, los animales de ambos tratamientos eran llevados a la pastura hasta las 14:30 h, cuando retornaban para el siguiente ordeño. La administración de la DPM se realizó con un mixer con balanza posterior al ordeño vespertino.

## 7.6 Mediciones

### 7.6.1 Producción y composición de leche

Se registró diariamente la producción de leche individual. Quincenalmente se realizó un muestreo de leche para conocer la concentración de grasa, proteína y lactosa. Las muestras fueron remitidas al Laboratorio COLAVECO de Nueva Helvecia. En cuanto a la grasa y proteína se realizó la medición mediante el método de absorción de radiación infrarroja cercana en leche fluida. Para el recuento de células somáticas también se realizó con leche fluida por el método de citometría de flujo.

### 7.6.2 Infecciones intramamarias

Para obtener estos resultados se muestrearon los animales para el control lechero donde se clasificaron como enfermos aquellos con un RCS  $\geq$  200.000

en el turno de la mañana. Estos datos fueron asociados al score de mastitis (Radostits et al. 2007)

Fórmula utilizada:

### **7.6.3 Mastitis clínica**

Diariamente, los tamberos durante la rutina de ordeño, previo al ordeño del animal realizan el despunte de los cuatro cuartos notificando sobre aquellos animales donde se detectaba alguna alteración en la secreción láctea (leche acuosa, cambios de color, grumos, etc.). De todos los animales que presentaban mastitis clínica se obtenían muestras de leche para realizar aislamiento bacteriano. Las muestras se extrajeron siguiendo el procedimiento establecido por Giannechini et al., (2002). Luego se almacenaron a -20 °C por un tiempo máximo de 30 días para el envío al laboratorio LDS Uruguay (Colonia cosmopolita). Se registraba la fecha, número de la vaca y cuarto afectado. Luego se determinó la incidencia acumulada de mastitis siguiendo las recomendaciones de Ruegg (2019).

### **7.6.4 Estado corporal**

Se utilizó para medir el estado corporal en la escala de 1-5 las cartillas de ELANCO®, que se basa en los trabajos de Wildman et al. (1982) y Ferguson et al. (1994). Se registró el estado corporal desde el parto (-21 días posparto) y luego del parto cada 15 días luego del ordeño matutino, siendo siempre el mismo observador.

### **7.6.5 Suciedad de ubre**

El grado de suciedad de la ubre fue evaluado de forma mensual y el día siguiente que ocurrieran precipitaciones mayores a 30 mm. Se utilizó la escala establecida por Schreiner & Ruegg (2002).

### **7.6.6 Temperatura y humedad de la cama**

Semanalmente se midió la temperatura y humedad de la cama utilizada por el tratamiento ACA-DPM. Las mediciones se realizaron entre 20 y 30 cm de profundidad.

### **7.6.7 Precipitaciones**

En cuanto a las precipitaciones en el presente estudio fueron registradas en la estación meteorológica de la EEMAC.

### **7.6.8 Análisis estadístico**

Se consideró a la vaca como unidad experimental. Las variables con medidas repetidas en el tiempo fueron analizadas con un modelo mixto que incluyó los efectos fijos de los tratamientos, semanas, interacción semana x tratamiento y bloque (Proc. MIXED). Las variables analizadas fueron producción de leche y composición (grasa, proteína y lactosa), infecciones intramamarias y estado corporal. Para evaluar la suciedad de la ubre, se consideró a la misma como una variable multinomial, utilizando el procedimiento GLIMMIX del SAS. Además, se analizó esta última variable en dos categorías, sucio y limpio y se analizó como una variable binomial utilizando el procedimiento GLIMMIX. La incidencia de mastitis clínica acumulada se analizó por el test exacto de Fisher del SAS. Se utilizó el software estadístico SAS (University Edition).

## 8. RESULTADOS

### 8.1 Producción y composición de la leche

La producción de leche en el periodo de estudio fue de  $34,6 \pm 0,55$  L para el tratamiento ACA-DPM y  $33,6 \pm 0,53$  L para el BCA-DPM. No hubo efecto del tratamiento ( $p=0.19$ ), pero si hubo efecto de la semana postparto ( $p < 0.0001$ ) sobre la producción de leche durante los 90 días postparto. Además, no hubo efecto de la interacción entre tratamiento y la semana postparto ( $p=0.87$ ).

En la Fig. 5 se presenta la evolución de la producción de leche de las vacas de los dos tratamientos.

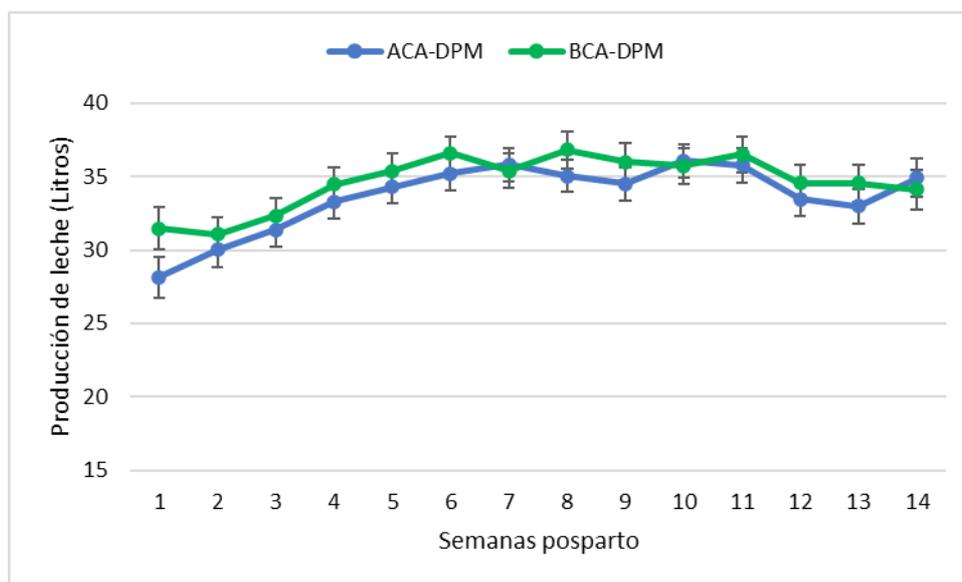


Figura 5. Producción de leche (L/vaca/día) para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM.

En cuanto a la composición de la leche, la media de grasa, proteína y lactosa durante los 90 días de estudio para ambos tratamientos se presentan en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Composición de la leche (% grasa, % proteína y % lactosa) para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM durante los primeros 90 días postparto

Parámetros en leche	ACA-DPM	BCA-DPM
Grasa (%)	$3,73 \pm 0,05a$	$3,64 \pm 0,05a$
Proteína (%)	$3,18 \pm 0,04b$	$3,33 \pm 0,04a$
Lactosa (%)	$4,97 \pm 0,02a$	$4,95 \pm 0,02a$

Letras distintas entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos.

No hubo efecto del tratamiento ( $p=0,26$ ), pero si hubo efecto del periodo ( $p < 0,0001$ ) sobre la concentración de la grasa de la leche en los primeros 90 días postparto. La concentración de grasa fue mayor en la semana 2 postparto con relación a las semanas 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14. No hubo tampoco, efecto de la interacción entre tratamiento y periodo ( $p=0,58$ ). No hubo efecto del bloque para la concentración de grasa.

En la Fig. 6 se presenta la evolución de la grasa de la leche de las vacas de los dos tratamientos.

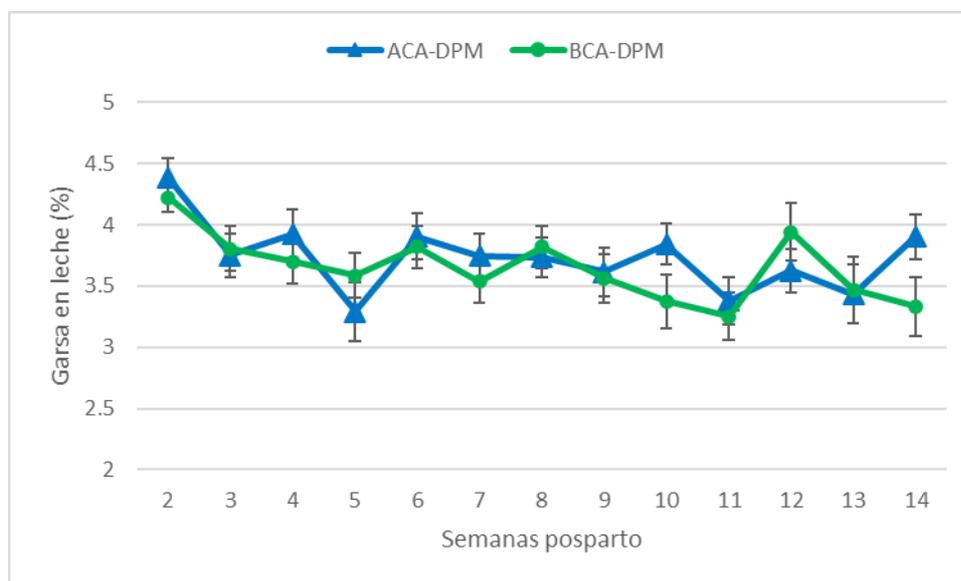


Figura 6. Producción de grasa en leche (% de grasa/L de leche) para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM.

Hubo diferencias significativas en la concentración de proteína de la leche en los 90 días postparto según tratamiento ( $p= 0,013$ ) y además hubo efectos del periodo ( $p < 0,0001$ ). La media para la concentración de proteína fue de  $3,18 \pm 0,04$  para el tratamiento Azul y de  $3,32 \pm 0,04$  para el tratamiento verde.

No hubo efecto de la interacción entre el tratamiento y el periodo ( $p= 0,64$ ) para la producción de proteína y tampoco hubo efecto del bloque ( $p= 0,24$ ). En la Fig. 7 se presenta la evolución de la proteína de la leche de las vacas de los dos tratamientos.

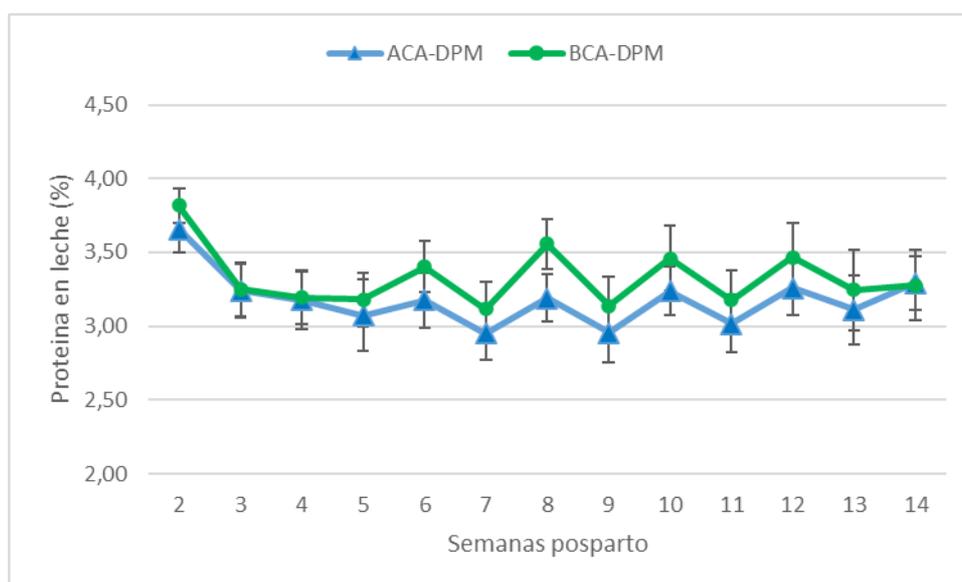


Figura 7. Concentración de proteína en leche (%) para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM en los primeros 90 días postparto.

No hubo efecto del tratamiento ( $p=0,44$ ), pero si hubo efecto del periodo ( $p < 0,0001$ ) sobre la concentración de la lactosa de la leche en los primeros 90 días posparto. No hubo efecto de la interacción entre el tratamiento y el periodo ( $p= 0,34$ ). Hubo efecto del bloque sobre la lactosa ( $p= 0,0014$ ).

En la Fig. 8 se presenta la evolución de la lactosa de la leche de las vacas de los dos tratamientos.

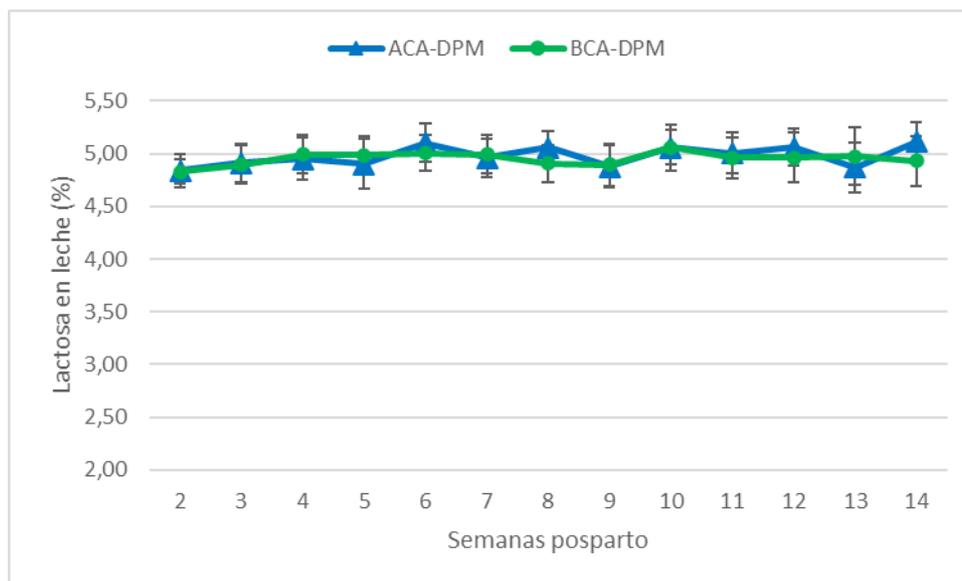


Figura 8. Concentración de la lactosa en leche (%) para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM en los primeros 90 días posparto.

## 8.2 Estado corporal

No hubo efecto del tratamiento ( $p=0,67$ ), pero si hubo efecto del periodo ( $p < 0,0001$ ) sobre el estado corporal de los animales en los primeros 90 días posparto. El estado corporal, fue mayor previo al parto, para luego descender a las 2 semanas, y seguir esta tendencia en las semanas 3, 4, 5 y 6.

Tampoco hubo efecto de la interacción entre tratamiento y periodo ( $p=0,92$ ).

Hubo efecto del bloque ( $p= 0,009$ ) y del EC previo al parto ( $p=0,016$ ).

En la Fig. 9 se presenta la evolución del estado corporal de las vacas de ambos tratamientos durante los 90 días de estudio.

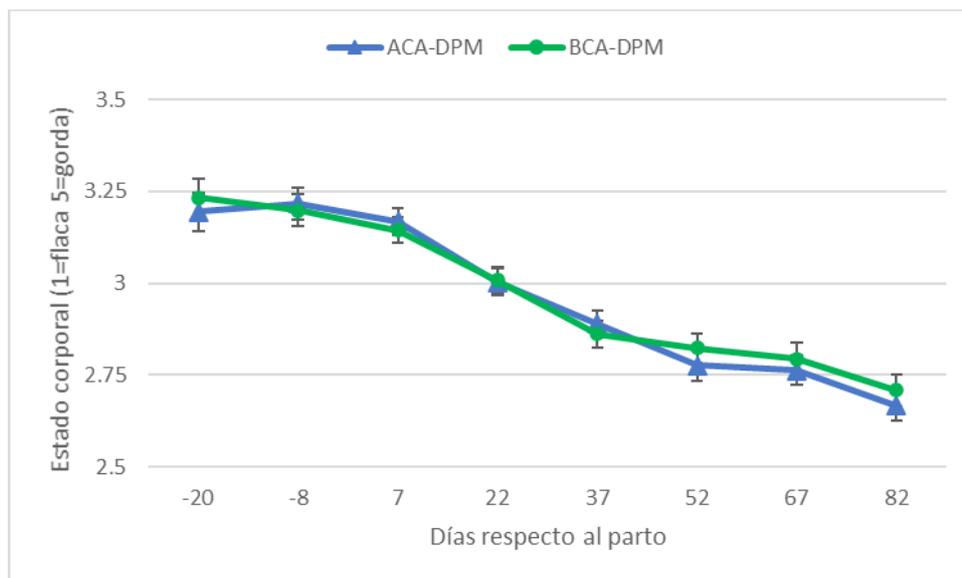


Figura 9. Estado corporal (1= flaca – 5 =gorda) para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM.

### 8.3 Incidencia de mastitis clínica acumulada

La incidencia de mastitis clínica acumulada (primer caso) en los 90 días de estudio no tuvo diferencias significativas entre ambos tratamientos. En el tratamiento ACA-DPM el resultado obtenido fue de 25 % de animales enfermos mientras que el tratamiento BCA-DPM fue de 19 %.

El riesgo relativo de que ocurra el evento fue de 0,69 con un nivel de confianza del 95 % (0,12-3,75).

En la Fig. 10 se presentan los resultados de los cultivos bacterianos realizados de los casos de mastitis clínica de las vacas de ambos tratamientos.

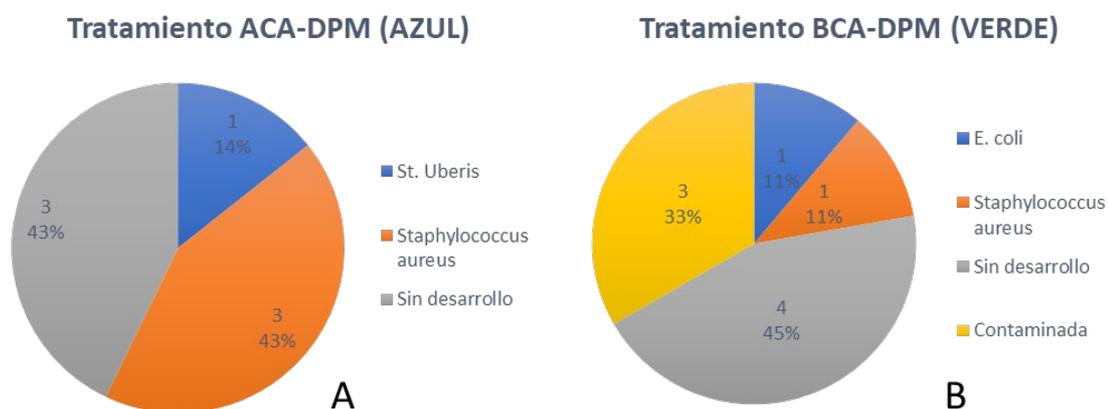


Figura 10. Aislamientos bacterianos (n - %) de casos de mastitis clínica para vacas del tratamiento ACA-DPM (A) y BCA-DPM (B).

### 8.4 Probabilidad de infección intramamaria mensual

El tratamiento no afectó la incidencia de infecciones intramamarias ( $p= 0,93$ ). El tratamiento ACA-DPM y tratamiento BCA-DPM tuvieron en media de  $18 \pm 6 \%$  y  $19 \pm$

7 % probabilidad de infección, respectivamente. Tampoco hubo efecto del mes ( $p=0,70$ ), ni de la interacción entre tratamiento\*mes ( $p=0,63$ ).

En la Fig. 11 se presenta la probabilidad de infección (vacas sanas vs vacas enfermas) para cada tratamiento por mes.

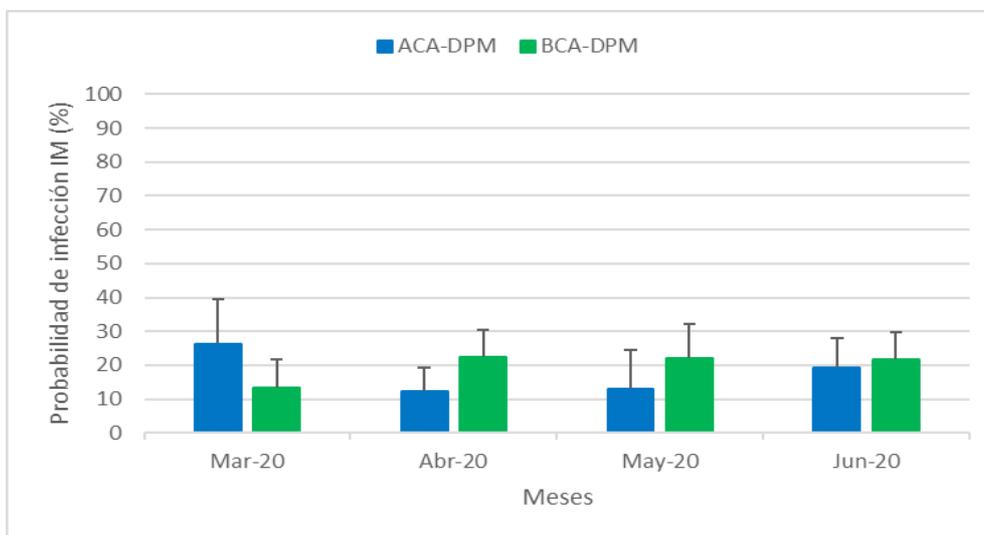


Figura 11. Probabilidad de infección intramamaria (Vacas RCS >200.000 cél/mL de leche) mensual para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM.

En cuanto al score del RCS durante el estudio, no hubo efecto ni del tratamiento ( $p=0,79$ ), mes ( $p= 0,52$ ) y ni de la interacción tratamiento con mes ( $p=0,54$ ). En la Fig. 12 se presenta el score de RCS para cada tratamiento por mes.

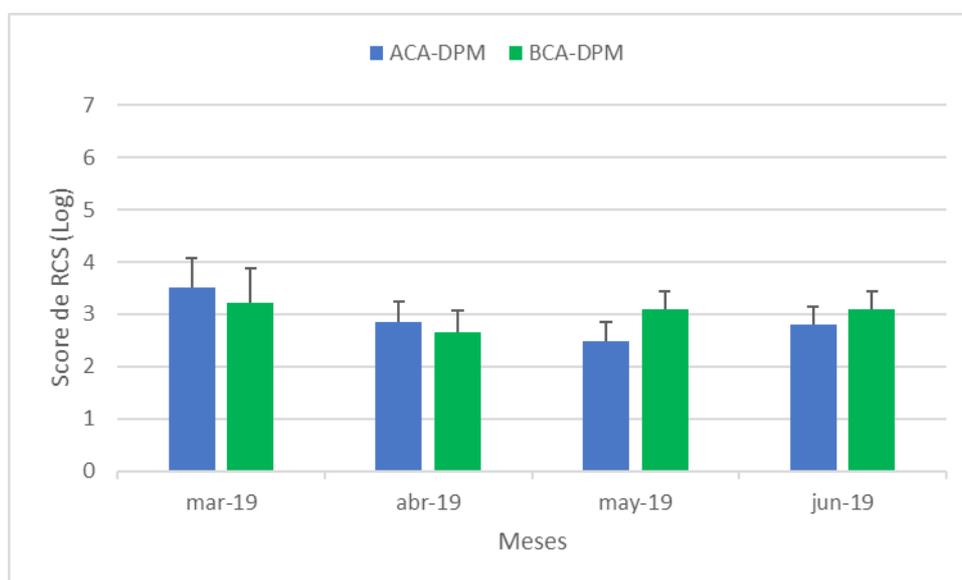


Figura 12. Escore de recuento de células somáticas para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM.

### 8.5 Suciedad de ubre

Cuando se analizó el escore de 4 grados de suciedad, hubo efecto del tratamiento ( $p=0,0005$ ) y del mes ( $p=0,0019$ ) pero no hubo efecto de la interacción tratamiento\*mes ( $p= 0,13$ ). En la Fig. 13 se presenta la distribución de los grados por tratamiento y por mes.

Figura 13. Grado de suciedad de la ubre para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM por mes.

Cuando se analizó la proporción de vacas sucias y limpias se determinó que hubo efecto del tratamiento ( $p < 0,0001$ ), siendo que el tratamiento BCA-DPM tuvo mayor cantidad de vacas sucias con respecto al tratamiento ACA-DPM. La media de vacas sucias para BCA-DPM fue de  $74 \pm 6\%$  y  $29 \pm 6\%$  para el tratamiento ACA-DPM.

No hubo efecto del mes (0,64) ni interacción entre tratamiento y mes ( $p = 0,19$ ).

En la Fig. 14 se presenta la proporción de vacas sucias y limpias por mes para cada tratamiento.

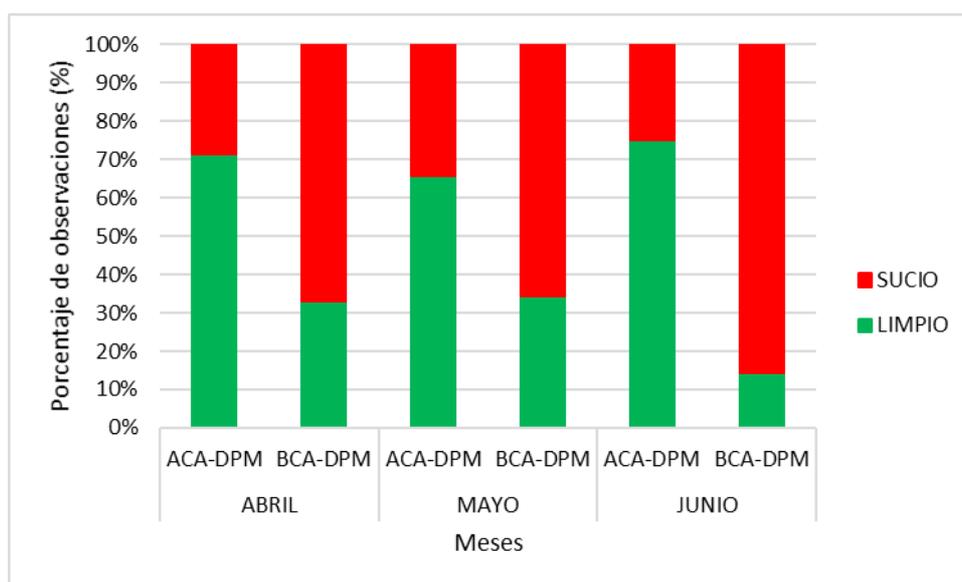


Figura 14. Distribución de vacas con la ubre sucia y limpia a lo largo del experimento para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM.

### 8.6 Parámetros de la cama caliente

En la Fig. 15 se presenta los resultados del monitoreo de la cama caliente del tratamiento ACA-DPM. La temperatura promedio en el periodo evaluado fue de  $46,6 \pm 3^\circ\text{C}$  y la humedad fue de  $43,2 \pm 5\%$ .

Figura 15. Temperatura y humedad promedio por día de evaluación de la cama caliente del tratamiento ACA-DPM.

### 8.7 Precipitaciones

En la tabla 4 se presenta la cantidad de lluvia registrada durante todo el año 2020 en la EEMAC.

**Tabla 4.** Precipitaciones anuales registradas en la EEMAC en el año 2020.

Mes	Mm
Enero	131
Febrero	60,8
Marzo	52,2
Abril	114
Mayo	39,6
Junio	101,2
Julio	13,2
Agosto	44,4
Septiembr e	80,4
Octubre	25
Noviembr e	72,8
Diciembre	25,6
Total	760,2

En la tabla 5 se presentan los efectos fijos de cada variable estudiada durante los 90 días del experimento.

Tabla 5. Resumen de los efectos fijos incluidos en el análisis de los resultados.

Variable	Trat	Sempp	Trat*sempp	Bloque	EC Preparto
Producción leche (L)	0,193	<,0001	0,8681	-	-
% grasa	0,259	<,0001	0,576	0,079	-
% proteína	0,013	<,0001	0,641	0,242	-
% lactosa	0,441	<,0001	0,347	0,002	-
Estado corporal	0,667	<,0001	0,927	0,0094	0,0157
RCS	0,795	0,525	0,547	-	-
Suciedad de ubre	0,0005	0,0019	0,1261	0,9347	

Trat= tratamiento. Sempp= semana posparto. EC= estado corporal. RCS= recuento de células somáticas.

## 9 DISCUSIÓN

El sistema de alojamiento en que fueron encerradas las vacas, inmediatamente luego del parto y hasta los 90 días posparto no afectó la producción de leche. La producción media para el tratamiento ACA-DPM fue de  $34,6 \pm 0,55$  L/día y para el tratamiento BCA-DPM  $33,6 \pm 0,53$  L/día. Las producciones obtenidas por ambos tratamientos fueron buenas comparando con el trabajo de Fajardo (2013), donde obtuvo producciones de  $35,3 \pm 0,55$  L/día en vacas estabuladas 100 % y  $32,1 \pm 0,55$  L en animales con acceso a pastoreo de 6 h. Pese a no ser 100 % estabulados los tratamientos de este experimento, los buenos niveles de producción y la mínima diferencia con los comparados pueden ser explicados por el control ambiental del encierro ya que en este experimento los animales contaban con un establo con cama caliente, ventilación y aspersión de agua, diferente al encierro realizado por Fajardo (2013). Además, el tratamiento BCA-DPM, si bien estuvo a cielo abierto tuvo en buenas condiciones de estabulación, hubo escasos eventos climáticos que generaran condiciones desfavorables, como los temporales u olas de calor. Según Saravia, et al. (2011), condiciones meteorológicas severas como el estrés térmico lleva a una incapacidad de que los animales regulen de manera óptima la temperatura corporal y a menor consumo de materia seca. Esto repercute tanto en la producción de leche, como en su composición, disminuyendo así los niveles de grasa y proteína. Según La Manna et al. (2014) en nuestro país, las razas lecheras en los meses de verano sufren estrés térmico en mayor o menor medida cuando la temperatura no está en el rango óptimo (4-18 °C). Entonces es de esperar que en los meses de verano en nuestras condiciones los animales sufran estrés térmico y no se logre alcanzar la producción esperada. De hecho, en este mismo experimento en los meses de verano de 2019-2020 se encontró una diferencia en la producción de estos tratamientos para vacas con partos de julio-agosto 2019 (Jornada de lechería 19/11/2020).

La evolución del estado corporal estuvo en concordancia con la evolución de la producción de leche y no se evidenciaron diferencias entre tratamientos. Tal como describen Cavestany et al. (2013) indicando que las vacas no deben perder más de 1 punto de EC en el periodo posparto, los animales estudiados de ambos tratamientos no llegaron a disminuir ese punto de estado corporal. La variación del EC es la esperada para el periodo analizado. También es de destacar que los animales parieron con un estado corporal adecuado entre 3 y 3,25, según lo recomendado por Roche et al. (2009).

Como incide el ambiente en el sistema productivo además del estado corporal es clave ya que cada vez más, los consumidores de ciertos países exigen que los productos de origen animal que consumen, no solamente sean aptos desde el punto de vista sanitario, sino que provengan de animales que no hayan padecido situaciones de sufrimiento, malos tratos o deterioro del bienestar (Huertas et al., 2013).

De acuerdo con la bibliografía consultada, los picos de producción para vacas que se encuentran en sistemas de ambiente y alimentación controlado se dan entre las semanas 4 y 8 con una gradual disminución (Chilibroste et al., 2001). En el periodo evaluado en ambos tratamientos los picos se alcanzaron entre las semanas 6 y 8 pero se mantienen en el tiempo sin notarse la

disminución gradual antes mencionada.

Si se analiza la evolución en la concentración de proteína se observa que al inicio de la lactancia se registraron los mayores valores y luego disminuyó en los dos tratamientos. Esto podría explicarse en parte por el incremento de la producción de leche por el efecto de dilución (Gallardo et al., 1996). Por otra parte, la concentración de proteína tuvo diferencias significativas entre tratamientos. La media para la producción de proteína del tratamiento ACA-DPM fue de  $3,18 \pm 0,04$  % y  $3,33 \pm 0,04$  % para el tratamiento BCA-DPM. Estos niveles concuerdan con los valores obtenidos por Fajardo et al., (2013) donde animales 100 % estabulados produjeron 3,3 % de proteína mientras que sistemas mixtos 3,4 % y 3,3 % con acceso a pastoreo de 6 y 9 h, respectivamente. La mayor concentración de proteína en el tratamiento BCA-DPM no era un resultado esperando, sino que se esperaba que si había diferencias serían a favor del tratamiento ACA-DPM debido a las mejores condiciones durante la estabulación. Para Gallardo et al., (1996) el estrés térmico altera el funcionamiento del sistema digestivo, teniendo su efecto en una reducida motilidad ruminal, baja tasa de rumiación y mayor consumo de agua que serían en cierta forma responsables de un mayor "efecto llenado ruminal" y de una menor tasa de pasaje del alimento, deprimiendo aún más el consumo voluntario. La resultante de la suma de estas alteraciones es una disminución en la eficiencia de utilización de la energía con propósitos productivos y reproductivos. Si en este trabajo hubieran ocurrido situaciones más extremas desde el punto de vista climático era esperable la depresión de la proteína de la leche en el tratamiento BCA-DPM.

Con relación a la salud mamaria, no se encontraron diferencias entre los dos sistemas y el porcentaje de vacas infectadas por mes estuvo en torno al 20%. Estudios realizados en la Universidad de Minnesota en diferentes establecimientos lecheros con sistemas de ambiente controlado tipo "compost barn" demostraron que un 67% de las lecherías tuvieron una reducción en las tasas de infección de la glándula mamaria [(definido como % de vacas con RCS > 200000; Marcia et al., (2018)]. Tal como indica la bibliografía consultada este era uno de los resultados esperados, que el tratamiento ACA-DPM tuviera diferencias significativas en el RCS frente al tratamiento BCA-DPM. En el ensayo esta falta de diferencia significativa puede ser explicada debido a un bajo número de animales analizados o la rutina de ordeño completa en ambos tratamientos (con eliminación de los primeros chorros de leche, colocación del "pre-dipping", secado con toalla de papel y sellador posterior al ordeño). En particular la desinfección de los pezones preordeño se ha asociado con la reducción en la incidencia de mastitis clínica y/o con la reducción de la carga bacteriana en la piel de los pezones (Oliver et al. 1989; Oliver et al. 1993; Miseikiene et al., 2015), pero hay otros autores que no han encontrado efecto cuando la ubre está limpia (Morton et al. 2014).

Respecto al score de suciedad un  $74 \pm 0,6$  % de las vacas estaban sucias (escore 3 y 4) en el tratamiento BCA-DPM, mientras que en el tratamiento ACA-DPM fue de un  $29 \pm 0,6$  %. Estos resultados eran esperados debido a la mayor exposición del tratamiento BCA-DPM a barro y lluvias que aumenta la suciedad con la que llegan al ordeño. Muchos investigadores señalan que los altos niveles de higiene en materia de ordeño y la gestión adecuada de la cama en sistemas como el ACA-DPM son esenciales para lograr una alta calidad de leche en este tipo de sistema con alta carga animal (Barberg et al., 2007b;

Janni et al., 2007; Black et al., 2013).

En el proyecto “Evaluación del bienestar animal en la productividad de bovinos lecheros” siguiendo las normas del Proyecto europeo *Welfare Quality*®, se realizaron tres visitas consecutivas a 37 establecimientos de la cuenca lechera de Uruguay, en los departamentos de San José, Florida, Colonia, Canelones y Soriano, durante los años 2007 al 2010. En este proyecto, la suciedad moderada de ubres y pezones (aquella que se quita fácilmente), registró una media de 37%, con mayores frecuencias en otoño y primavera (58% y 31%, respectivamente). (Huertas et al., 2013).

Los patógenos aislados en el ensayo para el tratamiento ACA-DPM fueron un 43% de *S. aureus* y 14% de *S. uberis*, mientras que para el tratamiento BCA-DPM fue de *S. aureus* 11% y *E. coli* 11 %. Ambos resultados coinciden con los trabajos realizados por Giannechini et al., (2002) y Larumbe y Vidart (2016) donde en ambos trabajos el agente principal fue *S. aureus*. Para sistemas de *compost barn* y *freestall* en el trabajo de Eckelkamp et al., (2016) los patógenos más aislados fueron *E. coli* con un 29% de 462 aislamientos y un 21,6% de 419 aislamientos, respectivamente. Le seguían a *E. coli* los estreptococos ambientales con un 16,8% de 436 aislamientos para el sistema de “compost barn” y un 19,3% de 417 aislamientos en los sistemas de *freestall*.

En el trabajo de Sjostrom et al., (2019) se vio que un manejo inadecuado de la cama con alto nivel de humedad repercutió negativamente en la salud de ubre, con mayor incidencia de mastitis en los animales estabulados que en aquellos que permanecían a cielo abierto. En este trabajo los parámetros de la cama caliente en el transcurso del estudio estuvieron con una temperatura media de  $46,6 \pm 3$  °C y de  $43,2 \pm 5$  % de humedad. Estos resultados están dentro del rango recomendado por Janni et al., (2006) y Bewley et al., (2013) de 43,3 a 65° C de temperatura y 40 a 60% de humedad. Estos parámetros estuvieron asociados al mantenimiento de la cama que se movía dos veces al día con el cincel tal como la bibliografía lo indica, además de realizar la reposición de material cuando las condiciones lo establecían. Además, Eckelkamp et al., (2016) demostraron que el aumento de la temperatura del *compost barn* llevó a una disminución en los niveles de *Staphylococcus*, *Streptococcus* y *Bacillus spp.*, mientras que los coliformes aumentaron. A pesar de que todas las bacterias estaban presentes no estuvo comprometida la salud de la ubre.

## 10 CONCLUSIONES

El sistema de cama caliente o *compost barn* mejoró los parámetros de higiene de la piel de la ubre determinando animales más limpios durante todo el periodo evaluado, pero esto no implicó una reducción en el número de vacas infectadas o vacas con mastitis clínica. Estos resultados estuvieron asociados a la completa rutina de ordeño que se utilizó para vacas de los ambos sistemas, lo que probablemente minimizó el efecto que esta suciedad podría provocar sobre la salud mamaria. Las mejores condiciones de la estabulación tampoco determinaron diferencias desde el punto de vista productivo para el periodo experimental evaluado.

## 11 BIBLIOGRAFIA

1. Adrien M.L (2010). Tesis de Maestría. Regulación nutricional del estado corporal al inicio del periodo de transición en vacas lecheras en condiciones de pastoreo: efectos sobre producción de leche, reinicio de la ciclicidad ovárica posparto y parámetros metabólicos. Facultad de Veterinaria, Uruguay.
2. Aguerre M, Méndez M, Torterolo S, Chilibroste P. (2018). Dimensionamiento y característica de la infraestructura en sistemas lecheros comerciales 1: animales en lactancia. Congreso de la Asociación Uruguaya de Producción Animal, Tacuarembó, Uruguay, p. 169.
3. Artegoitia, V. (2005). Condición y morfología de la teta y su relación con la salud de la ubre. Tesis de Grado. Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay. 38 p.
4. Barberg A, Endres M, Janni K. (2007). Compost dairy barns in Minnesota: a descriptive study. *Applied Engineering in Agriculture*. 23 (2): 231–238.
5. Barberg A, Endres M, Salfer J, Reneau J. (2007). Performance and welfare of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota. *J. Dairy Sci.* 90:1575–1583.
6. Barkema H, Schukken Y, Lam T, Beiboer M, Benedictus G, Brand A. (1999). Management Practices Associated with the Incidence Rate of Clinical Mastitis. *J. Dairy Sci.* 82(8): 1643-1654.
7. Baudracco J, Lopez-Villalobos N, Holmes C, Macdonald K. (2010). Effects of stocking rate, supplementation, genotype, and their interactions on grazing dairy systems: a review. *New Zealand J. Agric. Res.* 53: 109–133.
8. Black A, Taraba J, Day, Damasceno A, Bewley J. (2013) Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. *J. Dairy Sci.* 96 (12): 8060–8074.
9. Blowey R, Edmonson P. (1995). Control de la mastitis en granjas de vacuno de leche. Zaragoza, Acribia, 208 p.
10. Blowey R, Edmondson P. (1996). Test disinfection in a dairy herds. In *Practice*; 18(6):254-257.
11. Bodoh G, Battista W, Schultz L, Johnston R. (1976). Variation in somatic cell counts in dairy herd improvement milk samples. *J. Dairy Sci.* 59:1119–1123.
12. Bramley A, Dodd F, Griffin T. (1987). Control de mastitis y manejo del rodeo. Montevideo, Hemisferio Sur, 323 p.
13. Cavestany D, Blanc J, Kulcsar M, Uriarte G, Chilibroste P, Meikle A, Febel H, Ferraris A, Krall E. (2005). Effect of parity and body condition score on metabolic profiles of dairy cows under a pasture-based production system. *Journal of Veterinary Medicine Series A* 52:1-7.
14. Chilibroste P, Mattiauda D, Soca P, Bentancour O, Meikle A. (2012) Effect of herbage allowance on grazing behaviour and productive performance of early lactation primiparous Holstein cows. *Animal Feed Science and Technology*, 173: 201-209.
15. Chilibroste P, Meikle A, Mattiauda D, Bentacur O, Soca P. (2010) The american Holstein dairy cow during early lactanction: grazer or browser? En: Machado C, Wade M, Carneiro Da Silva S, Agnusdei M, De Faccio Carvalho P, Morris S, Beskow W. An overview of research and pastoral-based system in the Southern part of South America. Tandil, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, 299 p.

16. Chilibroste P, Soca P, Mattiauda D. (2012). Estrategias de alimentación en Sistemas de Producción de Leche de base pastoril. Pasturas 2012: Hacia una ganadería competitiva y sustentable. Jornada Técnica INTA. Mar del Plata, Argentina, p. 91-100.
17. Chilibroste P, Mattiauda D, Favre E, Elizondo F, Bruni M. (2001) Explotación del potencial animal en sistemas lecheros: el caso de la parición de otoño. Cangüé; 21:6-10.
18. Chilibroste, P (2014). Proyecto producción competitiva. Montevideo, CONAPROLE, 31 p.
19. Chilliard Y. (1999). Metabolic adaptations and nutrient partitioning in the lactating animal. En: Martinet, J.; Houdebine, L.M.; Head, H.H. Biology of Lactation. Paris, INRA, p. 503-552.
20. Corvellini C. (2017) La mastitis bovina y su impacto sobre la calidad de la leche. Instituto nacional de tecnología agropecuaria. Proyecto lechero, E.E.A. INTA Pergamino, p: 4.
21. Drackley J (1999). Biology of Dairy Cows During the Transition Period: the Final Frontier?. J. Dairy Sci. 82: 2259-2273.
22. Eckelkamp E, Taraba J, Akers K, Harmon R, Bewley J. (2016) Understanding compost bedded pack barns: Interactions among environmental factors, bedding characteristics, and udder health. Livestock Science 190: 35-42.
23. Edmonson A, Lean I, Weaver L, Farver T, Webster G (1989). A body condition scoring chart for holstein dairy cows. J. Dairy Sci. 72: 68-78
24. Fajardo M. (2013). Integración de pastura y dietas totalmente mezcladas en la alimentación de vacas holando a inicio de lactancia. Tesis. Universidad de la República. Facultad de Agronomía, 56 p.
25. Fariña S, Chilibroste P. 2019. Opportunities and challenges for the growth of milk production from pasture: The case of farm systems in Uruguay. (en línea). Agricultural systems. 176: s.p. Fecha de consulta: 18/10/2020. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.05.001>
26. Ferguson J, Galligan D, Thornsen N. (1994) Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. Journal of Dairy Science, 77: 2695-2703.
27. Frossasco G, García F, Odorizzi A, Ferrer Martínez J, Brunetti M, Echevarría A. (2015) Evaluación de distintos sistemas intensivos. INTA Manfredi. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_evaluacion\\_de\\_distintos\\_sistemas\\_lecheros\\_intensivos.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_evaluacion_de_distintos_sistemas_lecheros_intensivos.pdf) Fecha de consulta :15 de abril de 2020.
28. Galama P. (2011). Prospects for bedded pack barns for dairy cattle. Wageningen, Livestock Research. Disponible en: [http://www.vrijloopstallen.nl/documenten/Prospects\\_for\\_bedded\\_pack\\_barns\\_for\\_dairy\\_cattle.pdf](http://www.vrijloopstallen.nl/documenten/Prospects_for_bedded_pack_barns_for_dairy_cattle.pdf) Fecha de consulta: 18/11/2020.
29. Gallardo M, Onetti S, Castillo A, Nari J. (1996) Proteína en leche y su relación con el manejo nutricional. Informe Técnico INTA, 56. Disponible en : [http://rafaela.inta.gov.ar/info/inftecnicos/inta\\_rafaela\\_informe\\_tecnico\\_056.pdf](http://rafaela.inta.gov.ar/info/inftecnicos/inta_rafaela_informe_tecnico_056.pdf) Fecha de consulta: 18/11/2020.
30. Giannechini R, Parietti I, De María P. (2002). Evaluación de pérdidas económicas relacionadas a mastitis para establecimientos lecheros en Uruguay. INIA Serie de Actividades de Difusión, N° 287: 18-29.
31. Giannechini R, Concha C, Rivero R, Delucci I, Moreno-López J. (2002). Occurrence of clinical and subclinical mastitis in dairy herd in the west litoral región of Uruguay. Acta Veterinaria Scandinavica, 43:221-230.

32. Goldberg J, Wildman E, Pankey J, Kunkel J, Howard D, Murphy B. (1992). The influence of intensively managed rotational grazing, traditional continuous grazing, and confinement housing on bulk tank milk quality and udder health. *J. Dairy Sci.* 75:96–104.
33. Grummer R (1995). Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *Journal of Animal Science*, 73: 2820-2833
34. Harmon R. (1994). Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *Journal of Animal Science*, 77:2103–2112.
35. Harmon R. (1994). Symposium: Mastitis and genetic evaluation for somatic-cell count physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *Journal of Animal Science*, 77:2103–2112.
36. Harmon R. (2001). Somatic cell counts: a primer. 40° National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings. Reno, USA, p. 3-9.
37. Hassan K, Samarasinghe S, Lopez-Benavides M. (2009). Use of neural networks to detect minor and major pathogens that cause bovine mastitis. *Journal of Animal Science*, 92 :1493–1499.
38. Hogan J, Smith K, Hoblet K, Schoenberger P, Todhunter D, Hueston W, Pritchard D, Bowman G, Heider L, Brockett B, Conrad H. (1989) Field Survey of Clinical Mastitis in Low Somatic Cell Count Herds. *Journal of Animal Science*, 72:1547-1556.
39. Huertas S, Piaggio J, Gil A, César D, De Torres E. Bienestar animal en bovinos lecheros Montevideo (UY): INIA, 2013. 56 p. (Serie FPTA-INIA; 51) Proyecto FPTA 244.
40. Hughes J. (2001). A system for assessing cow cleanliness. In *Practice*, 23: 517-524
41. INALE (Instituto Nacional de la Leche). Disponible en: <https://www.inale.org/uruguay-lechero/>. Fecha de consulta: 22 /07/2020.
42. Janni K, Endres M, Reneau J, Schoper W. (2006) Compost dairy barn layout and management recommendations. *ASAE Annual Meeting*, 23(1): 97–102
43. Kendall P, Verkerk G, Webster J, Tucker C. (2007). Sprinklers and shade cool cows and reduce insect-avoidance behavior in pasture based dairy systems. *J. Dairy Sci.* 90: 3671–3680.
44. Klaas I, Bjerg B, Friedmann S, Bar D. (2010) Cultivated barns for dairy cows – an option to promote cattle welfare and environmental protection in Denmark? *Dansk Veterinærtidsskrift*, 93 (9):20–29.
45. Kolver E, Muller L (1998). Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*, 81:1403-1411.
46. La Manna A, Román L, Bravo R, Aguilar I, 2014. Estres termico en vacas lecheras. *Revista INIA N° 39*: 34-39.
47. Larumbe R, Vidart M. (2016). Agentes patogenos causantes de mastitis clinicas en vacas lecheras en Uruguay. Disponible en: <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/handle/123456789/2109>. Fecha de consulta 15/10/2020
48. Marcia I, Janni K (2018). Compost Bedded Pack Barns for Dairy Cows: Dairy Extension: University of Minnesota Extension. *J. Dairy Sci.*
49. Meikle A, Cavestany D, Carriquiry M, Adrien M, Artegoitia V, Pereira I, Ruprecht G (2013). Avances en el conocimiento de la vaca lechera durante el período de transición en Uruguay: un enfoque multidisciplinario. *Agrociencia (Uruguay)*,17: 141-142.

50. Meikle A, Cavestany D, Carriquiry M, Adrien M, Ruprecht G, Rovere G, Peñaricano F, Mendoza A, Pereira I, Mattiauda D, Chilbroste P (2010). Endocrinología metabólica en la vaca lechera durante el período de transición y su relación con el reinicio de la ciclicidad ovárica. *Agrociencia*, 14(3): 89-95.
51. Meikle A, Mattiauda D, Soca P, Bruni M, Uriarte G, Adrien M, Cavestany D, Chilbroste P (2006). XXXIV Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay, p. 171-173
52. Mišeikienė R, Rudejevienė J, Gerulis G. (2015). Effect of pre-milking antiseptic treatment on the bacterial contamination of cow teats' skin. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*
53. MGAP.DIEA (2017) Anuario Estadístico Agropecuario. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-estadistico-diea-2017>. Fecha de consulta: 22 /07/ 2020.
54. MGAP.DIEA (2019) Anuario Estadístico Agropecuario. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-estadistico-diea-2019> Fecha de consulta: 29/10/2020.
55. Morales T, Cavestany D, Mendoza A, La Manna A, Pla M, Roman L (2013). Condicion corporal: Uniformizando criterios. *Revista INIA N°33*: 22-34.
56. Morton J, Penry J, Malmo J, Mein G. (2014). Premilking teat disinfection: Is it worthwhile in pasture-grazed dairy herds? *J. Dairy Sci.* 97 :7525–7537.
57. Oliver SP, King SH, Torre PM, Shull EP, Dowlen HH, Lewis MJ, Sordillo LM. 1989. Prevention of bovine mastitis by a postmilking teat disinfectant containing chlorous acid and chlorine dioxide in a soluble polymer gel. *J. Dairy. Sci.* 72:3091-3097.
58. Oliver SP, Lewis MJ, Ingle TL, Gillespie BE, Matthews KR. (1993). Prevention of bovine mastitis by a premilking teat disinfectant containing chlorous acid and chlorine dioxide. *J. Dairy Sci.* 76:287-292.
59. Pereira I, Laborde D, Carriquiry M, Lopez-Villalobos N, Meikle A. (2010). Blood metabolic profiles in Uruguayan Holstein and Uruguayan Holstein x New Zealand Holstein-Friesian dairy cows. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 70: 311-315.
60. Philpot W, Nickerson S (2000). *Ganando la lucha contra la Mastitis*. Naperville, Wesfalia Surge, 192 p
61. Philpot W, Nickerson S. (1993). *Mastitis: el contraataque*. Naperville, Babson Bros, 150 p.
62. Radostits O, Gay C, Blood D, Hinchcliff K. (2002). Mastitis. En: *Radostitis, O. M.; Gay, C. C.; Blood, D. C., Hinchcliff, K. W. Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino*. 9ª ed. Madrid, Interamericana, V. 1: pp 711-716.
63. Radostits O, Gay M, Hinchcliff, Constable P (2007). *Veterinary Medicine. A Text Book of Disease of Cattle, Sheep, Pigs and Goats*. 10ª ed. Edinburgh, Saunders, 2156 p.
64. Remond B, Cisse M, Ollier A, Chilliard Y (1991). Slow Release Somatotropin in Dairy Heifers and Cows Fed Two Levels of Energy Concentrate. 1. Performance and Body Condition. *J. Dairy Sci.* 74: 1370-1381.
65. Roche J, Friggens N, Kay J, Fisher M, Stafford K, Berry D. (2009). Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *J. Dairy Sci.* 92 :5769–5801.

66. Román L, Saravia C, Astigarraga L, Bentancur O, La Manna A. (2019). Shade access in combination with sprinkling and ventilation effects performance of Holstein cows in early and late lactation. *Animal Production Science*, 59: 347–358.
67. Ruegg P. (2006). The role of hygiene in efficient milking. *WCDS Advances in Dairy Technology*. 18:285-293
68. Ruegg P. (2012). New Perspectives in Udder Health Management. *Veterinary clinics of North America. Food Animal Practice*, 28:149–163.
69. Saran A, Chaffer M. (2000). *Mastitis y calidad de la leche*. Buenos Aires, Intermédica, 194 p.
70. Saravia C, Astigarraga L, Van Lier E, Bentancur O. (2011) Impacto de las olas de calor en vacas lecheras en Salto (Uruguay). *Agrociencia (Uruguay)*, 15(1):93-101.
71. Schreiner D, Ruegg P. (2002). Effects of Tail Docking on Milk Quality and Cow Cleanliness. *Journal of Dairy Science*, 85:2503–2511
72. Schreiner D, Ruegg P. (2003). Relationship Between Udder and Leg Hygiene Scores and Subclinical Mastitis. *Journal Of Dairy Science*, 86(11): 3460-3465.
73. Shane E, Endres M, Janni K, (2010). Alternative bedding materials for compost bedded pack barns in Minnesota: a descriptive study. *Applied Engineering in Agriculture*, 26: 465–473.
74. Sjostrom L, Heins B, Endres M, Moon R, Sorge U. (2019). Effects of winter housing system on hygiene, udder health, frostbite, and rumination of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102:10606-10615.
75. Smith K, Hogan J. (1995). Epidemiology of mastitis. *Proceedings of the 3<sup>o</sup> International Mastitis Seminar*. Tel Aviv, Israel, pp. 3-10.
76. Tamminga S, Luteijn P, Meijer R. (1997). Changes in composition and energy content of liveweight loss in dairy cows with time after parturition. *Livestock Production Science*, 52: 31-38.
77. Vighi P, Uberti M, Calamari L. (2009). Più benessere per le bovine con l'erpicazione della lettiera *Terra e Vita* 24:43-6.
78. Ward W, Hughes J, Faull W, Cripps P, Sutherland J, Sutherst J. (2002). Observational study of temperature, moisture, pH and bacteria in straw bedding, and faecal consistency, cleanliness and mastitis in cows in four dairy herds. *Veterinary Record*, 151:199-206
79. Wildman E, Jones G, Wagner P, Bowman R, Trout H, Lesch T. (1982) A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production variables in high-producing Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 65: 495.



