

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**EFFECTO DE LA ESTRATEGIA DE ALIMENTACIÓN DURANTE LOS
PRIMEROS 160 DÍAS POST PARTO SOBRE LA SALUD Y PARÁMETROS
PRODUCTIVOS EN VACAS LECHERAS**

Por

María Florencia PUIGVERT MANASSI

TESIS DE GRADO presentada como uno
de los requisitos para obtener el título de
Doctor en Ciencias Veterinarias
(Orientación: Producción Animal)

MODALIDAD: Ensayo experimental

**Paysandú
URUGUAY
2017**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Presidente de Mesa:
Dr. Germán Antúnez

Segundo Miembro (Tutor):
Dra. María de Lourdes Adrien

Tercer Miembro:
Dr. Liber Acosta

Cuarto miembro (Co-tutor):
Dra. Lucia Grille

Fecha: 20 de diciembre de 2017

Autor:
Br. María Florencia Puigvert Manassi

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora Lourdes, por permitirme formar parte de este trabajo y por su paciencia infinita, no solamente desde el ámbito académico, sino también por su apoyo a nivel personal durante el transcurso del experimento y la redacción de la tesis. Y a mí co-tutora Lucía. A ambas les agradezco por confiar en mí y ayudarme a que yo también lo hiciera.

A la Facultad de Veterinaria, por permitirme materializar esta vocación que siento y por brindarme amistades para toda la vida. A todos los profesores por su dedicación y por todos los conocimientos adquiridos.

A mis compañeros de trabajo de campo: Graciana, Agustina, Matías y Serafín quienes hicieron posible la realización del experimento; y a mi amigo Carlos quien en repetidas ocasiones prestó su ayuda desinteresada para que este trabajo saliera adelante.

A todos los funcionarios del tambo “La Armonía” y especialmente a Julio, quien se destacó por su buena disposición y amabilidad ante todo.

A mis amigos y amigas que aportaron su granito de arena en el largo transcurso de esta hermosa carrera y supieron apoyarme y entenderme en mis inaguantables momentos de estrés, a la vez que festejaron conmigo cada triunfo logrado.

A mi familia, por apoyarme siempre y eternamente creer en mí aun cuando yo no lo hacía. Pero por sobre todas las cosas le dedico este, mi primer gran logro, a mis padres, Juan José y Rossana, quienes fueron los pilares fundamentales para su materialización. Gracias por enseñarme a crecer, a no desistir ante las adversidades, por brindarme paz en momentos tormentosos y por estar incondicionalmente a mi lado.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	5
1. RESUMEN	6
2. SUMMARY	7
3. INTRODUCCIÓN	8
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	11
4.1. Caracterización del sector lechero en Uruguay	11
4.1.1. Alimentación	11
4.1.2. Sistemas reproductivos	14
4.1.3. La lechería en la economía	15
4.1.4. Legislaciones regulativas: calidad de leche	16
4.2. Mastitis	18
4.3. Problemática del estrés calórico	24
5. HIPÓTESIS	28
6. OBJETIVOS	28
7. MATERIALES Y MÉTODOS	29
7.1. Lugares físicos involucrados	29
7.2. Diseño experimental	29
7.3. Rutina de trabajo e instalaciones	30
7.4. Tratamientos	30
7.5. Alimentación	31
7.6. Mediciones realizadas	32
7.7. Análisis estadístico	34
8. RESULTADOS	35
8.1. Estado corporal	35
8.2. Producción de leche	36
8.3. Sólidos de la leche	38
8.3.1. Proteína	38
8.3.2. Grasa	40
8.3.3. Lactosa	42
8.4. Salud de ubre	44
8.4.1. RCS	44
8.4.2. Mastitis clínica	46
8.4.3. Mastitis subclínica	47
8.4.4. Probabilidad de infección	48
8.5. Índice de temperatura y humedad	49
9. DISCUSIÓN	51
10. CONCLUSIONES	56
11. BIBLIOGRAFÍA	57

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

	Página
Cuadro 1: Clasificación de agentes causales de mastitis según modo de contagio de la enfermedad	21
Cuadro 2: Causas fisiológicas que modifican el RCS en bovinos sanos	24
Cuadro 3: Composición química de los alimentos en % de MS	33
Cuadro 4: Producción de leche para los tratamientos de acuerdo a la estación del año	38
Cuadro 5: Proteína en leche para los tratamientos de acuerdo al tipo de enfermedad	40
Cuadro 6: Grasa en leche para los tratamientos de acuerdo al tipo de enfermedad	42
Cuadro 7: Lactosa en leche para los tratamientos de acuerdo al tipo de enfermedad	44
Cuadro 8: Recuento de células somáticas en leche para los tratamientos de acuerdo al tipo de enfermedad	46
Cuadro 9: Incidencia de mastitis clínica para cada tratamiento en cada estación del año	47
Figura 1: Esquema de los tres tratamientos	31
Figura 2: Estado corporal de las vacas de los tres tratamientos	36
Figura 3: Niveles de producción de las vacas de los tres tratamientos	38
Figura 4: Proteína de la leche para los tres tratamientos	41
Figura 5: Grasa de la leche para los tres tratamientos	43
Figura 6: Lactosa de la leche para los tres tratamientos	45
Figura 7: Recuento de células somáticas en leche para los tres tratamientos	47
Figura 8: Resultado de cultivos bacterianos de vacas que presentaban mastitis clínica	48
Figura 9: Resultado de cultivos bacterianos de vacas que presentaban mastitis subclínica	49
Figura 10: Probabilidad de encontrar una vaca infectada a lo largo del período de experimentación	50
Figura 11: ITH promedio a lo largo del período de experimentación	51

1. RESUMEN

En el presente trabajo se investigó el efecto sobre la salud y los parámetros productivos de tres estrategias alimenticias en los primeros 160 días post parto (dpp) de vacas lecheras Holando paridas en primavera. Se partió de un grupo de 90 hembras multíparas las cuales se distribuyeron al azar en tres tratamientos diferentes que consistían en distintas combinaciones de dieta total mezclada (DTM), dieta parcial mezclada (DPM) y pastoreo, en primavera y verano. El tratamiento DTM+DTM fue quien se mantuvo estabulado durante todo el experimento y recibió DTM *ad-libitum*. El tratamiento DPM25+DTM se basaba, en una primera instancia, en alimentación a pastoreo más la suministración de un porcentaje de DTM, pero en verano se realizó un cambio poniéndolo bajo las mismas condiciones que el tratamiento DTM+DTM. Por último, el tratamiento DPM25+DPM35 permaneció en pastoreo con la suministración de un porcentaje de DTM durante todo el experimento, en la primavera con doble pastoreo y en verano con un único pastoreo. Los parámetros evaluados, en general, revelaron que las vacas que fueron sometidas al tratamiento DTM+DTM fueron quienes obtuvieron EC ($p=0,008$) y producción de leche ($p<0,001$) mayores en comparación con los otros dos tratamientos. El cambio de alimentación en el verano en el tratamiento DPM25+DTM permitió lograr mayores producciones de leche que el tratamiento DPM25+DPM35. Los resultados de composición de la leche fueron variables dependiendo del tratamiento designado, pero reflejaron los cambios de alimentación en los distintos tratamientos. En lo que respecta a la salud de ubre, se observaron los mayores problemas de mastitis para los animales pertenecientes al tratamiento DTM+DTM, y fueron ocasionados, principalmente, por *Staphylococcus aureus*. También se estudiaron los efectos de las dos estaciones del año abarcadas por el experimento – primavera y verano – observándose como regla general, que el estrés calórico producido en los meses de verano ocasionó muchos efectos negativos en los parámetros de interés, principalmente en la producción de leche.

2. SUMMARY

In this work, the effect on health was investigated as well as the productive parameters of three feeding strategies in the first 160 days postpartum of dairy Holando cows who gave birth in spring. We started with a group of 90 multiparous females which were randomized into three different treatments that consisted of different combinations of total mixed ration (TMR), partial mixed ration (PMR) and grazing, in spring and summer. The TMR+TMR treatment was the one that remained confined throughout the experiment and received TMR ad-libitum. The PMR25+TMR treatment was based, in the first instance, on grazing feed plus the supply of a percentage of TMR, but in the summer a change was made placing it under the same conditions as the TMR+TMR treatment. Finally, the PMR25+PMR35 treatment remained in pasture in the spring with double grazing and in summer with single grazing, and also throughout the experiment the cows were supplied with a percentage of TMR. The parameters evaluated, in general, revealed that the cows that were under the TMR+TMR treatment were the ones that obtained higher FCE ($p=0,008$) and milk production ($p<0,001$) in comparison with the other two treatments. In the PMR25+TMR treatment, the change of feed in the summer allowed the achievement of higher productions than the PMR25+PMR35 treatment. The results of the milk composition were varied depending on the treatment, but they reflected the feeding changes in the different treatments. With regard to udder health, the greatest mastitis problems were observed for the animals belonging to the TMR+TMR treatment, and they were caused mainly by *Staphylococcus aureus*. The effects of the two seasons of the year covered by the experiment - spring and summer – was also studied. As a general rule, it was found that the heat stress produced in the summer months brought with it many negative effects on the parameters of interest, mainly in milk production.

3. INTRODUCCIÓN

El rubro de la lechería ocupa un papel importante dentro de la producción agropecuaria uruguaya. El 90% de la producción lechera del país se concentra en 8 departamentos: Paysandú, Río Negro, Soriano, Flores, Florida, Colonia, San José y Canelones que constituyen la cuenca lechera (INALE, 2014).

Uruguay se caracteriza por ser un país principalmente exportador. Según el Informe Anual de Comercio Exterior, en el 2016, el 7% de las exportaciones correspondieron a productos lácteos, ocupando el cuarto lugar del total de exportaciones con US\$ 563 millones exportados. Por otro lado, el 61% de las exportaciones de productos lácteos fueron destinadas a Brasil, mientras que el otro 39% fue para otros mercados (INALE, 2016). Uruguay destina a la exportación el 66% de lo producido por la industria lechera, reservando solamente el 34% para el mercado interno, exponiendo así el perfil exportador del país (DIEA, 2014).

Dado que los requisitos internacionales, sobre inocuidad y calidad de leche, han ido incrementándose, se ha hecho necesario su control y revisión periódica para mantener la competitividad en el mercado internacional. Es por esto que el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) desarrolló una política expuesta en el decreto N° 90/995, instituyendo así al Sistema Nacional de Calidad de Leche. Este decreto determina las exigencias mínimas y obligatorias que debe tener la leche para ser remitida a la industria para su posterior procesamiento. El decreto vigente que regula esta materia, es el N° 359/013, que establece valores mínimos y características físico-químicas para materia grasa, sólidos y proteínas totales. Por otro lado, se imponen nuevos valores máximos permitidos para recuento de células somáticas (RCS) y recuento bacteriano (RB). Es en este punto que radica la importancia del presente trabajo. El RCS y el RB son fundamentales para la calidad e inocuidad de la leche y productos lácteos, y valores altos de estos parámetros son causantes de las mayores pérdidas económicas tanto para el productor como para la industria. Por ello es esencial que se tenga en consideración una de las causas más frecuentes y

más importantes que los afectan negativamente, las mastitis clínicas y subclínicas.

Mastitis es toda inflamación de la glándula mamaria caracterizada por un aumento en el RCS en la leche además de cambios patológicos en el tejido del órgano, con importantes repercusiones sanitarias y económicas (Giannechini et al., 2014). Esta enfermedad se puede ver como resultado de traumatismos o lesiones tanto físicas como químicas de la ubre, o, más comúnmente, pueden ser causadas por más de 140 microorganismos diferentes. La mayoría de las mastitis de importancia económica son consecuencia de infecciones microbianas. A grandes rasgos, se la puede clasificar según su presentación en clínicas y subclínicas. Las clínicas son aquellas en las cuales se pueden observar fácilmente alteraciones tanto en la ubre como en la leche, variando los casos según la intensidad del proceso inflamatorio desde manifestaciones leves hasta pudiendo causar la muerte del animal. Las subclínicas, por otro lado, son las que están aparentemente sanas pero presentan RCS dramáticamente aumentados (Philpot y Nickerson, 2002).

Nuestro país se caracteriza en su mayoría por tener dos épocas marcadas de pariciones, una en otoño (marzo-mayo) y la otra en primavera (agosto-septiembre), siendo la primera la más importante en cantidad (Chilibroste y Battezzore, 2003). Según estos autores, la razón principal que explica este suceso es la idea de hacer coincidir uno de los momentos de mayor requerimiento por parte del bovino, con la época de mayor producción de las pasturas. En primavera-verano aparece la problemática del estrés calórico que determina en gran parte la producción de leche de los bovinos. Según Smith et al. (2013), el estrés calórico es causado por una combinación de factores ambientales como temperatura, humedad relativa, radiación solar, velocidad del aire y precipitaciones, siendo los dos primeros los de mayor importancia. Este problema ocurre en el ganado cuando, durante momentos de temperatura y humedad relativa altos, la habilidad natural de los animales de disipar el calor es sobrepasada. Estas condiciones climáticas se traducen en aumentos en la temperatura corporal

del animal, lo que trae aparejado cambios como son la merma en la producción de leche y en la función inmune, para así tratar de reducir la temperatura interna. Sumado a esto, el clima se torna ideal para la proliferación de patógenos y la contaminación ambiental en general. Es por estas razones que el estrés calórico afecta la salud de las vacas lecheras y en particular la salud de la glándula mamaria (Smith et al., 2013).

Por ello, es necesario conocer como es la respuesta a nivel productivo y de salud de los animales, cuando se enfrentan a diferentes estrategias de alimentación y manejo, en los sistemas de producción de Uruguay, cuando las vacas paren en los meses de la primavera.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. Caracterización del sector lechero en Uruguay

Uruguay es un país cuya economía se sustenta en la producción agrícola ganadera, destacándose dentro de la misma con un papel substancial el rubro de la lechería. Según los últimos datos – 2014 – publicados por el Área de Estadísticas Agropecuarias (DIEA) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), la producción de leche comercial anual es de 2.240 millones de litros proviniendo de 2.927 productores remitentes y a su vez es producida por un total de 772.000 cabezas de animales lecheros. Esta actividad se desarrolla en una superficie total de 794.000 hectáreas las cuales cuentan con un 58% de pasturas mejoradas (incluye praderas permanentes, campos mejorados y forrajeras anuales; DIEA, 2017).

En relación a las razas lecheras, se cuantificó que el 83% de vaca masa (VM) pertenece a la raza Holando Americano Canadiense, correspondiendo las restantes a razas como Holando Neozelandes, Jersey y Normando, considerando también sus cruzas (INALE, 2014).

4.1.1. Alimentación

La alimentación del ganado lechero se basa en el uso intensivo de pasturas implantadas que se designan básicamente para consumo directo (praderas, verdeos, mejoramientos). Por otro lado, también se utiliza la adicción de reserva forrajera, las más usadas proviene de los cultivos de verano (70%) y el resto de pasturas y verdeos de invierno. Dentro de los ensilajes de planta entera de cultivo de verano, es mayoritario el de sorgo (61%), en relación al de maíz (37%). Así mismo, se administran suplementaciones estratégicas de concentrados además del uso de ensilados (INALE, 2014); principalmente a los animales categorizados dentro de “vaca masa” (DIEA, 2009). El 60% de los suplementos empleados son energéticos, predominando el uso de granos húmedos del sorgo (71%) frente al maíz (29%) (INALE, 2014). La participación del campo natural en la

nutrición animal tiene un carácter secundario, complementando así a lo anteriormente descrito. En su utilización se observa una relación inversamente proporcional con respecto a los niveles de productividad del rodeo, que revela que a menores niveles de productividad mayor es su utilización como forma de alimentación (DIEA, 2009).

El producto de primordial interés en la lechería es la secreción de la glándula mamaria: la leche. La misma se compone en su mayoría de agua con porcentajes que van desde el 85 al 89%, siguiéndole, en orden decreciente, lactosa (4-5%; independiente de la raza), proteína (2-4%; 3,1 para razas Holando), grasa (2-6%; 3,6 para razas Holando) y minerales y vitaminas (Walstra et al., 2006; Acosta, 2017). La principal proteína de la leche, en un 80%, es la caseína (Walstra et al., 2001). El producto se paga por su contenido de sólidos, principalmente grasa y proteína. Aquí radica la importancia de las medidas de manejo y alimentación que promuevan las mejores respuestas de los bovinos (Acosta, 2017).

Acosta (2017) explica que la composición de la leche se ve afectada mayoritariamente (55-60%) por factores genéticos (razas, líneas genéticas, etc.), y en menor medida (40-45%) por factores ambientales, donde la alimentación y el manejo son los dominantes. Otros factores pueden ser: etapa de lactancia, edad del animal, el estado sanitario y el ambiente, entre otros. Si los valores para el cociente proteína/grasa son menores a 0,8 indican problemas en el tenor proteico; en cambio, si los valores son superiores a 1,0 son indicadores de problemas en las grasas, ambos generalmente consecuencia de problemas alimenticios (Acosta, 2017). Los valores de grasa y proteína de la leche están relacionados con el nivel de producción de la misma, ya que al aumentar los litros producidos, estos componentes se ven disminuidos explicado por un efecto dilución. Sin embargo, la lactosa acompaña los litros producidos por tener un efecto osmótico que determina en gran parte la producción de la leche (de Vries y Veerkamp, 2000). Consiguientemente los tenores de grasa y proteínas, más el de lactosa, conforman las herramientas fundamentales de diagnóstico del manejo alimenticio del rodeo (Acosta, 2017).

Aumentos en el consumo voluntario de alimentos pueden mejorar el tenor proteico de la leche, debido, sobre todo, a un aumento en la ingesta total de energía. Cuando se administran concentrados, cuyo macro nutriente más importante es la energía, suelen verse incrementos de los niveles de proteína y grasa de la leche. Sin embargo, su utilización excesiva puede provocar caídas del contenido de grasa al tiempo que la proteína sigue en aumento, sin mencionar la aparición de patologías como por ejemplo acidosis. De igual forma, el tipo y procesado de los granos y/o de los concentrados puede hacer fluctuar los valores de los sólidos de la leche. Es así que la administración de partículas de tamaños reducidos, por aumento de la digestibilidad en rumen, suele generar un aumento de la proteína láctea a la vez que reduce la grasa. En lo que respecta al consumo de fibra, niveles bajos del mismo dan disminuciones de la grasa en leche, sin mencionar la posible aparición de cuadros patológicos (acidosis, laminitis, etc.). Con respecto al tamaño de partícula de los materiales que aportan fibra, si son muy pequeños (<1 cm), no cumplen con las funciones de estimular la rumia y la salivación, llegando a provocar drásticas reducciones en el tenor graso de la leche; y si bien la proteína puede verse aumentada, su efecto se ve eclipsado por la caída de la producción (Acosta, 2017).

Por otra parte, también es relevante considerar que dietas que poseen altos contenidos de fibra suelen ser muy bajas en energía, limitando así la producción de leche. La cantidad de energía ingerida es una determinante para el crecimiento bacteriano del rumen, e indirectamente para la proteína que llega al intestino, ya que entre el 50 y 90% de esta es de origen bacteriana. A su vez, el rumiante también necesita de estas numerosas y activas poblaciones bacterianas para poder generar energía. Estos microorganismos generan a partir de la digestión de la fibra entre el 35 y el 90% de la energía. Por estas razones es importante asegurar niveles adecuados de proteína en la dieta para obtener contenidos adecuados de grasa y proteína en la leche. En general, lo que más se ve afectado por los niveles de proteína ingerida es el volumen de producción (Acosta, 2017).

En un estudio realizado por Kolver y Müller (1998), se encontró que aquellos animales que eran alimentados en base a pastura producían menor cantidad de litros de leche con porcentajes más bajos de proteína y grasa, a diferencia de animales alimentados con una dieta 100% DTM. En concordancia con el autor anterior, se encontraron resultados similares en un trabajo realizado por Bargo et al. (2002), el cual constaba de tres tratamientos: uno alimentado con DTM, otro que consistía en pastoreo más un porcentaje determinado de DTM, y por último un tratamiento que estaba a pastoreo y era suplementado con otro concentrado. El primer tratamiento fue el que logró producir los mayores volúmenes de leche, seguido por el segundo y tercero en orden decreciente. Así mismos, los animales tratados con DTM presentaron mayores porcentajes de grasa y proteína en leche.

4.1.2. Sistemas reproductivos

Para el manejo reproductivo, la mitad de los productores utilizan solamente toros como sistema de servicio, mientras que las restantes empresas realizan solamente inseminación artificial o la combinación de esta biotecnología con repaso con toros, 21% y 29%, respectivamente (INALE, 2014).

En Uruguay, si bien se dan partos todos los meses del año, podemos encontrar mayor concentración en dos épocas en particular, una en otoño (marzo-mayo) y la otra en primavera (agosto-septiembre), siendo la primera la más importante en cantidad. La razón principal que explica este suceso es la idea de hacer coincidir uno de los momentos de mayor requerimiento por parte del bovino, con la época de mayor producción de las pasturas (Chilibroste y Battezzore, 2003). En otro relevamiento del mismo autor (Chilibroste 2012) se utilizó el margen de alimentación como herramienta para monitorear sistemas y analizar sus resultados y estrategias productivas. Se presentaron así los resultados de las curvas de producción de leche de vacas que paren en los diferentes meses del año. Las curvas de vacas paridas entre los meses de febrero y marzo presentaron 2 picos de producción marcados, mientras que los partos entre junio y septiembre solamente presentaron uno. Por otro lado, los partos de fines de primavera,

ubicados entre los meses de octubre y noviembre, no presentaron picos de producción. Estos acontecimientos podrían explicarse por factores como son el clima (estrés calórico) y las fluctuaciones de la oferta forrajera en los diferentes meses del año.

4.1.3. La lechería en la economía

El Uruguay se identifica por realizar actividades agropecuarias en grandes espacios abiertos y en equilibrio con el ambiente, además de estar prohibido el uso de hormonas o cualquier otro tipo de promotores de crecimiento y producción, lo que permite asegurar el carácter natural de todo el producto obtenido posicionándolo muy bien en lo que respecta al mercado internacional (Plan Agropecuario, 2001). Según el Informe Anual de Comercio Exterior, en el último año (2016) el 7% del total de las exportaciones del país correspondieron a productos lácteos, ocupando el cuarto puesto en el ranking luego de carne bovina (17%), celulosa (15%) y soja (10%). En el mismo año según el Instituto Nacional de la Leche (INALE), el 61% de las exportaciones de los productos lácteos fueron destinadas a Brasil, mientras que el otro 39% fue para Rusia, Argelia, México y China en orden de decreciente (INALE, 2016).

Históricamente esto no siempre fue así. Hasta finales de los 70, este rubro se orientaba sobre todo al mercado interno y era de baja competitividad. Posteriormente, sin embargo, gracias a la expansión industrial y el bajo costo requerido para la producción, comenzaron a consolidarse las exportaciones de productos lácteos. Las mismas, han ido creciendo en forma exponencial a lo largo del tiempo. A pesar de ello en los últimos años ha habido un período de declive, tanto nacional como internacionalmente. Según las estadísticas calculadas por el INALE, en el último año (2016) nuestro país exportó productos lácteos por el valor de 567505 miles de dólares, lo cual implicó un descenso del 10% en comparación con el año anterior. Uruguay destina a la exportación el 66% de lo producido por la industria lechera, reservando solamente el 34% para el mercado interno, exponiendo así el perfil exportador del país. El producto más exportado es la leche en polvo (DIEA, 2014) lo cual nos hace reflexionar

sobre la importancia de la obtención de una materia prima de calidad para su posterior procesamiento.

4.1.4. Legislaciones regulativas: calidad de la leche

Dado que los requisitos internacionales, en competencia de inocuidad y calidad de leche, han ido incrementándose, se ha hecho necesario su control y revisión periódica para mantener la competitividad en el mercado internacional. Es por esto que, el 21 de febrero de 1995, el MGAP desarrolló una política expuesta en el decreto N° 90/995, instituyendo así al Sistema Nacional de Calidad de Leche que ha regido el país para calificar la calidad del citado producto a los efectos de determinar las exigencias mínimas y obligatorias para su posterior procesamiento. Actualmente el decreto vigente que regula esta materia, es el N° 359/013, quien en su artículo N°3 establece que: “la leche utilizada para su posterior procesamiento, tanto industrial como artesanal, deberá cumplir con los siguientes valores y características físicas y químicas como resultado de la muestra individual de cada establecimiento:

- Materia grasa: Min. 3grs/100 mL.
- Sólidos totales: Min 11,0 g/100 mL o, Descenso Crioscópico el máximo será -0.512° C, evaluadas como técnicas complementarias.
- Proteínas totales: Min 2.7 g/100 mL.

La leche remitida a planta será analizada con una frecuencia mínima semanal en los parámetros mencionados.”

Por otro lado, dado que la calidad higiénico-sanitaria es muy relevante para asegurar la inocuidad de los productos y la mayor eficiencia posible de los procesos industriales a los que se somete la leche, a través del artículo N°6 se imponen nuevos valores máximos permitidos: “se establecen a partir del primero de noviembre de 2016 los siguientes valores máximos para RCS y RB:

- Recuento bacteriano 100.000 ufc/ mL.
- Recuento de células somáticas 400.000 cél/ mL.

RB: expresado en unidades formadoras de colonias por mililitro de leche (ufc/mL). Valores referidos a la media geométrica de los resultados de las muestras analizadas ponderada por volumen de leche remitida, durante un período móvil de tres meses, con un mínimo de tres muestras por mes, a la leche cruda al momento de la recolección de la leche a la industria o previo a su transformación en el establecimiento artesanal. El productor que acumule 2 medias geométricas consecutivas, excediéndose del límite establecido, quedará en infracción según se explica en el artículo 12 del presente Decreto.

RCS: expresado en células somáticas por mililitro de leche (cél/mL). Valores referidos a la media geométrica de los resultados de las muestras analizadas, ponderada por volumen de leche remitida, durante un período móvil de tres meses, con un mínimo de dos muestras por mes, a la leche cruda al momento de la recolección de la leche a la industria o previo a su transformación en el establecimiento artesanal. El productor que acumule 3 medias geométricas consecutivas, excediéndose del límite establecido, quedará en infracción según se explica en el artículo 12 del presente Decreto.”

A su vez las industrias bonifican con un valor por encima del precio determinado por los sólidos a los productores que cumplen con los requisitos de excelente calidad higiénico-sanitaria correspondientes a valores <300.000 cél/ mL de RCS y <50.000 ufc/ mL para el RB (CONAPROLE, 2016).

La calidad de la leche implica diferentes conceptos como son seguridad, composición, higiene y estado de salud de la vaca, que conjuntamente van a determinar la aptitud de la leche para su posterior uso (Katz et al. 2016). El RB hace referencia a la calidad higiénica de la leche, denotando así el estado de higiene del tambo, el lavado de los equipos, el estado del tanque de frío, la rutina de ordeño entre otros y nos permite identificar de esta forma las probables fuentes de contaminación (Calvinho et al. 2001). Por otra parte, el RCS indica la calidad sanitaria de la leche, es decir el estado de salud de la ubre, y además tiene directa relación con la composición de dicha secreción (Hernández y Bedolla, 2008).

Visto que tener RCS y el RB es fundamental para la buena calidad e inocuidad de la leche y todos sus derivados, al igual que para minimizar las pérdidas económicas tanto para el productor como para la misma industria, es esencial que se tenga en consideración una de las causas más frecuentes e importantes que afectan dichos parámetros, la mastitis.

4.2. Mastitis

La palabra mastitis deriva del griego mastos que significa “mama” e itis “inflamación del” (Philpot y Nickerson, 2002), siendo así el nombre que se le designa a toda inflamación de la glándula mamaria y sus tejidos secretores. La misma se caracteriza por un aumento en el RCS en la leche además de cambios patológicos en el tejido del órgano, con importantes repercusiones sanitarias y económicas (Giannechini et al., 2014). Esta enfermedad se caracteriza además por un significativo descenso de la producción del volumen de leche, viéndose también alterada su composición normal y sus propiedades organolépticas (Gasque Gómez, 2008).

Como se está hablando de un proceso inflamatorio, el RCS alto se explica por la migración de leucocitos polimorfonucleares (PMN) al tejido mamario, y por ende a su producto de secreción (Harmon, 2001). La infección en esta enfermedad se da mayoritariamente a través del conducto glandular, es decir, de forma ascendente (Gasque Gómez, 2008).

A grandes rasgos, según su forma de presentación, se la puede clasificar en clínicas y subclínicas. Las mastitis clínicas son aquellas en las cuales se pueden observar fácilmente alteraciones tanto en la ubre (inflamación, dolor, temperatura, enrojecimiento), como en la leche (grumos, coágulos, cambios de coloración, apariencia acuosa), mientras que las subclínicas son las que están aparentemente sanas, pero, al momento del recuento de las células somáticas, estas se ven dramáticamente aumentadas. A su vez, los casos varían según la intensidad del proceso inflamatorio, yendo desde leves en los casos más localizados, hasta pudiendo ocasionalmente generalizarse y causar la muerte del animal (Philpot y Nickerson, 2002). El RCS es utilizado

como indicador de la prevalencia de mastitis subclínicas en vacas lecheras (Harmon, 2001).

La mastitis es una enfermedad multifactorial. Puede ser consecuencia de traumatismos o lesiones tanto físicas como químicas de la ubre, o, más comúnmente, pueden ser causadas por más de 140 diferentes microorganismos (Philpot y Nickerson, 2002) dentro de los cuales se pueden encontrar bacterias, algas, hongos y levaduras (Gasque Gómez, 2008). La mayoría de las mastitis de importancia económica son consecuencia de infecciones microbianas. 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 (Bramnley et al., 1987).

Cada uno de estos microorganismos desarrolla un cuadro particular con diferentes presentaciones y tiene diferentes factores de riesgo.

La mastitis generada por *Streptococcus agalactiae* se presenta tanto en formas clínicas como subclínicas, genera una atrofia rápida del cuarto afectado haciéndose fibroso e improductivo en forma permanente. Este microorganismo es capaz de diseminarse rápidamente en el rodeo, y las ubres infectadas y las lesiones en los pezones actúan como su principal reservorio. Por otro lado, la mastitis que genera el *Streptococcus dysgalactiae*, generalmente es subclínica, dando infecciones transitorias no muy serias (Gasque Gómez, 2008). Otros *Streptococcus* como el *uberis* se localizan en la piel de la ubre y también en otras zonas como vagina, vejiga, piel del abdomen, etc. Generalmente no se transmiten de vaca a vaca durante el ordeño. Dan cuadros clínicos en el 40 a 60% de los casos, los cuales la mayor parte del tiempo son agudos aunque algunos tienden a la cronicidad (30%); fundamentado por la habilidad de esta bacteria para colonizar las células epiteliales de la glándula mamaria y escapar a los mecanismos de defensa del hospedador y los tratamientos antibióticos. Los cuadros producidos por este microorganismos se pueden ver tanto al principio y final de la lactación así como también en el período seco; sin embargo,

suelen predominar en las estaciones de verano y otoño tanto para vacas secas como para las que están en lactación (Jiménez, 2017).

Uno de los patógenos principales y más problemáticos es el *Staphylococcus aureus*, ya que la mastitis que causa es difícil de controlar recurriendo solamente al tratamiento farmacológico, por lo que es esencial para su control la utilización de medidas preventivas. Esta bacteria es responsable de causar mastitis de tipo crónicas y generalmente subclínicas con períodos de reagudización en donde se manifiesta clínicamente. Es capaz de persistir en las ubres afectadas y es un microorganismo de tipo contagioso, sobre todo durante el ordeño (Gasque Gómez, 2008). La mayoría de las infecciones se dan durante los tres primeros meses de lactación. La dificultad de su tratamiento radica en que no responde muy bien a terapias antibióticas ya que es una bacteria que morfológicamente se caracteriza por poseer cápsula y además tiene la capacidad de ser un parásito intracelular de macrófagos y células epiteliales (del Cura, 2017). Así mismo, la eficacia del tratamiento antibiótico se ve disminuida conforme aumenta la edad del animal, por lo que la eliminación muchas veces puede ser la única opción efectiva. El *S. aureus* se caracteriza, no solo a nivel país sino que también a nivel mundial, por ser un microorganismo muy difícil de controlar (Dos Santos et al., 2002).

Las mastitis que tienen como agente a los coliformes están determinadas normalmente por el medio ambiente de la vaca (suciedad, humedad, confinamiento), no siendo contagiosas. Dentro del grupo coliformes se destaca principalmente a *Escherichia coli* por ser el germen de mayor aparición siendo aislado en el 90% de los casos. El cuadro clínico que se presenta mayoritariamente es una infección aguda o sobreaguda acompañada de fiebre y anorexia, leche acuosa, serosa, amarillenta y con coágulos (Gasque Gómez, 2008).

Pseudomona es una bacteria saprófita que vive en el suelo y el agua, y puede generar cuadros agudos, subagudos y agudo sintomático (Gasque Gómez, 2008).

Los *Staphylococcus* coagulasa negativos (SCN) suelen no causar mastitis severas y solamente producen aumentos moderados del RCS pero sin importantes reducciones en la producción láctea. Se aíslan frecuentemente en infecciones pre parto donde generan cuadros leves que normalmente se limitan a flóculos en la leche. En general tiene buena respuesta a la terapia antibiótica aunque muchas veces curan espontáneamente. Actualmente son considerados patógenos emergentes de la mastitis bovina, y en cierta manera este tipo de infecciones son más importantes en explotaciones que no tienen grandes problemas con los otros tipos de microorganismos (del Cura, 2017).

Dado lo anteriormente expuesto, los agentes causales pueden ser agrupados en tres categorías: microorganismos contagiosos, ambientales y oportunistas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación de agentes causales de mastitis según modo de contagio de la enfermedad. Adaptado de Andresen (2001).

Clasificación	<i>Microorganismos</i>
Contagiosos	<i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus agalactiae</i> , <i>Streptococcus dysgalactiae</i> , <i>Mycoplasma spp.</i>
Ambientales	Coliformes, <i>Pseudomona spp.</i> , <i>Streptococcus uberis</i> , <i>Streptococcus ambientales</i>
Oportunistas	<i>Staphylococcus coagulasa negativo</i>

La glándula mamaria infectada es la principal fuente de infección para los patógenos contagiosos, dándose las infecciones principalmente durante el ordeño por la penetración de los microorganismos a través del orificio del pezón (Smith y Hogan, 1995). Los microorganismos clasificados como ambientales son habitantes normales del entorno ambiental en el que viven las vacas (Andresen, 2001). El estiércol, las camas, la suciedad y demás, sirven como caldo de cultivo para la proliferación de estreptococos y coliformes ambientales (Jiménez, 2017). Estas infecciones ocurren normalmente durante la lactación temprana, originándose durante el período de no lactación y resultando en mastitis clínica durante los primeros 30-60

días después del parto (Barker et al., 1998). Un aspecto relevante que diferencia a las mastitis generadas por los microorganismos ambientales con la de los contagiosos es que, las primeras se caracterizan por RCS no muy elevados en comparación con las otras (Jiménez, 2017).

La variada manifestación a nivel temporal de esta enfermedad hace posible su clasificación en cuadros agudos y crónicos. La primera puede resultar de un arranque repentino o derivarse de la exacerbación de un cuadro crónico (reagudización). Se caracteriza por la observación de cambios físicos evidentes en la leche (grumos o coágulos, apariencia sanguinolenta) y disminución en su volumen de secreción. La inflamación del órgano varía de un edema leve a una inflamación dura, caliente y dolorosa que puede involucrar a uno o más cuartos. A menudo son evidentes signos de anorexia, depresión y fiebre. Una variante del cuadro agudo es el cuadro gangrenoso, en donde se puede ver al cuarto afectado de coloración azulada y tejidos necrosados. Los casos más severos pueden acompañarse de signos de toxemia y eventualmente la muerte del animal. Por otro lado, tenemos aquellas mastitis que se clasifican como de progresión crónica. Las mismas habitualmente se acompañan de un endurecimiento del o de los cuartos afectados, y lo más característico es la leche acuosa con grumos y coágulos que puede aparecer de forma continua o intermitente (Gasque Gómez, 2008).

En un relevamiento realizado por Giannechini (2005) se expuso que en Uruguay la prevalencia de mastitis subclínica era de 50% donde el 48% de los aislamientos fueron de *Staphylococcus aureus*.

Hay una alta prevalencia de esta enfermedad en los rodeos lecheros de todo el mundo (Seegers et al. 2003), siendo considerada así de gran importancia económica a nivel mundial. Según Giannechini et al. (2002b), en Uruguay las pérdidas por mastitis en el año 2002 fueron estimadas en US\$ 21.345.000, siendo el 70-80% causadas solamente por la reducción en la producción de la leche atribuida a las mastitis subclínicas. De lo anterior se desprende que la mastitis subclínica representa un enorme problema tanto para el productor como para la industria. Sin embargo, el impacto

económico de la mastitis subclínica no es evidente sin un análisis de pérdidas de producción, esta es la principal razón que dificulta la aplicación de medidas de control para la enfermedad por parte de los productores (Andresen, 2001).

Dentro de las pérdidas económicas que genera, no solo se tienen en cuenta la disminución de la producción de leche y las pérdidas en el precio por reducción de la calidad; sino que también, se deben considerar los costos de los tratamientos y gastos veterinarios, la eliminación de leche tratada con antibióticos, el descarte temprano de vacas, la pérdida de valor genético, hasta pudiendo llegar a pérdidas por la muerte directa de los animales (Jiménez, 2017; Dos Santos et al., 2002; Seegers et al., 2003).

Como factores de riesgos más importantes para la génesis de esta enfermedad se pueden mencionar: errores de manejo como el sobre ordeño, utilización de pezoneras de tamaño inadecuado, falta de sellado de los pezones al término del ordeño, lavado deficiente o inadecuado de la ubre, equipo o material contaminado, factores ambientales (época de lluvias), higiene del medio ambiente en el que viven, mal funcionamiento de la máquina de ordeño, entre otros (Gasque Gómez, 2008).

Como se señaló anteriormente, la inflamación de la glándula mamaria no solamente origina alteraciones en la producción sino también en la composición de la leche (proteína, grasa, lactosa, iones y enzimas) y sus propiedades físico-químicas. Una de las causas que explican este cambio composicional es el incremento en la cantidad de proteasas tanto endógenas como exógenas (algunos microorganismos liberan proteasas) (Albenizo et al., 2004). Contribuyendo a esta alteración, también se ve afectada la actividad de síntesis del epitelio glandular (Harmon, 1994).

Ya que algunos patógenos se encuentran muy diseminados en el ambiente, es imposible la completa erradicación de la enfermedad. Por lo tanto, el objetivo de cualquier programa de control, lejos de la erradicación, es reducción de la infección microbiana para tratar de minimizar las pérdidas

económicas tanto al productor como a la industria láctea (Bramnley et al., 1987).

Pese a que las mastitis son la mayor causa de RCS altos (Schepers et al., 1997), también coexisten otros factores que pueden modificar estos recuentos, no obstante, no son suficientes para hacer cambiar el estatus de un establecimiento de “sano” a “enfermo”. Algunos de ellos se ven explicados en el siguiente cuadro (Cuadro 2).

Cuadro 2. Causas fisiológicas que modifican el RCS en bovinos sanos.

Factor	Razón del aumento
Etapa de lactación (Ferreira et al., 2015)	Al final de la lactancia la baja en la producción puede generar disminución en el “efecto dilución”
Estación del año (Olde Rieckerink, 2007)	En verano aumentan los recuentos
Nivel de producción de leche (Sevi et al., 2001; Halasa et al., 2009)	Vacas de alta producción generalmente presentan recuentos más bajos por “efecto dilución”

4.3. Problemática del estrés calórico

Cómo se mencionó anteriormente las vacas paridas durante primavera se enfrentan a la problemática del estrés calórico lo que determina la producción de leche de las mismas.

El estrés calórico es definido como una situación en la cual la temperatura corporal interna de un animal excede el rango fisiológico para el normal funcionamiento de los sistemas biológicos. Esto resulta en un exceso de calor que deriva en una sobrecarga de la capacidad para disiparlo, lo que trae aparejado cambios comportamentales y fisiológicos (Bernabucci et al., 2010). Este problema ocurre en el ganado cuando, durante climas calientes

y húmedos, la habilidad natural de disipar el calor por medio del sudor y el jadeo es sobrepasada. Sumado a esto, es sabido que la capacidad de enfriamiento por evaporación en los bovinos es más exitosa en los climas secos que en los húmedos (Bohmanova et al., 2007). Es así entonces, que el estrés calórico es causado por una combinación de factores ambientales como son temperatura, humedad relativa, radiación solar, velocidad del aire y precipitaciones, siendo los dos primeros los de mayor importancia (Bohmanova et al., 2007). En Uruguay, durante los meses cálidos, la acción combinada de estos factores determina que el ambiente meteorológico se encuentre fuera de la zona de confort térmico del animal (Saravia et al., 2011).

La selección genética por mayor producción de leche, que ha ido ocurriendo a lo largo de los años de la mano del hombre, ha inadvertida e inevitablemente, creado animales con menor tolerancia al calor (Smith et al., 2013). Es así que los animales que tienen los niveles productivos más altos son los más susceptibles a padecer estrés calórico por tener metabolismos más acelerados (Bernabucci et al., 2010).

El mecanismo por el cual el estrés calórico impacta en la producción, y otros factores como la composición de la leche y la reproducción, se explica en parte por la reducción en el consumo voluntario individual de cada animal, acompañado por un aumento del requerimiento de mantenimiento (Bernabucci et al., 2010). Según Bertocchi et al. (2013), los valores de la composición de la leche tuvieron una significativa asociación con las condiciones climáticas a las que se enfrentaban las vacas. Los niveles más bajos de grasa y proteína fueron durante los meses de verano lo cual corresponde con los momentos de mayor temperatura ambiental. Esto coincide con Bernabucci et al. (2015) quienes afirman que los valores más altos de los sólidos de la leche fueron encontrados en los meses de invierno. Sin embargo, la lactosa no tuvo cambios significativos a lo largo de las estaciones.

Otro factor que puede tomar relevancia es que la producción de leche suele verse afectada por el fotoperiodo, viéndose incrementada a medida

que aumenta el largo de los días. El porcentaje de grasa en leche es la variable que más disminuye por el incremento del fotoperiodo, más que por cualquier otro factor (Bertocchi et al., 2013). Según Dahl et al. (2000) esto se explica porque los animales sufren una serie de cambios hormonales que, no solo afecta los litros producidos, sino también otros factores correlacionados como el comportamiento alimenticio, la reproducción y el crecimiento.

La salud de los bovinos se ve afectada tanto directa como indirectamente en situaciones de calor extremo. Condiciones climáticas intensas pueden ser causa directa de muerte de enfermedades, así como también en casos extremos causar la muerte. Por otro lado, los efectos indirectos van desde la reducción del consumo de nutrientes, alteraciones de las poblaciones de microorganismos (tanto alrededor como dentro del animal), aparición y/o aumento de patógenos y vectores biológicos de enfermedades, disminución de la resistencia del animal a infecciones (Bernabucci et al., 2010). La disminución de la resistencia a infecciones se ve explicada por la inhibición de la migración de leucocitos hacia los sitios de infección y por ende el desarrollo de la respuesta inflamatoria (Merlot, 2004).

Conjuntamente, el clima cálido y húmedo se torna ideal para la proliferación de patógenos y la contaminación ambiental en general. Por esto, es esperable que la contaminación bacteriana de la ubre por patógenos medioambientales se vea dramáticamente aumentada (Bertocchi et al., 2013). Un estudio realizado por Grille (2016) demuestra que en los meses de verano en Uruguay se observaron los mayores aislamientos de *S. aureus* en tanque, además de un aumento en los RCS en relación al resto de las estaciones.

Es por estas razones que el estrés calórico afecta la salud de las vacas lecheras y en particular la salud de la glándula mamaria (Smith et al., 2013).

Volviéndose así necesario conocer como es la respuesta a nivel productivo y de salud de los animales, cuando se enfrentan a diferentes

estrategias de alimentación y manejo en los sistemas de producción de Uruguay.

5. HIPÓTESIS

Las vacas que reciben una dieta DTM durante los primeros 160 dpp logran mayor producción de leche con menor pérdida de estado corporal (EC). También las vacas que durante la primavera realizan un doble pastoreo y en el verano pasan a consumir una dieta DTM, logran mantener la producción de leche durante estos meses. Las vacas que permaneces en los sistemas estabulados con dietas DTM presentan mayor incidencia de mastitis clínica y subclínica afectando la calidad de la leche.

6. OBJETIVOS

GENERAL

El objetivo general fue estudiar los efectos de las diferentes estrategias de alimentación en los primeros 160 dpp sobre la salud, especialmente sobre la salud de la ubre, la calidad y la producción de la leche de vacas paridas durante los meses de agosto-setiembre.

ESPECÍFICOS

Estudiar los efectos de las diferentes estrategias de alimentación en los primeros 160 dpp sobre:

- Producción de leche
- Recuento de células somáticas individual
- Incidencia de mastitis clínica
- Concentración de grasa, proteína y lactosa de la leche
- Evolución del EC

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Lugares físicos involucrados

El trabajo de campo se llevó a cabo en el tambo “La Armonía” de PILI S.A., Departamento de Paysandú, ruta 3, km 407.

Los análisis de composición química de leche (grasa, proteína y lactosa y recuento de células somáticas) fueron realizados en laboratorio de la Cooperativa COLAVECO, Parque El Retiro, Nueva Helvecia, Colonia.

Los cultivos y antibiogramas para las muestras de leche fueron realizados en el Laboratorio Regional Noreste “Miguel C. Rubino” de la DILAVE de Paysandú.

La preparación y organización de las herramientas de trabajo fueron realizadas en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC), Facultad de Agronomía, Ruta 3, km 363 de departamento de Paysandú. Del mismo modo, en la misma institución educativa, se almacenaron y procesaron muestras biológicas relevantes para el experimento.

7.2. Diseño experimental

Se seleccionaron 90 vacas de raza Holando multíparas con $2,1 \pm 1,2$ lactancias, con fecha de parto prevista entre los meses de agosto a octubre y que tuvieran un peso vivo pre parto promedio de $660 \pm 82,1$ kg. Fueron bloqueadas según fecha de parto, producción en la lactancia anterior (leche corregida por grasa a los 305 días), peso vivo preparto, número de lactancia (NL) y RCS de la última lactancia. Una vez conformados los bloques, se hizo una distribución al azar de los animales en tres tratamientos (30 vacas por tratamiento). Los tratamientos se aplicaron durante los primeros 160 días de la lactancia, consistiendo los mismos en diferentes combinaciones de dieta total mezclada (DTM), dieta parcial mezclada (DPM) y pastoreo. Los dpp se agruparon en 12 períodos de 15 días cada uno. A su vez, el experimento se dividió en 2 grandes momentos según las estaciones del año comprendidas que fueron primavera (14/09/2015 hasta 15/11/2015) y verano (16/11/2015 al 18/02/2016). La duración total del experimento fue de 158 días, abarcando el

período comprendido entre el 14 de septiembre del 2015 y el 18 de febrero del 2016 inclusive.

7.3. Rutina de trabajo e instalaciones

La rutina de ordeño diaria consistía en 2 ordeños, uno matutino a las 6:30 hrs. y otro vespertino a las 18:30 hrs.

La sala de ordeño estaba conformada por 30 órganos unilaterales y clasificada bajo la forma de “espina de pescado”.

La sala de espera contaba con un sistema de ventilación y aspersores colocados estratégicamente en el techo de la misma, cuya función es refrescar al animal utilizándose sobre todo en los meses más calurosos previo al ordeño de la tarde.

El encierro era techado y contaba con un corredor central con piso de cemento, en donde se les depositaba el alimento a los animales, y 2 áreas con piso de tierra en las que se encontraban los bovinos. El agua se administra *ad libitum*. En todos los corrales había además un área con malla sombra. El lugar de encierro se encontraba aproximadamente a 500 metros de distancia de donde pastoreaban los animales.

Cada tratamiento tuvo un corral asignado el cual se mantuvo durante todo el período experimental.

7.4. Tratamientos

En la Fig. 1 se presenta un esquema con los tres tratamientos realizados en el experimento.

Tratamiento DTM+DTM. Durante la primavera y el verano las vacas estuvieron estabuladas y recibieron alimentación *ad-libitum* de dieta totalmente mezclada (DTM) durante los primeros 160 días de lactancia.

Tratamiento DPM25+DTM. Durante la primavera se realizaba un doble pastoreo después de cada ordeño, entre los horarios de 7:30 a 11:00 y de

19:00 a 6:00 horas. Además, se alimentaba a los animales con DTM equivalente al 25% de la recibida por el tratamiento DTM+DTM. El alimento se daba a las 11:30 horas y los animales permanecían en un lugar con agua y sombra hasta el ordeño de la tarde. Durante el verano se procedió a la estabulación de este tratamiento y su alimentación pasó a ser igual a la del tratamiento DTM+DTM, sin pastoreo.

Tratamiento DPM25+DPM35. En la primavera se realizaba un doble pastoreo después de cada ordeño, entre los horarios de 7:30 a 11:00 y de 19:00 a 6:00 horas. Además, se alimentaba a los animales con DTM equivalente al 25% de la recibida por el tratamiento DTM+DTM. El alimento se daba a las 11:30 horas y los animales permanecían en un lugar con agua y sombra hasta el ordeño de la tarde. Durante el verano, entre el ordeño de la mañana y de la tarde, las vacas quedaban estabuladas y recibían una oferta de DTM equivalente al 35 % de la recibida por el tratamiento DTM+DTM. También realizaban un pastoreo entre el ordeño de la tarde y la mañana, entre las 19:00 y las 6:00 horas.

El cambio de manejo de estación de “primavera” a “verano” se realizó a los 70±14 días de lactación para todas las vacas.

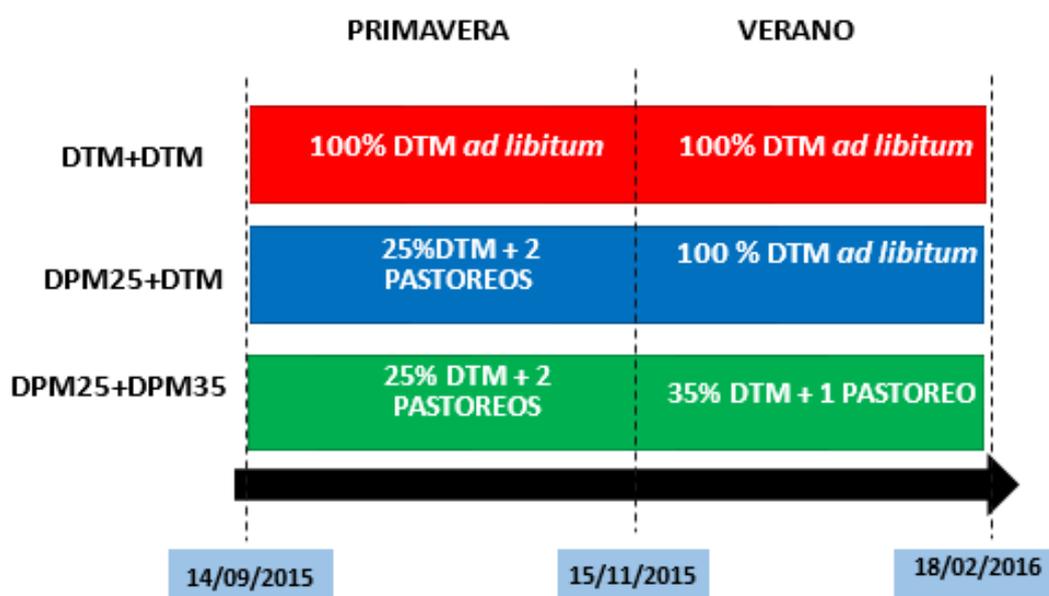


Figura 1. Esquema de los tres tratamientos.

7.5. Alimentación

Los animales que estaban en pastoreo tenían acceso a pasturas de Festuca (*Festuca arundinacea*) y Dactylis (*Dactylis perseo*) en los meses de primavera y sorgo forrajero (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanensis* Var. ACA 727) en los meses de verano (a partir del 20 de diciembre). La asignación de forraje para los tratamientos en pastoreo era de 40 kg MS/vaca/día.

La DTM estaba compuesta por ensilaje de planta entera de sorgo (33,0%), grano seco de sorgo (12,5%), pulpa de citrus (10,0%), expeler de canola (16,5%), burlanda de sorgo (10,0%) y cáscara de soja (16,0%). A esto se le sumaba la adición de un premix de vitaminas y minerales formulado a medida (1,3%) y urea (0,2%). Para el tratamiento DTM+DTM, la misma era administrada *ad libitum*, y en base a su consumo se determinaba la suplementación de DTM para los demás tratamientos. Durante la primavera los valores administrados a los tratamientos DPM25+DTM y DPM25+DPM35 correspondieron al 25% del total de lo administrado al tratamiento DTM+DTM. Durante el verano se procedió a administrarle DTM *ad libitum* al tratamiento DPM25+DTM de igual forma que al tratamiento DTM+DTM, mientras que al tratamiento DPM25+DPM35 se lo suplementó con el equivalente al 35% de ese total.

En el Cuadro 3 se presenta la composición química de los alimentos en % de MS.

Cuadro 3. Composición química de los alimentos en % de MS.

Alimento	Periodo	PC	EE	FDN	FDA	C
DTM	Septiembre	16,61	2,35	45,08	23,82	7,03
DTM	Octubre	16,80	3,48	40,40	22,34	6,50
DTM	Noviembre	17,35	3,75	38,41	20,99	5,44
DTM	Diciembre	16,59	3,14	35,66	20,51	6,03
DTM	Enero	16,75	2,97	38,36	22,29	6,65
DTM	Febrero	16,33	1,49	42,56	23,08	4,96
FESTUCA+DACTYLIS	Octubre	13,56	2,29	48,94	24,01	10,05
FESTUCA+DACTYLIS	Noviembre	12,63	1,23	55,10	27,31	10,50
FESTUCA+DACTYLIS	Diciembre	10,39	1,91	62,01	32,19	10,87
SORGO FORRAJERO	Enero	15,36	1,81	52,39	25,56	10,23
SORGO FORRAJERO	Febrero	12,72	1,29	61,64	27,75	10,10

¹PC = Proteína Cruda; ²EE = Estrato etéreo; ³FDN = Fibra Detergente Neutra; ⁴FDA = Fibra Detergente Ácida; ⁵C = Cenizas

7.6. Mediciones realizadas

Peso Vivo. Se determinó 30 días previos al parto para la definición de los bloques.

Estado corporal. Fue determinado en forma quincenal desde los 30 días que precedían al parto, hasta los 180 días después del parto. El EC se determinó siempre por el mismo observador utilizando la escala de 1 a 5 (1 flaca – 5 gorda) según Edmonson et al. (1989).

Producción individual de leche y muestras para composición química. La producción individual de leche se midió semanalmente en medidores comerciales Waikato®, de los cuales posteriormente se obtuvieron alícuotas de leche de cada ordeño. Esas alícuotas de leche se mezclaron con conservante (LACTOPOL) para su preservación y se enviaron 2 muestras por vaca, correspondientes a cada ordeño (AM y PM). Las muestras se remitieron al Laboratorio COLAVECO y se determinaron las concentraciones de grasa (método Röse Gottlieb), proteínas totales (método Kjeldahl), lactosa (método enzimático) y RCS (método de citometría de flujo).

Cultivos bacterianos. Semanalmente, se efectuó el seguimiento del RCS individual de cada vaca, realizándose la prueba de primeros chorros de la leche de aquellos animales con RCS > 200 mil cél/mL, con el objetivo de determinar si las mastitis eran clínicas o subclínicas. En aquellas vacas que presentaban mastitis subclínicas (RCS > 200 mil cél/mL sin alteraciones macroscópicas de la leche) se realizó la prueba de California Mastitis Test (CMT) para determinar él o los cuartos afectados. De las vacas con altos recuentos de células somáticas se obtuvieron muestras de leche estéril por vacas (pool) y por cuarto afectado para realizar el cultivo y antibiograma correspondiente. Las muestras fueron conservadas a 5°C y remitidas al Laboratorio Regional Noroeste de la DILAVE, Paysandú para dichos análisis. Las muestras estériles se cultivaron en placas de agar sangre y fueron llevadas a la estufa a 37°C por 24-48 hrs. para poder determinarse los microorganismos causantes de la enfermedad. La metodología para la realización de los cultivos e identificación bacteriana está reportada previamente en el trabajo de Giannechini et al. (2002a).

Índice de temperatura y humedad (ITH). Utilizando los datos de la Estación Meteorológica de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” se confeccionó el ITH. Para esto se utilizaron los datos de temperatura promedio, máxima y mínima, así como el porcentaje de humedad ambiental. Se utilizó la ecuación de $ITH = (1,8 \times Temperatura + 32) - [(0,55 - 0,0055 \times HR) \times (1,8 \times Temperatura - 26,8)]$ (NRC, 1971).

7.7. Análisis estadístico

Las variables consistentes en observaciones repetidas en el tiempo como son producción y composición de la leche y EC, fueron analizadas por el procedimiento mixto del SAS 9.2 (2008). Las medias de los efectos significativos fueron comparadas usando el test de Tukey. Se utilizó un nivel de significancia $\leq 0,05$ y para valores de p entre 0,05 y 0,11 se consideró tendencia.

El modelo estadístico incluyó como efectos fijos a los tratamientos, las observaciones (semanas post-parto y época del año), el estado de salud y

las interacciones entre ellos. El estado de salud fue definido en tres grupos, siendo los mismos: vacas aparentemente sanas (0), vacas con mastitis clínica (1) y vacas que presentaron metritis y/o retención de placenta (2).

La probabilidad de infección fue determinada mediante el RCS, definiendo como enfermas a aquellas vacas que presentaban recuentos > 200.000 cél. /mL. (1), en comparación con las sanas que presentaban un RCS por debajo de este límite (0).

8. RESULTADOS

8.1. Estado corporal:

Para los resultados de EC de las vacas del experimento se encontraron efectos de los bloques ($p < 0,001$). Hubo además efecto de los tratamientos ($p = 0,008$), siendo las vacas pertenecientes al tratamiento DTM+DTM ($2,9 \pm 0,05A$) las que presentaron mayor EC en contraste con las del tratamiento DPM25+DTM ($2,7 \pm 0,05B$). Las vacas pertenecientes al tratamiento DPM25+DPM35 ($2,8 \pm 0,05AB$) no presentaron variaciones comparándolas con las de los otros tratamientos.

También hubo efecto de los períodos post parto ($p < 0,001$) y en la interacción entre el tratamiento*período post parto ($p = 0,05$).

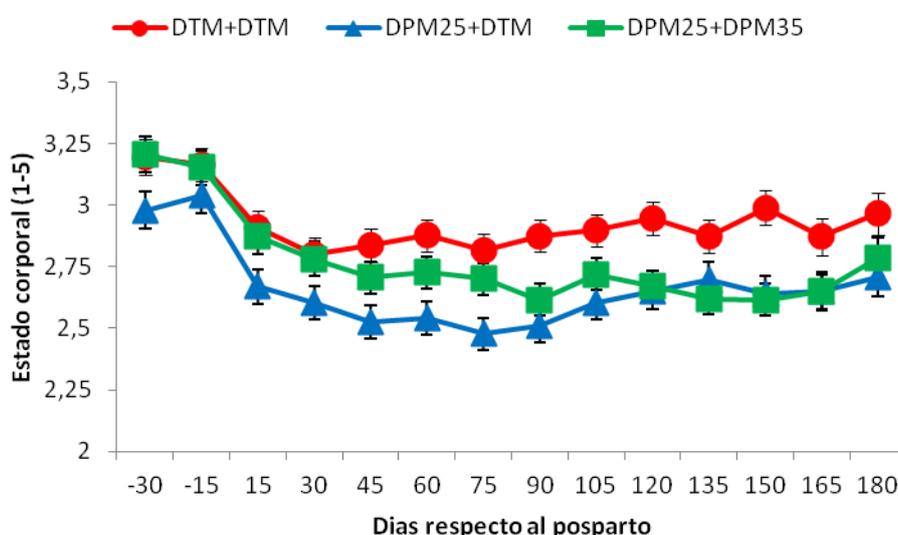


Figura 2. Estado corporal de las vacas de los tres tratamientos. Tratamientos: DTM+DTM (dietas totalmente mezcladas en primavera y verano), DPM25+DTM (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DTM en verano) y DPM25+DPM35 (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DPM 35% de DTM en verano).

El día 75 pos parto el tratamiento DPM25+DTM ($2,5 \pm 0,07$) presentó el menor EC en relación al tratamiento DTM+DTM ($2,8 \pm 0,06$) y DPM25+DPM35 ($2,7 \pm 0,06$). A los días 90, 120 y 150 los animales del tratamiento DTM+DTM presentó mayor EC que los restantes tratamientos.

Además, en los días 105 y 135 el tratamiento DTM+DTM presentó mayor EC que las vacas del tratamiento DPM25+DPM35; en el tratamiento DPM25+DTM presentó una media de EC que no difirió de los restantes tratamientos. En las últimas evaluaciones del experimento (día 165 y 180) no hubo diferencias entre los tratamientos.

Las vacas del tratamiento DPM25+DTM presentaron un incremento gradual del EC a partir del día 75 post parto, encontrando diferencias significativas a partir del día 120 post parto en relación al día 75 post parto.

8.2. Producción de leche:

Hubo efecto en la producción de leche de los bloques ($p < 0,001$), los tratamientos ($p < 0,001$) y de los dpp ($p < 0,001$). El tratamiento DTM+DTM ($32,0 \pm 0,59A$) fue para el cual se obtuvieron los mayores resultados de producción de leche, en comparación con los tratamientos DPM25+DTM ($27,0 \pm 0,63B$) y DPM25+DPM35 ($25,7 \pm 0,59B$) entre los cuales no se observó diferencia.

La interacción entre tratamiento y dpp fue significativa ($p = 0,016$). Para el tratamiento DTM+DTM se vieron variaciones a lo largo del experimento. Las mismas representaron aumentos en producción de leche los primeros 60 dpp aproximadamente, posteriormente a este período hubo valores constantes en la producción que luego fueron disminuyendo paulatinamente. Los volúmenes de producción de las vacas pertenecientes al tratamiento DPM25+DPM35 se comportaron de forma similar a lo anteriormente descrito, sin embargo, los aumentos de producción al inicio del experimento no fueron tan marcados. Por otro lado, las vacas pertenecientes al tratamiento DPM25+DTM se diferenciaron de los demás tratamientos en el mantenimiento de los niveles de producción constantes luego de los 90 días y hasta los 135 dpp aproximadamente.

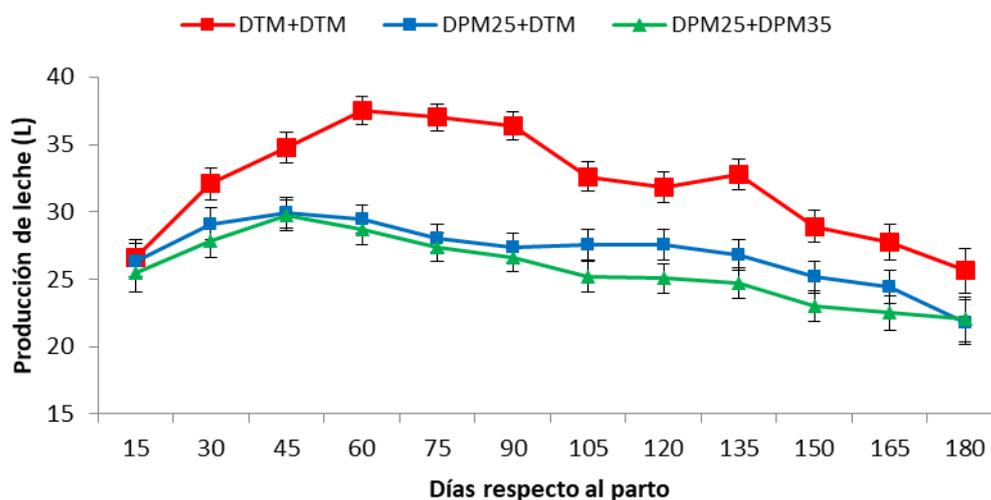


Figura 3. Niveles de producción de las vacas de los tres tratamientos. Tratamientos: DTM+DTM (dietas totalmente mezcladas en primavera y verano), DPM25+DTM (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DTM en verano) y DPM25+DPM35 (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DPM 35% de DTM en verano).

Cuadro 4. Producción de leche para los tratamientos de acuerdo a la estación del año.

Tratamientos	Primavera	Verano
DTM+DTM	32,7±0,87 A	31,3±0,70 A
DPM25+DTM	25,9±0,88 B	28,0±0,74 B
DPM25+DPM35	26,4±0,88 B	25,0±0,71 C

Letras diferentes entre filas, indica diferencia significativa ($p < 0,05$) dentro de cada tratamiento, para cada momento del año. Tratamientos: DTM+DTM (dietas totalmente mezcladas en primavera y verano), DPM25+DTM (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DTM en verano) y DPM25+DPM35 (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DPM 35% de DTM en verano).

8.3. Sólidos de la leche:

8.3.1. Proteína

Para los resultados de proteína en leche se encontraron efectos de los tratamientos ($p < 0,001$), siendo, en orden decreciente, el resultado de los tratamientos: DPM25+DTM ($3,4 \pm 0,04A$), DTM+DTM ($3,3 \pm 0,02A$) y DPM25+DPM35 ($3,1 \pm 0,05B$). Hubo además efecto del bloque ($p < 0,001$) y de los dpp ($p < 0,001$). Así mismo, se observó efecto ($p = 0,009$) para los valores

obtenidos en los diferentes estados de salud. Comparando los resultados obtenidos por las vacas aparentemente sanas ($3,2\pm 0,02B$) y aquellas que presentaban mastitis ($3,3\pm 0,03A$), se vio que estas últimas tenían valores de proteína en leche aumentados en comparación con las primeras. Cabe destacar, que aquellos animales que sufrían otro tipo de patología ($3,2\pm 0,06AB$), como son metritis y retención de placenta, no presentaron diferencia significativa con respecto a los aparentemente sanos, ni a los que tenían mastitis clínica.

También se pudo observar que hubo efecto de la estación ($p < 0,001$), dándose una disminución de la proteína en leche en los meses de verano (Primavera = $3,3\pm 0,03A$; Verano = $3,2\pm 0,02B$).

Hubo efecto ($p = 0,05$) de la interacción entre tratamiento y tipo de enfermedad sobre la proteína de la leche. En el Cuadro 5 se presentan los resultados del porcentaje de proteína para cada tratamiento de acuerdo al tipo de enfermedad.

Cuadro 5. Proteína en leche para los tratamientos de acuerdo al tipo de enfermedad.

TRATAMIENTOS	Tipo de enfermedad	Proteína (media±error)	Diferencias
DTM+DTM	Sanas	3,2±0,04	A
	Mastitis clínica	3,3±0,04	A
	Metritis/RP	3,3±0,06	A
DPM25+DTM	Sanas	3,3±0,03	A
	Mastitis clínica	3,4±0,05	A
	Metritis/RP	3,4±0,10	A
DPM25+DPM35	Sanas	3,2±0,03	AB
	Mastitis clínica	3,2±0,05	A
	Metritis/RP	2,8±0,14	B

Letras diferentes entre filas, indica diferencia significativa ($p < 0,05$) dentro de cada tratamiento, para cada tipo de enfermedad. Tratamientos: DTM+DTM (dietas totalmente mezcladas en primavera y verano), DPM25+DTM (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DTM en verano), DPM25+DPM35 (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DPM 35% de DTM en verano).

La interacción entre los diferentes tratamientos y los dpp, tuvo efecto sobre la proteína de la leche ($p = 0,03$). Hasta los primeros 45 dpp aproximadamente se pudo observar un descenso de la proteína en leche de todas las vacas sin importar el tratamiento al que pertenecían. Para los tratamientos DTM+DTM y DPM25+DPM35 no se observaron cambios a lo largo de los dpp. Sin embargo, en lo que respecta al tratamiento DPM25+DTM, se pudo observar un aumento en la proteína de la leche a partir del día 90 post parto aproximadamente.

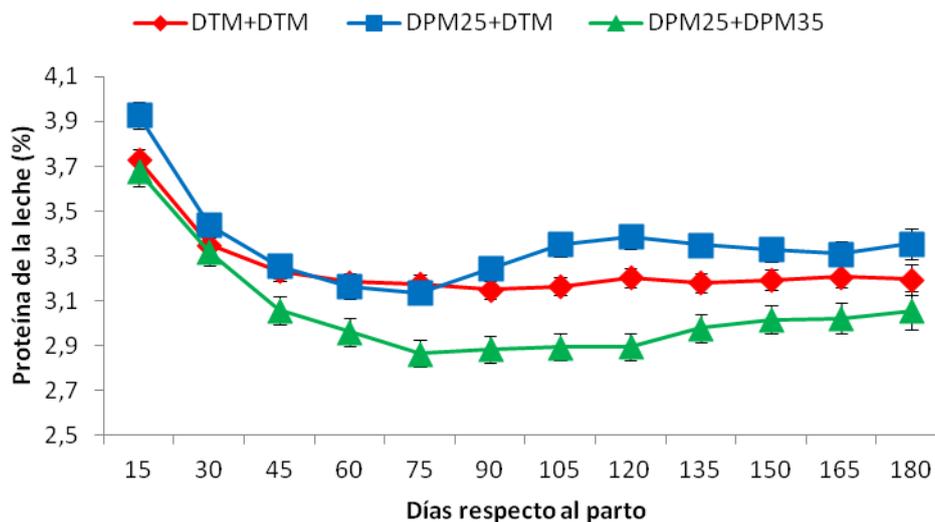


Figura 4. Proteína de la leche para los tres tratamientos. Tratamientos: DTM+DTM (dietas totalmente mezcladas en primavera y verano), DPM25+DTM (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DTM en verano) y DPM25+DPM35 (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DPM 35% de DTM en verano).

8.3.2. Grasa

Hubo efecto de los bloques ($p=0,001$) y los tratamientos ($p<0,001$) sobre la composición de la grasa en la leche. Con respecto a estos últimos, los valores más altos de grasa en la leche fueron para las vacas pertenecientes al tratamiento DPM25+DPM35 ($3,9\pm 0,07A$), seguidos por los tratamientos DPM25+DTM ($3,4\pm 0,06B$) y DTM+DTM ($3,2\pm 0,04B$) respectivamente. Para el tipo de enfermedad también se observó una tendencia ($p=0,06$), encontrándose diferencias en el porcentaje de la grasa en leche solamente entre las vacas con metritis y retención de placenta ($3,6\pm 0,09A$) y las aparentemente sanas ($3,4\pm 0,03B$), mientras que ambos grupos comparados con el de las vacas convalecientes con mastitis clínica ($3,4\pm 0,04AB$) no presentaron diferencia significativa.

Asimismo, se observaron diferencias entre primavera ($3,7\pm 0,04A$) y verano ($3,2\pm 0,04B$) en la concentración de grasa de la leche, siendo las mayores concentraciones encontradas en los meses de primavera.

Cuadro 6. Grasa en leche para los tratamientos de acuerdo al tipo de enfermedad.

TRATAMIENTOS	Tipo de enfermedad	Grasa (media±error)	Diferencias
DTM+DTM	Sanas	3,3±0,07	A
	Mastitis clínica	3,2±0,06	A
	Metritis/RP	3,1±0,09	A
DPM25+DTM	Sanas	3,3±0,04	A
	Mastitis clínica	3,4±0,08	A
	Metritis/RP	3,4±0,15	A
DPM25+DPM35	Sanas	3,6±0,04	B
	Mastitis clínica	3,7±0,07	AB
	Metritis/RP	4,3±0,21	A

Letras diferentes entre filas, indica diferencia significativa ($p < 0,05$) dentro de cada tratamiento, para cada tipo de enfermedad. Tratamientos: DTM+DTM (dietas totalmente mezcladas en primavera y verano), DPM25+DTM (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DTM en verano) y DPM25+DPM35 (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DPM 35% de DTM en verano).

Hubo una tendencia del efecto de la interacción entre tratamientos y dpp en la grasa de la leche ($p = 0,11$).

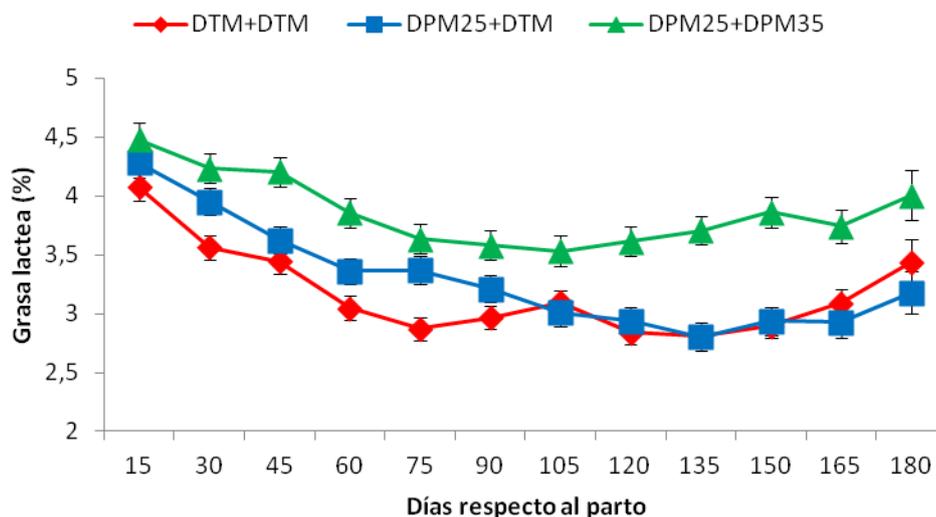


Figura 5. Grasa de la leche para los tres tratamientos. Tratamientos: DTM+DTM (dietas totalmente mezcladas en primavera y verano), DPM25+DTM (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DTM en verano) y DPM25+DPM35 (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DPM 35% de DTM en verano).

8.3.3. Lactosa

La concentración de lactosa no estuvo afectada por el tratamiento ($p=0,86$), sin embargo si fue afectada por los bloques ($p<0,001$) y el tipo de enfermedad ($p<0,001$). Teniendo en cuenta el tipo de enfermedad, se encontraron los valores más altos de lactosa en la leche de las vacas que padecían metritis y retención de placenta ($5,0\pm 0,06A$), en comparación con aquellas aparentemente sanas ($4,8\pm 0,02B$) y las que presentaban mastitis clínica ($4,7\pm 0,03B$). Entre las últimas dos no hubo diferencias.

No hubo efecto de la estación del año ($p=0,42$) sobre la concentración de lactosa en leche.

Cuadro 7. Lactosa en leche para los tratamientos de acuerdo al tipo de enfermedad.

TRATAMIENTOS	Tipo de enfermedad	Lactosa (media±error)	Diferencias
DTM+DTM	Sanas	4,8±0,04	A
	Mastitis clínica	4,7±0,04	A
	Metritis/RP	4,9±0,06	A
DPM25+DTM	Sanas	4,8±0,03	AB
	Mastitis clínica	4,7±0,05	B
	Metritis/RP	5,1±0,10	A
DPM25+DPM35	Sanas	4,7±0,03	A
	Mastitis clínica	4,7±0,05	A
	Metritis/RP	5,0±0,14	A

Letras diferentes entre filas, indica diferencia significativa ($p < 0,05$) dentro de cada tratamiento, para cada tipo de enfermedad. Tratamientos: DTM+DTM (dietas totalmente mezcladas en primavera y verano), DPM25+DTM (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DTM en verano) y DPM25+DPM35 (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DPM 35% de DTM en verano).

No hubo efecto en el porcentaje de lactosa en la leche para la interacción entre tratamiento y dpp ($p = 0,15$).

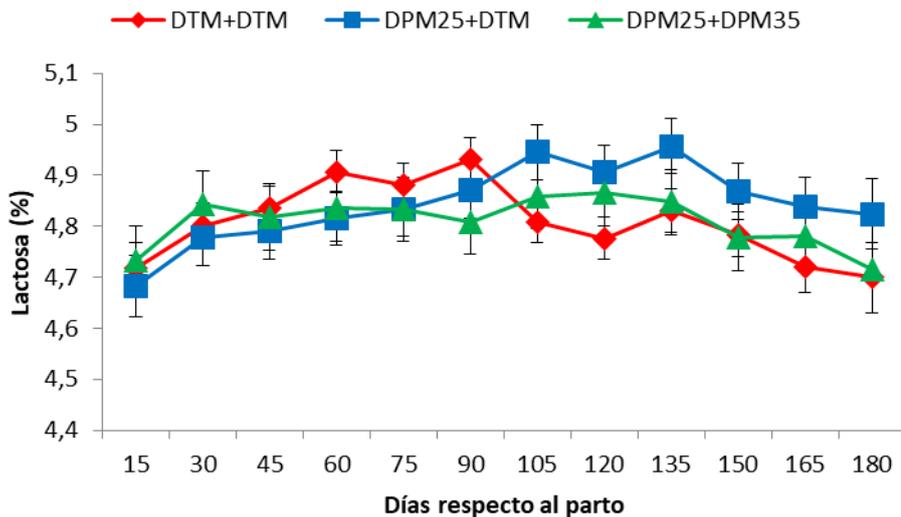


Figura 6. Lactosa de la leche para los tres tratamientos. Tratamientos: DTM+DTM (dietas totalmente mezcladas en primavera y verano), DPM25+DTM (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DTM en verano) y DPM25+DPM35 (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DPM 35% de DTM en verano).

8.4. Salud de ubre:

8.4.1. Recuento de Células Somáticas

Hubo efecto de los tratamientos ($p=0,0016$) para el RCS en la leche. Los valores para el RCS en la leche más altos fueron para el tratamiento DTM+DTM ($5,4\pm 0,04A$), siendo seguido por los tratamientos DPM25+DTM ($5,3\pm 0,05AB$) y DPM25+DPM35 ($5,1\pm 0,07B$), respectivamente. También hubo efecto de los bloques ($p<0,0001$) sobre el RCS en la leche.

Hubo efecto del tipo de enfermedad ($p<0,0001$) e interacción entre el tratamiento y el tipo de enfermedad ($p<0,0001$).

Para el tipo de enfermedad, se observaron los RCS más elevados para los animales que presentaban mastitis clínica ($5,7\pm 0,04A$), siguiéndole en orden decreciente aquellos que estaban aparentemente sanos ($5,2\pm 0,03B$) y por último los que presentaron otro tipo de patologías, como son metritis y retención de placenta ($4,8\pm 0,09C$). En el Cuadro 8 se presentan las medias del RCS (Log10) para cada tratamiento y de acuerdo al tipo de enfermedad.

Cabe destacar que, se pudieron ver diferencias de RCS en leche, teniendo en cuenta las dos diferentes estaciones del año en las que transcurrió el experimento, ya que hubo efecto del período primavera/verano ($p=0,0028$). Dichos valores fueron mayores para el verano ($5,3\pm 0,04A$) en comparación con la primavera ($5,2\pm 0,04B$).

Cuadro 8. Recuento de células somáticas en leche para los tratamientos de acuerdo al tipo de enfermedad.

TRATAMIENTOS	Tipo de enfermedad	RCS Log10 (media±error)	Diferencias
DTM+DTM	Sanas	$5,2\pm 0,06$	B
	Mastitis clínica	$5,6\pm 0,06$	A
	Metritis/RP	$5,3\pm 0,09$	AB
DPM25+DTM	Sanas	$5,3\pm 0,04$	B
	Mastitis clínica	$5,7\pm 0,08$	A
	Metritis/RP	$4,8\pm 0,15$	C
DPM25+DPM35	Sanas	$5,1\pm 0,04$	B
	Mastitis clínica	$5,8\pm 0,07$	A
	Metritis/RP	$4,3\pm 0,21$	C

Letras diferentes entre filas, indica diferencia significativa ($p<0,05$) dentro de cada tratamiento, para cada tipo de enfermedad. Tratamientos: DTM+DTM (dietas totalmente mezcladas en primavera y verano), DPM25+DTM (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DTM en verano) y DPM25+DPM35 (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DPM 35% de DTM en verano).

No hubo efecto en el RCS en la leche para la interacción tratamiento y estación del año ($p=0,97$).

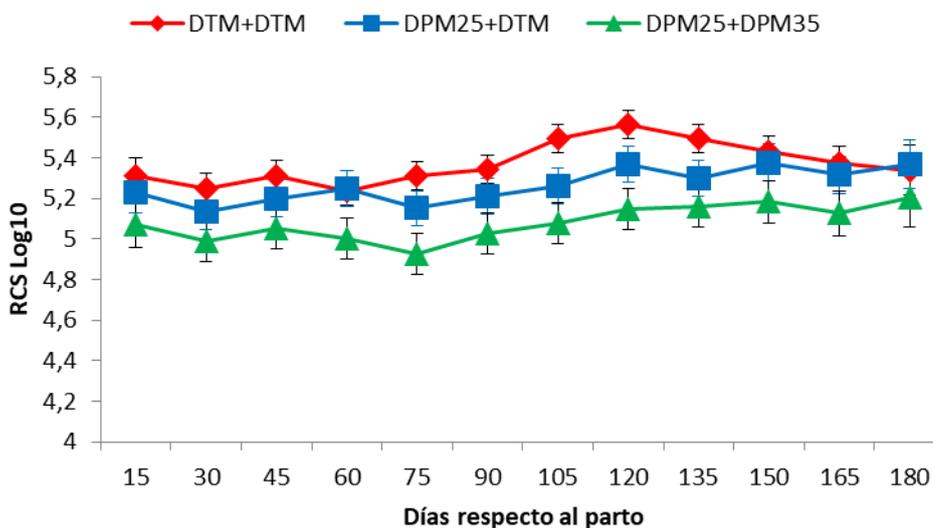


Figura 7. Recuento de Células Somáticas de la leche para los tres tratamientos.

Tratamientos: DTM+DTM (dietas totalmente mezcladas en primavera y verano), DPM25+DTM (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DTM en verano) y DPM25+DPM35 (Dieta parcialmente mezclada 25% del DTM en primavera y DPM 35% de DTM en verano).

8.4.2. Mastitis Clínica

En el cuadro 9 se presenta la incidencia de mastitis para cada estación del año y para cada tratamiento.

Cuadro 9. Incidencia de mastitis clínica para cada tratamiento en cada estación del año

Tratamiento	Primavera	Verano
DTM+DTM	50% (n=15)	13% (n=4)
DPM25+DTM	30% (n=9)	3% (n=1)
DPM25+DPM35	37% (n=11)	10% (n=3)
Total	35	8

De las muestras remitidas al laboratorio de casos de mastitis clínica, se obtuvieron los resultados que se presentan en la Figura 7. En muchas muestras no se obtuvo desarrollo (24%) o estaban contaminadas (21%), no siendo posible el diagnóstico. Hubo desarrollo de colonias de *Staphylococcus aureus* (24%) en mayor porcentaje, seguidas en menor medida por colonias de

Micrococcus sp. (10%) y *Staphylococcus coagulasa negativus* (7%). Así mismo, hubo desarrollo de colonias de bacterias como *Streptococcus agalactiae* (4%), *Streptococcus dysgalactiae* (4%), *Streptococcus uberis* (3%) y *Escherichia coli* (3%).

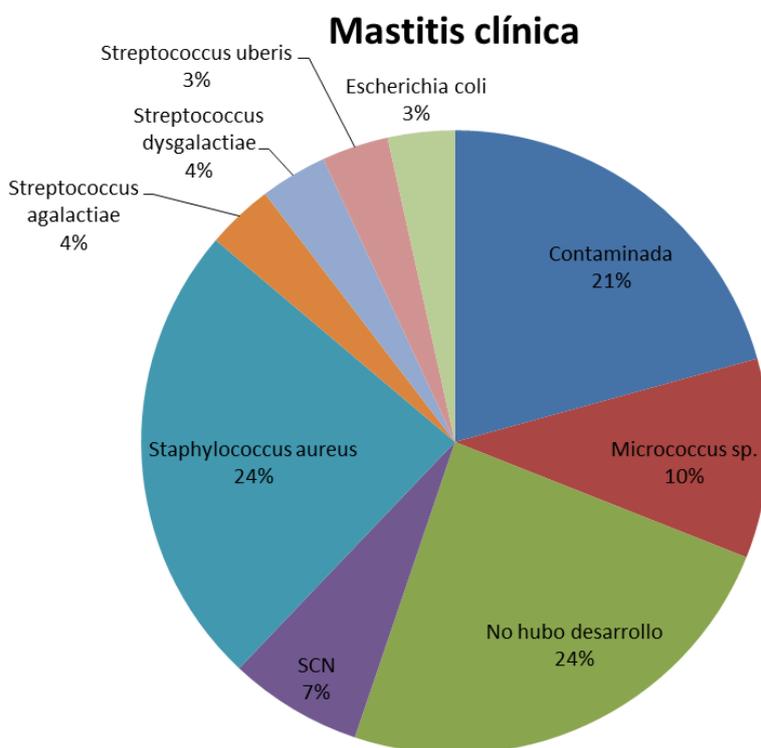


Figura 8. Resultado de cultivos bacterianos de vacas que presentaban mastitis clínica.

8.4.3. Mastitis Subclínica

Un gran porcentaje de los resultados de las muestras de leche de vacas que presentaban RCS altos se encontraron contaminados (38%), mientras que en otro porcentaje no hubo desarrollo (31%). Por otro lado, el tercio restante de las muestras cultivadas presentaron colonias de *Staphylococcus aureus* (31%). Los resultados se presentan en la Figura 8.

Mastitis subclínica

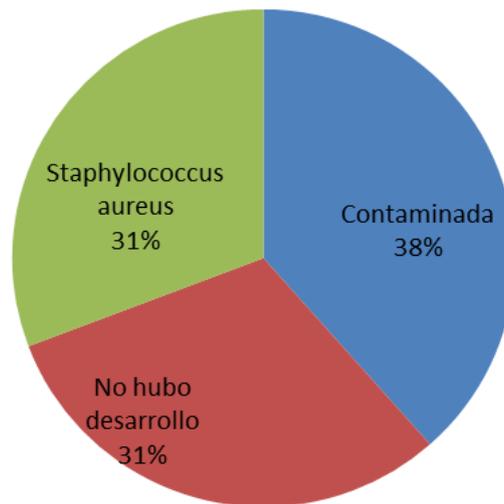


Figura 9. Resultado de cultivos bacterianos de vacas que presentaban Mastitis Subclínica.

8.4.4. Probabilidad de infección

Para el análisis de la probabilidad de encontrar una vaca infectada, se observó diferencia entre los períodos de experimento ($p < 0,0001$) ya que en la primavera ($0,26 \pm 0,07B$) se vieron valores más bajos de RCS en comparación con el verano ($0,46 \pm 0,08A$).

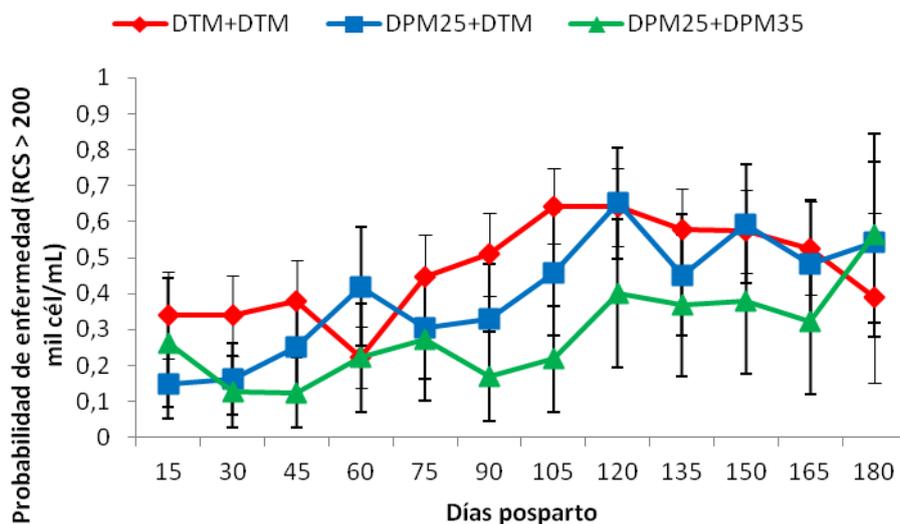


Figura 10. Probabilidad de encontrar una vaca infectada a lo largo del período de experimentación.

8.5. Índice de temperatura y humedad

El ITH promedio analizado reflejó que las horas más críticas del día, durante todo el período experimental, fueron las abarcadas en el período comprendido entre las 11:00 y las 19:00 horas, en comparación con los otros dos grupos horarios: 19:00-03:00 y 03:00-11:00. Por otro lado, también se pudo observar que los meses más críticos fueron diciembre, enero y febrero, destacándose el mes de enero como peor, con índices que alcanzaron los 80 puntos.

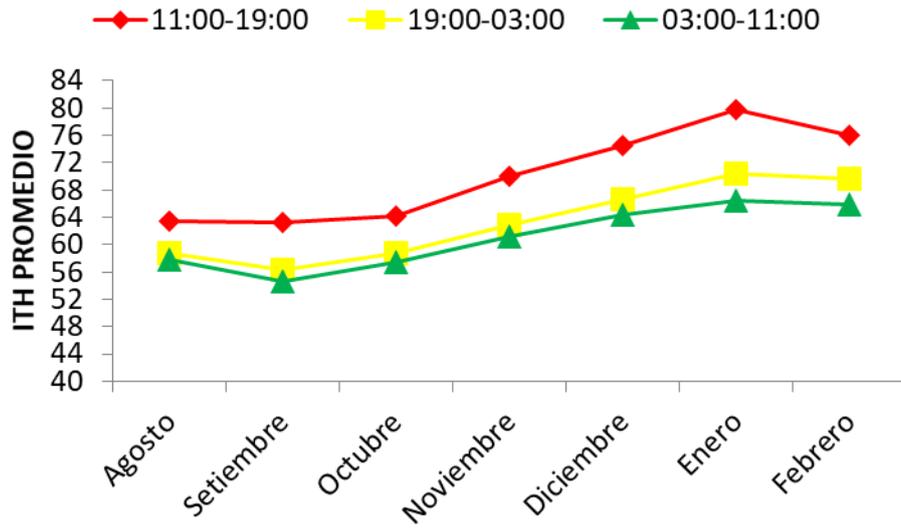


Figura 11. ITH promedio a lo largo del período de experimentación.

9. DISCUSIÓN

Como era sensato esperar, las vacas que presentaron mayor EC promedio durante todo el experimento fueron las pertenecientes al tratamiento DTM+DTM, en contraste con los animales del tratamiento DPM25+DTM. Además, cuando se evaluó el EC en relación a los dpp, a partir del día 90, las vacas del tratamiento DTM+DTM presentaron generalmente mayor EC que los restantes tratamientos con diferencias variables entre los mismos. Los resultados obtenidos obedecen a dos razones principales: la alimentación y el confinamiento. Es así que se obtuvieron las mayores puntuaciones en la escala de EC para las vacas del tratamiento DTM+DTM quienes tenían alimento *ad libitum* y una reducida actividad física a lo largo de todo el experimento, en comparación con los demás tratamientos. Por otra parte, la estrategia de alimentación utilizada en el tratamiento DPM25+DTM tuvo un efecto positivo sobre el EC ya que las vacas fueron aumentando el grado de reservas corporales. Los resultados de EC coinciden con los reportados en otros trabajos (Kolver y Müller, 1998; Bargo et al., 2002) donde las vacas en pastoreo presentaron menor peso y EC que aquellas alimentadas con DTM.

Acompañando lo anteriormente descrito, el tratamiento que tuvo mayor promedio de producción diaria de leche individual y total durante todo el periodo experimental fue el DTM+DTM. Las vacas de este tratamiento produjeron 5 y 7 litros más de leche por día que los tratamientos DPM25+DTM y DPM25+DPM35, respectivamente. Nuevamente, el cambio de estrategia alimenticia durante el verano en el tratamiento DPM25+DTM determinó que este grupo presentara mayor producción de leche que el tratamiento DPM25+DPM35 durante ésta estación del año (diferencia de 3 litros/día/vaca). Las diferencias encontradas entre los tratamientos concuerdan con los trabajos de Kolver y Müller (1998) y Bargo et al. (2002), quienes encontraron que en general, los animales en pastoreo, tenían producciones menores en comparación a aquellos que en su dieta incluían al menos un porcentaje de DTM.

En lo que respecta a la proteína de la leche, se encontraron efectos de los tratamientos, obteniéndose, por un lado, en los tratamientos DPM25+DTM y

DTM+DTM los mayores valores para proteína en leche – sin diferencias significativas –, y por otro, al tratamiento DPM25+DPM35 cuyos animales obtuvieron los menores valores. Esto se explica por la mayor disponibilidad energética que tenían los animales pertenecientes a los tratamientos DPM25+DTM y DTM+DTM en su alimentación, en comparación con el restante tratamiento en el cual el predominio era de fibra (pastura) (Acosta, 2017). Dicho suceso se registró en particular, en el tratamiento DPM25+DTM que experimentó el cambio de alimentación más radical, en cuyas vacas los niveles de proteína se vieron alterados en más luego del cambio de estrategia alimenticia. Como era lógico esperar, hubo efecto de los dpp al igual que en la estación del año, viéndose en ambos casos una disminución paulatina de los tenores proteicos de la leche. Según Acosta (2017) uno de los factores de los que depende la composición de la leche es la etapa de lactancia entrando a cobrar importancia el factor “tiempo”. Es conveniente mencionar además que en los meses de verano fue cuando se registraron los valores más bajos para proteína en leche en el presente trabajo. Estos resultados confirman los hallazgos previos (Bernabucci et al., 2010; Bertocchi et al., 2013) que encontraron que en los meses con más altas temperaturas se encontraban los menores niveles de proteína en leche. Por otro lado, para los valores de proteína también hubo efecto en los diferentes estados de salud, ya que las vacas que padecían mastitis tenían valores más altos con respecto a las aparentemente sanas. Con respecto al tercer grupo – animales con metritis y retención de placenta – no se observaron diferencias comparándolos con las sanas y las mastíticas. Harmon (2001) explica que, como la mastitis se trata de un proceso inflamatorio, es lógico y esperable encontrar las proteínas en leche aumentadas por lo que implica la respuesta inflamatoria que se va a estar desarrollando en ese tejido enfermo (migración de PMN e inmunoglobulinas al tejido mamario).

Hubo efecto de los tratamientos en lo que respecta a la grasa de la leche, encontrándose los tenores más altos para este componente en los animales del tratamiento DPM25+DPM35. Esto se explica principalmente por el hecho de que su dieta se componía básicamente de fibra por ser los animales que más pastoreaban, siendo así la fibra el principal precursor de las grasas en leche

(Acosta, 2017). Así mismo, hubo efecto sobre la estación del año obteniéndose un notorio descenso del tenor graso en los meses de verano. En los mismos trabajos de Bernabucci et al. (2010) y Bertocchi et al. (2013) mencionados anteriormente, también se encontró evidencia que soporta lo anterior, ya que los meses que alcanzaron mayores temperaturas coincidían con los menores hallazgos de grasa en leche.

El hecho de que las estrategias alimenticias no hayan producido variaciones significativas en el porcentaje de lactosa en la leche se debe a que este componente no suele verse afectado por la dieta (Acosta, 2017). Empero sus fluctuaciones si tienen relación con los niveles productivos del animal, explicado esto por el efecto osmótico que caracteriza a la lactosa (de Vries y Veerkamp, 2000).

Hubo efecto de los tratamientos para el RCS en la leche, explicado principalmente por razones ambientales. Como era de esperarse los valores más altos fueron para las vacas del tratamiento DTM+DTM que permanecieron la totalidad del experimento bajo condiciones de confinamiento, siendo diferente del tratamiento DPM25+DPM35, que siempre tuvo posibilidad de realizar por lo menos un pastoreo diario.

Indudablemente los RCS más elevados correspondieron a aquellos bovinos convalecientes de mastitis clínica, siguiéndoles los aparentemente sanos y los que presentaban metritis y retención de placenta. Cabe destacar que dentro de lo que es clasificado como aparentemente sano, se encontraban tanto vacas sanas como aquellas que tenían mastitis de tipo subclínica. Según Philpot y Nickerson, (2002) estas últimas son quienes no presentan manifestaciones clínicas, pero al momento del RCS los valores se ven dramáticamente aumentados. Es por esta razón que esta clasificación de aparentemente sanos pasó a ocupar el segundo puesto en lo que respecta a los niveles de RCS en leche.

Según del Cura (2017), la mayoría de las nuevas infecciones causadas por *Staphylococcus aureus* se dan durante los tres primeros meses de lactación. Esto se vio reflejado en el presente trabajo ya que la mayor incidencia de casos

de mastitis se vio en los dos primeros meses del experimento, coincidiendo este período con el de lactancia temprana.

Considerando la totalidad de los animales, otra importante diferencia que se vio a lo largo del experimento fue entre las dos estaciones del año comprendidas en el trabajo. Se encontraron valores más altos para los meses de verano en comparación con los de primavera. Por un lado, en los meses de verano fue cuando el tratamiento DPM25+DTM pasó a estar estabulado, por ende, dos tercios del total de los animales estaban en condiciones de hacinamiento en esos meses siendo esto uno de los principales factores de riesgo para el contagio (Gasque Gómez, 2008). Además, como ya se mencionó anteriormente, los niveles productivos eran mayores en los animales pertenecientes a estos dos tratamientos, y según Bernabucci et al. (2010), aquellos animales que poseen los niveles productivos más altos son los más susceptibles a padecer estrés calórico por tener metabolismos más acelerados. Esto es relevante ya que la salud de los bovinos, y particularmente la de la ubre, se ve altamente afectada por el estrés calórico. El mismo autor sugiere que las altas temperaturas tienen como efectos indirectos más relevantes la aparición y/o aumento de patógenos y vectores biológicos de enfermedades, así como también la disminución de la resistencia del animal a infecciones (Bernabucci et al., 2010). Un estudio realizado por Grille (2016) muestra que en los meses de verano en Uruguay fue cuando se observaron los mayores valores de RCS en el tanque en relación al resto de las estaciones. Esto nos determina que la probabilidad de encontrar una vaca infectada es mayor en los meses de verano con respecto a los de primavera, coincidiendo con los resultados arrojados por el experimento.

De aquellos animales que presentaron signos de mastitis clínica y cuyas muestras de leche fueron remitidas al laboratorio, se pudo concluir que el microorganismo predominante fue *Staphylococcus aureus* (24%). También se cultivaron muestras de leche de vacas que presentaban RCS altos pero sin manifestar sintomatología clínica, los resultados obtenidos en un 31% fueron de colonias de *Staphylococcus aureus*. Igualmente se pudieron aislar en menor medida, en las muestras de mastitis clínicas, otros patógenos contagiosos

(*Streptococcus agalactiae* y *Streptococcus dysgalactiae*), ambientales (*Streptococcus uberis* y *Escherichia coli*) y oportunistas (*Staphylococcus coagulasa negativos*).

Según la bibliografía el *Staphylococcus aureus* es una bacteria causante de mastitis crónicas y en general subclínicas pero que se presentan con período de reagudización en donde se puede observar sintomatología (Gasque Gómez, 2008), coincidiendo así con lo reflejado en el presente trabajo. Un relevamiento realizado por Gianneechini en el año 2005 expuso que en Uruguay la prevalencia de mastitis subclínica era de 50% donde el 48% de los aislamientos fueron de *Staphylococcus aureus* afirmando así los resultados obtenidos. Dado el carácter crónico de este microorganismo y el hecho de que en los primeros días en los que comenzó el experimento ya se observaban RCS altos > 200.000 cél. /mL., se puede deducir que se contaba con un rodeo enfermo desde el inicio. El *Staphylococcus aureus* es una bacteria de tipo contagiosa, si bien muchos factores pudieron contribuir a la diseminación de este microorganismo en el rodeo, los más notorios quizás fueron la no segregación de animales enfermos, el no uso de guantes por parte de los operarios durante el ordeño, y el hecho de que no se usara pre-dipping. Este último factor, a su vez, tiene mucha importancia cuando se habla de mastitis causadas por microorganismos de tipo ambientales ya que la desinfección de los pezones previo al ordeño es capaz de reducir la carga bacteriana con la que ingresan los animales a la sala (Pankey, 1987).

10. CONCLUSIONES

Los animales que estuvieron bajo el tratamiento DTM+DTM fueron quienes se vieron favorecidos en cuanto a los niveles productivos, pero esto fue a costa de su estado de salud, ya que también fueron quienes presentaron mayor cantidad de casos de mastitis.

En relación a la salud de ubre la utilización en el experimento de animales previamente infectados con agentes bacterianos contagiosos determinó que los casos de enfermedad se multiplicaran.

La estrategia de alimentación de pasar de doble pastoreo durante la primavera a un encierro con DTM se presenta como una estrategia beneficiosa para mejorar el EC de las vacas y mantener la producción de leche en el verano.

11. BIBLIOGRAFÍA:

- 1) Acosta Y. (2017). Alimentación y sólidos en leche. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Disponible en: <http://www.infolactea.com/wp-content/uploads/2017/05/informe-1.pdf>
Fecha de consulta: 21/11/2017.
- 2) Albenzio M., Caroprese M., Santillo A., Marino R., Taibi L., Sevi A. (2004). Effects of somatic cell count and stage of lactation on the plasmin activity and cheese-making properties of ewe milk. *J Dairy Sci* 87:533–542.
- 3) Andresen H. (2001). Mastitis: prevencion y control. *Rev Inv Vet Perú*. 12(2): 55-64.
- 4) Fepale. Asamblea General Anual 2001 (2002). La producción de leche en Uruguay. *Revista Plan Agropecuario*. 101: 24-25.
- 5) Bargo F., Muller L.D., Delahoy J.E., Cassidy T.W. (2002). Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *J Dairy Sci*. 85:2948-2963.
- 6) Barker A. R., Schrick F. N., Lewis M. J., Dowlen H. H., Oliver S. P. (1998). Influence of Clinical Mastitis During Early Lactation on Reproductive Performance of Jersey Cows. *J Dairy Sci*. 81:1285–1290.
- 7) Bernabucci U., Basiricó L., Morera P., Dipasquale D., Vitali A., Piccioli Cappelli F., Calamari L. (2015). Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows. *J Dairy Sci* 98:1815–1827.
- 8) Bernabucci U., Lacetera N., Baumgard L. H., Rhoads R. P., Ronchi B., Nardone A. (2010). Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. 1167-1183. *Animal* 4: 1167-1183.
- 9) Bertocchi L., Vitali A., Lacetera N., Nardone A., Varisco G., Bernabucci U. (2014). Seasonal variations in the composition of Holstein cow's milk and temperature-humidity index relationship. *Animal*: 8 (4): 667-674.
- 10) Bohmanova, J., Misztal, I., Cole, J. B. (2007). Temperature-Humidity Indices as Indicators of Milk Production Losses due to Heat Stress. *J Dairy Sci* 90 (4): 1947-1956.
- 11) Bramley, A. J., Dodd, F. H., Griffin, T. K. (1987). Control de mastitis y manejo del rodeo. Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur.
- 12) Calvino L., Canavesio V., Aguirre N. (2001). Análisis de leche de tanque de frío. *Chacra* 71 (843): 70-71.

- 13) Centro de Información Oficial. Decreto N° 90/995: Aprobación del Sistema Nacional de Calidad de la Leche. Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/90-1995> Fecha de consulta: 17/10/2017
- 14) Centro de Información Oficial. Decreto N° 359/013: Determinación de un Sistema Nacional de Calidad de la Leche a los efectos de su posterior procesamiento. Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/359-2013/1> Fecha de consulta: 17/10/2017
- 15) Chilibroste, P., Battezzato, G. (2003). Proyecto de producción competitiva. Montevideo, CONAPROLE, 31p.
- 16) Chilibroste, P. (2012). Estrategias de alimentación en sistemas de producción de leche de base pastoril. Revista Cangüe (Paysandú) 32:2-8.
- 17) Cooperativa Nacional de Productores de Leche (CONAPROLE) (2015). Pago por calidad de la leche. Disponible en: <http://www.conaprole.com.uy>
- 18) de Vries, M. J., Veerkamp, R. F. (2000). Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility. J Dairy Sci. 83:62-69.
- 19) del Cura. (2017). Mamitis por Staphylococcus en ganado bovino. Cría y Salud. 35: 50-52. Disponible en: http://www.axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/35/cys_35_50-52_Mamitis_staphylococcus_ganado_bovino.pdf Fecha de consulta: 16/11/2017.
- 20) Dos Santos J., Netto dos Santos K., Gentilini E., Sordelli D., de Freire Bastos M. (2002). Phenotypic and genetic characterisation of bacteriocin-producing strains of Staphylococcus aureus involved in bovine mastitis. Vet Microbiol 85: 133-144.
- 21) Edmonson A. J., Lean I. J., Weaver L. D., Farver T., Webster G. (1989). A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. J Dairy Sci 72:68-78.
- 22) Ferreira F., De Vries A. (2015). Effects of season and herd milk volume on somatic cell counts of Florida dairy farms. J Dairy Sci 98:1-16.
- 23) Gasque Gómez R. (2008). Enciclopedia Bovina. D. R. Universidad Nacional Autónoma de México. pp: 437.

- 24) Gianneechini R., Concha C., Rivero R., Delucci I., Moreno López J. (2002a). Occurrence of clinical and subclinical mastitis in dairy herds in the west littoral region in Uruguay. *Acta Vet Scand*, 43:221-230.
- 25) Gianneechini R., Parietti I., De María P. (2002b). Evaluación de pérdidas económicas relacionadas a mastitis para establecimientos lecheros en Uruguay. Jornada de Lechería, Junio 2002. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), La Estanzuela, Colonia - Uruguay. 287: 18-29.
- 26) Gianneechini R., Concha C., Rivero R., Gil J., Delucci I., Moreno Lopez J. (2005). Prevalencia y etiología de mastitis subclínica en rodeos de la cuenca lechera Sur de Uruguay. XII Congreso Latinoamericano de Buiatría y VII Jornadas Chilenas de Buiatría. Valdivia, Chile. 317-318.
- 27) Gianneechini, R., Concha, C., Delucci, I., Gil, J., Salvarrey, L., Rivero, R. (2014). Mastitis bovina, reconocimiento de los patógenos y su resistencia antimicrobiana en la Cuenca Lechera del Sur de Uruguay. *Revista Veterinaria SMVU*, 50:4 -32.
- 28) Grille L. (2016). Caracterización estacional de la calidad de la leche de tanque en predios de la región litoral norte del Uruguay. Efecto del Tiempo de Almacenamiento y Tamaño del Rodeo Sobre la Calidad Higiénico-Sanitaria. Programa de postgrado de Facultad de Veterinaria, Uruguay.
- 29) Halasa T., Nielsen M., De Roos A. P., Van Hoorne R., de Jong G., Lam T. J., Van Werven T., Hogeveen H. (2009). Production loss due to new subclinical mastitis in Dutch dairy cows estimated with a test-day model. *J Dairy Sci*. 92:599-606.
- 30) Harmon R. (1994). Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *J Dairy Sci* 77:2103.
- 31) Harmon R. (2001). Somatic Cell Count: A primer. National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings. 3-9.
- 32) Hernández J., Bedolla J. (2008). Importancia del conteo de células somáticas en calidad de la leche. *REDVET* 9 (9):1-34.
- 33) Instituto Nacional de la Leche. (2014). Encuesta Lechera INALE 2014. Disponible en: <http://www.inale.org/innovaportal/v/4086/4/innova.front/primeros-resultados-de-la-encuesta-lechera-inale-2014.html> Fecha de consulta: 19/10/2017
- 34) Jiménez A. (2017). *Streptococcus uberis*. Un nuevo reto. *Cría y Salud*. 18: 18-24. Disponible en:

http://www.axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/18/cys_18_Streptococcus_uberis.pdf Fecha de consulta: 16/11/2017.

- 35) Katz G., Merin U., Bezman D., Lavie S., Lemberskiy-Kuzin L., Leitner G. (2016). Real-time evaluation of individual cow milk for higher cheese-milk quality with increased cheese yield. *J. Dairy Sci.* 99:1-10.
- 36) Kolver E. S., Müller L. D. (1998). Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J Dairy Sci.* 81:1403-1411.
- 37) Merlot E. (2004). Conséquences du stress sur la fonction immunitaire chez les animaux d'élevage. *INRA Prod Anim* 17(4): 255-264.
- 38) Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, Dirección de Estadísticas Agropecuarias (2016). Anuario Estadístico Agropecuario 2016. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/unidad-ejecutora/oficina-de-programacion-y-politicas-agropecuarias/publicaciones/anuarios-diea/anuario2016> Fecha de consulta: 19/10/2017
- 39) Olde Riekerink R., Barkema H., Stryhn H. (2007). The Effect of Season on Somatic Cell Count and the Incidence of Clinical Mastitis. *J Dairy Sci* 90:1704-1715.
- 40) Pankey J. W., Wildman E. E., Drechsler P. A., Hogan J. S. (1987). Field Trial Evaluation of Premilking Teat Disinfection. *J Dairy Sci* 70: 867-872.
- 41) Philpot W. N., Nickerson S. C. (2002). Ganando la lucha contra la mastitis. *Westfalia Surge*. pp: 192.
- 42) Saravia C., Astigarraga L., Van Lier E., Bentancur O. (2011). Impacto de las olas de calor en vacas lecheras en Salto (Uruguay). *Agrociencia* 15 (1): 93-102.
- 43) Schepers A., Lam T., Schukken Y., Wilmink J., Hanekamp W. (1997). Estimation of variance components for somatic cell counts to determine thresholds for uninfected quarters. *J Dairy Sci* 80:1833-1840.
- 44) Seegers H., Fourichon C., Beaudeau F. (2003) Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Vet Res.* 34:475-491.
- 45) Sevi A., Taibi L., Albenzio M., Annicchiarico G., Muscio A. (2001). Airspace effects on the yield and quality of ewe milk. *J Dairy Sci* 84:2632-2640.

- 46)Smith K., Hogan J. (1995). Epidemiology of mastitis. Proceedings of the 3rd International Mastitis Seminar, Tel Aviv, Israel, session 6. pp: 3-10.
- 47)Smith D. L., Smith T., Rude B. J., Ward S. H. (2013). Short communication: 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 (5): 3028-3033.
- 48)Walstra P., Geurts T. J., Noomen A., Jellema A., Van Boekel M. A. J. S. (2001). Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos. Acribia, Zaragoza. pp: 748.
- 49)Walstra P., Wouters J., Geurts T. (2006). Dairy Science and Technology. Taylor and Francis, New York. pp: 808.