



¿CUÁNTO PAGA Y CUÁNTO CUESTA EL CONTROL DEL AMBIENTE PRODUCTIVO?

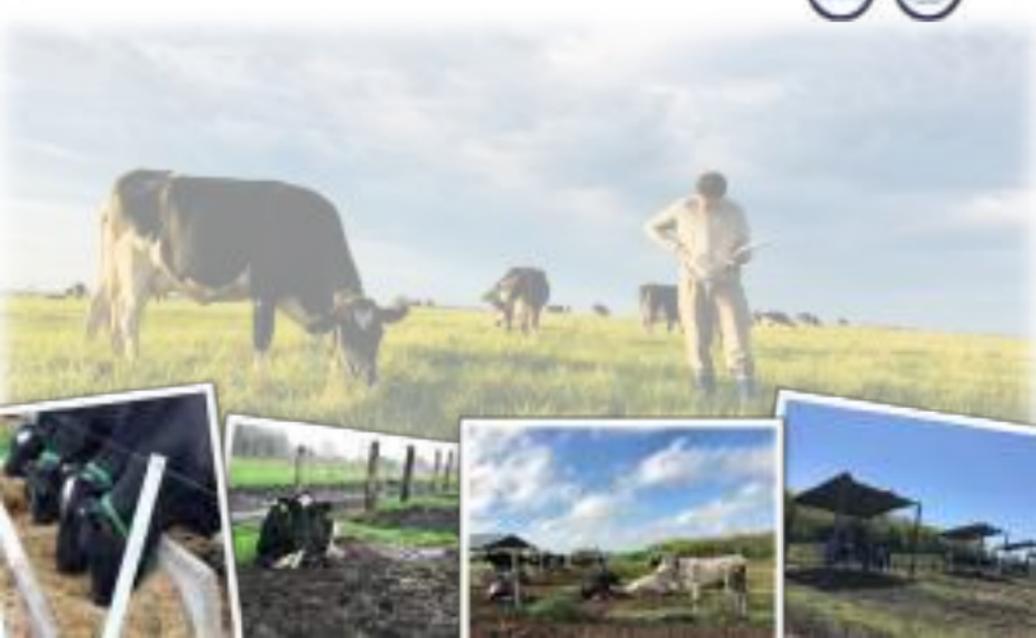


Resultados de partos de
primavera 2019



19 de noviembre de 2020

vía **YouTube**



Responsables

Ing. Agr. PhD. Pablo Chilibroste
Ing. Agr. PhD. Diego A. Mattiauda
DCV PhD. Lourdes Adrien

Investigadores asociados

DMTV PhD. Ana Meikle
DCV PhD. Alberto Casal
DMTV PhD. Jorge Gil
DMTV PhD. Juan Pablo Damian
Ing. Agr. PhD. Mariana Carriquiry

Ayudante de Investigación

Ing. Agr. MSc. Cristian Carrillo

Funcionario de apoyo a investigación

Martín González

Funcionarios del tambo y de agricultura involucrados en el ordeño, manejo y alimentación

Andrés Kautz
Carlos Mandzy
Carlos Tagliani
Gustavo García
Héctor Larrea
José Pertuzatti
Julio Silva
Leonardo Campos
Luis Galletto
Marcos Rivero
Mario Francolino
Nelson Méndez
Nery Giordano
Reinaldo Quintana
Willy Basino

Jefatura de Operaciones

David Gandolfo

Tesistas de Posgrado

DCV MSc. María Noel Méndez
DCV MSc. Lucía Grille
Lic. MSc. Alejandra Jasinsky
Zoot. MSc. Gabriel Menegazzi
DCV. Graciana Mendina
DCV. Victoria Pons
Ing. Agr. Matías Oborsky
Ing. Agr. Oliver Fast
MV. Rosana Klaus

Tesistas de grado**Facultad de Agronomía:**

Bach Camila Simeto
Bach Catalina Rivoir
Bach Francisco Álvarez
Bach Guillermo Pérez
Bach Ignacio Bide
Bach Juan Andrés Davis
Bach Lucía Gil
Bach Maikol Correa
Bach María Susana Mackinnon
Bach Martín García Pintos
Bach Pedro Lust

Facultad de Veterinaria:

Bach Victoria Camacho
Bach Rodrigo Lynch
Bach Maximiliano Martínez

PRÓLOGO

Bienvenidos a una nueva Jornada de la Red Tecnológica Sectorial (RTS). La RTS, es la alianza entre CONAPROLE, INALE, UDELAR, INIA, LATU y ANII creada para fortalecer la investigación, innovación, desarrollo y formación de capital humano en la lechería uruguaya.

Al igual que en noviembre 2019 los recibimos en EEMAC para presentar los resultados obtenidos en el marco del proyecto “Cuanto paga y cuánto cuesta el control del ambiente productivo”. Compartiremos resultados productivos de una lactancia completa (partos primavera 2019) y procesos asociados como nutrición, bienestar animal, salud de ubre y eficiencia de uso de la energía. Adicionalmente, se presentará información inédita del efecto de la estrategia de alimentación y el control del ambiente productivo sobre propiedades físico-químicas de quesos elaborados con leches provenientes de cada sistema. Luego de dos años de trabajar con el sistema de cama caliente compartimos nuestra experiencia y lecciones aprendidas, sabiendo del interés de productores y técnicos por esta tecnología.

La información que contiene este informe ha sido generada con mucho trabajo, compromiso, responsabilidad y profesionalismo de un equipo importante de gente. Estamos convencidos que la lechería uruguaya tiene futuro y que ese futuro debe asentarse sobre bases sólidas en términos de generación y divulgación de conocimiento y en formación de capital humano. Deseamos que la información brindada sea de interés y que nos mantengamos en contacto para seguir construyendo juntos.

Abrazo y hasta la próxima

ANTECEDENTES

En los últimos años se ha dado un proceso de intensificación sostenido en el sector lechero uruguayo, donde se observó un aumento de la producción individual y de la carga animal en los sistemas, que redundó en una mayor productividad por hectárea.

El incremento de la carga animal permite alcanzar una mejor utilización del recurso forrajero, pero trae acompañado la necesidad de aumentar el uso de suplementos, así como también, resulta en un menor tiempo en pastoreo debido a la necesidad de recuperación del stock forrajero del sistema.

En Uruguay, en la mayoría de los sistemas mixtos de producción (pastura+encierro con suplementación), se suplementa en sistemas de encierro a cielo abierto, exponiendo a los animales a condiciones climáticas adversas, poniendo en riesgo el confort y salud de los animales, con posibles repercusiones en su desempeño productivo.

Dónde y en qué condiciones están las vacas en esos momentos en que no pueden acceder a las pasturas, que en sistemas de alta carga representa la mitad de su tiempo o más, es el punto crítico que dió origen a este trabajo.



OBJETIVOS

Entender, mediante una visión integrada a lo largo de toda la cadena láctea, cómo diferentes ambientes productivos y sistemas de alimentación afectan variables:

- ✓ Productivas
- ✓ Balance energético y metabolismo
- ✓ Eficiencia en el uso de la energía
- ✓ Salud
- ✓ Bienestar animal



- ✓ Calidad del producto



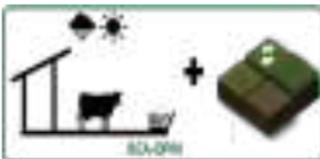
- ✓ Resultados económicos



DISEÑO EXPERIMENTAL

Se estudian **4 lactancias completas**, 2 de **partos de otoño** y 2 de **partos de primavera** (período: febrero 2019 a febrero 2021).

En cada lactancia (experimento) se utilizan 48 vacas de la raza Holando distribuidas en bloques al azar en **3 tratamientos**:



Bajo Control Ambiente
Dieta Parcialmente Mezclada



Alto Control Ambiente
Dieta Parcialmente Mezclada



Alto Control Ambiente
Dieta Totalmente Mezclada

Pastoreo directo + suplementación (DPM) en encierro a cielo abierto, con piso de tierra, sombra artificial y agua *ad libitum*.

Pastoreo directo + suplementación (DPM) en galpón con cama caliente, con aspersión, ventilación y agua *ad libitum*.

Encierro permanente en galpón con cama caliente, con aspersión, ventilación, agua y **DTM *ad libitum***.

MATERIALES Y MÉTODOS

- 2 ordeños diarios (5:00 y 16:00 h)
- Registro de **producción diaria** y muestreo para **composición de leche y recuento de células somáticas**



- Consumo de **dieta mezcla** = ofrecido - rechazo - desperdicio
- Muestreo semanal para **composición química**
- Los tres tratamientos recibieron la **misma dieta mezcla, diferenciándose en las cantidades** (ACA-DTM *ad libitum*, y en los tratamientos mixtos se ajustó según la oferta de pastura)

- Pastoreo en **parcelas de ocupación semanal**
- La **oferta de la pastura** se ajustó según mediciones semanales de **tasa de crecimiento, condición de entrada** (nº hojas y/o nº nudos) y **stock de forraje** (objetivo: 1800 kg MS/ha SEP) mediante medición de altura y disponibilidad (técnica de doble muestreo, Haydock y Shaw, 1975)



- Estimación de **consumo de forraje individual** por balance energético (NRC, 2001) y método de doble marcaje (Czarnocki et al., 1961; Robertson y Van Soest, 1981) utilizando como marcador externo óxido de cromo

- Carga anual de **2,5 VO (1500 kg PV)/ ha SPP**
- **4 recursos** forrajeros (3,2 hectáreas c/u):

1. Potrero 24: pradera 1^{er} año, Alfalfa + Dactylis
2. Potrero 22: pradera 2^{do} año, Festuca
3. Potrero 23: pradera 3^{er} año, Festuca+Lotus
4. Potrero 21: Avena+Raigrás / Soja



MATERIALES Y MÉTODOS



Edmonson et al. (1989)

- Registro de **estado corporal** quincenalmente hasta los 120 días en leche (DEL) y mensualmente de 120-305 DEL



- Extracción de sangre** para determinación de metabolitos quincenalmente hasta los 120 DEL y mensualmente de 120-305 DEL

- Observaciones de **comportamiento** en encierro y pastoreo cada 10 minutos durante 3 días al mes



- Registro de la **temperatura corporal** mediante dispositivos **subcutáneos** implantados en la región escapular de cada vaca en el período de diciembre 2019 a febrero 2020

- Determinación de la **eficiencia del uso de la energía** mediante medición de consumo de energía metabolizable (CEM) y su partición entre la energía retenida en leche y tejido, y las pérdidas como calor:



Consumo de energía metabolizable

Energía retenida

Producción de calor

ENL (NRC, 2001)
Producción y composición

ENg (NRC, 2001)
Cambios de PV y CC

Técnica de Pulso de Oxígeno
(Brosh, 2007)

- Registro de **score de suciedad de ubre** mensualmente y luego de lluvias mayores a 30 mm



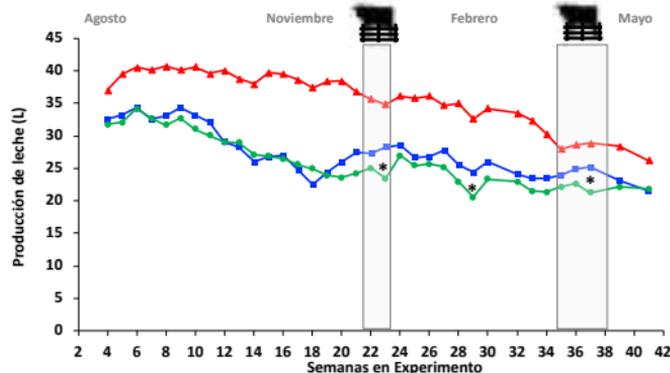
Schreiner & Ruegg (2002)

RESULTADOS PRODUCTIVOS

Partos Primavera 2019

En la **tabla 1** se presenta las **medias de producción de leche diaria** para toda la lactancia para cada tratamiento y en la **figura 1** la evolución a lo largo de la lactancia.

Tabla 1. Medias de producción de leche diaria (L/VO/d) \pm error de la media por tratamiento para toda la lactancia



35,9a \pm **0,19**



27,4b \pm **0,13**



26,0c \pm **0,20**

Figura 1. Producción de leche diaria promedio (L/VO/d) por tratamiento según semanas en experimento

Se destacan las **diferencias entre sistemas de alimentación**: el tratamiento **ACA-DTM**, que estaba 100% estabulado, presentó valores más altos de producción de leche en comparación a los tratamientos en sistema mixto, logrando una producción 31 y 38 % mayor que el tratamiento **ACA-DPM** y **BCA-DPM**, respectivamente.

En cuanto a los sistemas mixtos, el tratamiento **ACA-DPM** presentó una producción diaria de **1,4 L superior a BCA-DPM**.

En la **figura 1** los recuadros grises señalan los momentos en que las vacas de los sistemas mixtos estuvieron en encierro total, debido a que no se pudo acceder a las pasturas por baja tasa de crecimiento y necesidad de recuperar stock. El primero ocurrió durante la segunda quincena de diciembre, y el segundo durante segunda quincena de marzo y primera de abril.

RESULTADOS PRODUCTIVOS – Sólidos

Tabla 2. Producción de sólidos (grasa y proteína) promedio diario en kilos y porcentaje por tratamiento

	Grasa			Proteína		
Porcentaje	3,59a	±	0,04	3,29a	±	0,04
	3,55ab	±	0,04	3,17b	±	0,04
	3,43b	±	0,04	3,19b	±	0,04
Kg diarios	1,34a	±	0,02	1,23a	±	0,02
	1,04b	±	0,02	0,96b	±	0,02
	1,01b	±	0,02	0,95b	±	0,02

La producción de **kg de grasa láctea** fue mayor en el tratamiento **ACA-DTM** que en los mixtos, sin diferencias entre estos últimos, si bien **ACA-DPM** presentó un porcentaje de grasa intermedio.

En cuanto a la **proteína láctea**, tanto en % como en kg, el grupo **ACA-DTM** estuvo por encima de **ACA-DPM** y **BCA-DPM**, sin diferencias entre éstos (**tabla 2**).

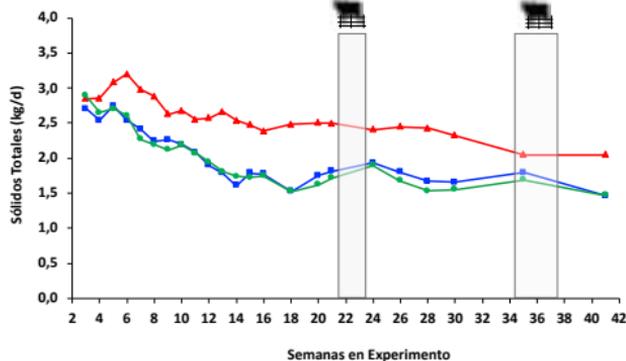


Figura 2. Producción de sólidos totales (grasa+proteína) en kg diarios por tratamiento para toda la lactancia

Tabla 3. Producción de sólidos totales (grasa+proteína) en kg por tratamiento para toda la lactancia

	790 a
	610 b
	601 b

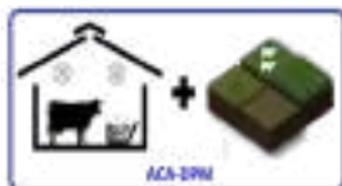
En cuanto a la producción de **sólidos totales** (grasa+proteína), el grupo **ACA-DTM** presentó mayor producción para toda la lactancia respecto a **ACA-DPM** y **BCA-DPM**, sin diferencias entre estos (**Fig. 2 y tabla 3**).

RESULTADOS

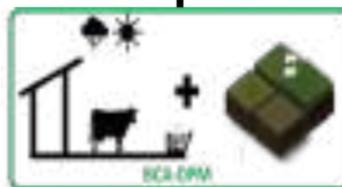
Consumo promedio de la dieta mezclada



$25 \pm 2,7$ kgMS/v/d



$14 \pm 4,0$ kgMS/v/d



El consumo de DTM del tratamiento **ACA-DTM** fue en promedio de $25 \pm 2,7$ kgMS/v/d para todo el período experimental. El consumo de dieta mezcla en los sistemas mixtos fue de alrededor de $14 \pm 4,0$ kgMS/v/d en los períodos en que también accedían a la pastura.

DIETA MEZCLADA



Ingredientes utilizados en las DTM

Si bien se pretendió mantener una composición de la dieta mezcla lo más estable posible, la misma tuvo cambios a lo largo del período según la disponibilidad de ingredientes. A grandes rasgos, se pueden agrupar las 4 dietas ofrecidas en dos bloques, el primero que fue hasta inicio de marzo, aproximadamente a los 235 DEL, con aporte de forraje dado por el ensilaje de sorgo, y otro bloque durante lactancia tardía con ensilaje de maíz (Tabla 3).

Tabla 3. Ingredientes utilizados en las 4 dietas ofrecidas en base seca y días en leche correspondientes a cada una a lo largo del período experimental

INGREDIENTES	#1	#2	#3	#4
	75	235	250	310
FORRAJE (%)				
Ensilaje Sorgo	37	37		
Ensilaje Maíz			26	23
Ensilaje Alfalfa			9	8
Ensilaje Raigrás		7	9	8
Heno Festuca	7			
CONCENTRADO (%)	56	56	56	61

Nota: todos los tratamientos consumían la misma mezcla, difiriendo la cantidad ofrecida entre el tratamiento estabulado y los mixtos

Composición química de las DTM

Tabla 4. Composición química de las dietas mezcladas en base seca agrupadas por el tipo de ensilaje utilizado

COMPOSICIÓN QUÍMICA	#1 - #2	#3 - #4
MS (%)	52 ± 4,2	40 ± 5,2
PC (%)	16 ± 1,7	16 ± 1,7
FDN (%)	30 ± 4,3	35 ± 3,3
FDA (%)	15 ± 3,6	16 ± 2,5
Almidón (%)	17 ± 0,7	15 ± 1,4
Mcal ENI / kg MS	1,54 ± 0,03	1,55 ± 0,06

Sistemas mixtos (pastoreo + encierro con suplementación)



Los **tratamientos mixtos** (ACA-DPM y BCA-DPM) se mantuvieron en sistema de alta carga animal (2,5 VO/ha) con un turno de pastoreo y un turno en encierro con suplementación. Lograron acceder al pastoreo directo un 40% del tiempo de la lactancia, y 40% permanecieron en encierro durante un turno. El 20% del tiempo restante estuvieron en régimen de encierro completo durante todo el día debido al bajo stock de pastura (**Fig. 3**).



Esto reafirma el concepto de que **a medida que aumenta la carga, aumenta el tiempo en que los animales permanecen en los encierros**, ya que un 60% de toda la lactancia, las vacas de los sistemas mixtos permanecieron en los mismos.

Figura 3. Porcentaje del tiempo durante toda la lactancia en que las vacas de ambos tratamientos mixtos lograron acceder a pastoreo directo en un turno, encierro durante el otro turno, y encierro completo.

Los 4 recursos forrajeros fueron utilizados de manera equilibrada, siendo pastoreados similar % de tiempo cada uno de ellos (**Tabla 5**).

Tabla 5. Porcentaje de tiempo de utilización de cada recurso forrajero

Recurso	% tiempo
PP 1	26,5
PP 2	23,5
PP 3	23,5
Verdeos	26,5

RESULTADOS



Sistemas mixtos Asignación de forraje



Tabla 6. Asignación de forraje promedio por estación para los tratamientos **ACA-DPM** y **BCA-DPM**

kgMS/vaca/día	Asignación Forraje	Asignación Forraje
Agosto - Diciembre	24	24
Enero - Marzo	31	31
Abril - Mayo	17	19

SIMILARES OPORTUNIDADES DE CONSUMO DE ALIMENTO

Como se desprende de los datos anteriores (pág. 9 y tabla 6), tanto la **oferta de suplemento como la asignación de forraje fueron similares** entre los tratamientos mixtos (**ACA-DPM** y **BCA-DPM**), y por lo tanto las diferencias encontradas en producción de leche podrían deberse a otros aspectos que se presentan a continuación.

Para esta ocasión se realizó el cálculo de consumo de forraje promedio para ambos tratamientos mediante balance energético (NRC, 2001).



Estimación de consumo individual de forraje

$7 \pm 3,4$ kg MS/v/d

RESULTADOS

En el intento de entender las diferencias encontradas en producción de leche entre estos tratamientos, se realizó un análisis más profundo de otros componentes del sistema.

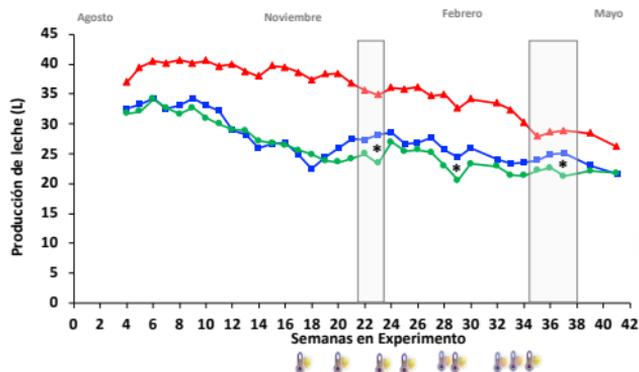
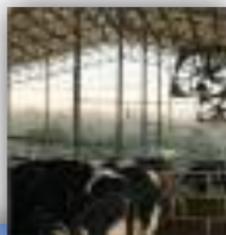


Figura 4. Producción de leche diaria promedio (litros/vaca/día) por tratamiento según semanas en experimento con indicación de momentos en que ocurrieron olas de calor* (termómetros)

* Se define como ola de calor a los eventos meteorológicos con ITH promedio >72 por tres días consecutivos o más, temperatura máxima >29 y mínima ≥ 23 , y/o más de 14 horas con ITH >72 (Saravia et al. 2011).

Evaluando la evolución de la producción de leche, al inicio de la lactancia y hasta la semana 19 los niveles productivos de los 2 tratamientos mixtos fueron similares, empezando a diferenciarse a partir de la semana 20 en experimento, mes de diciembre, y hasta la semana 33, mes de abril (Fig. 4).

Este período coincide con los momentos de estrés calórico en Paysandú, habiendo ocurrido eventos de olas de calor consecutivas que se muestran debajo de la gráfica en forma de termómetros. Durante este período, las vacas del tratamiento BCA-DPM estuvieron más expuestas al estrés calórico lo que pudo influir en la menor producción de leche comparado con el tratamiento ACA-DPM.



RESULTADOS

Para evaluar las condiciones de temperatura a las que se exponían las vacas durante este período, se colocaron **dispositivos subcutáneos** (iButton DS1921H devices) en la región escapular de cada vaca que registraban la temperatura cada una hora, en el período de diciembre 2019 a febrero 2020.

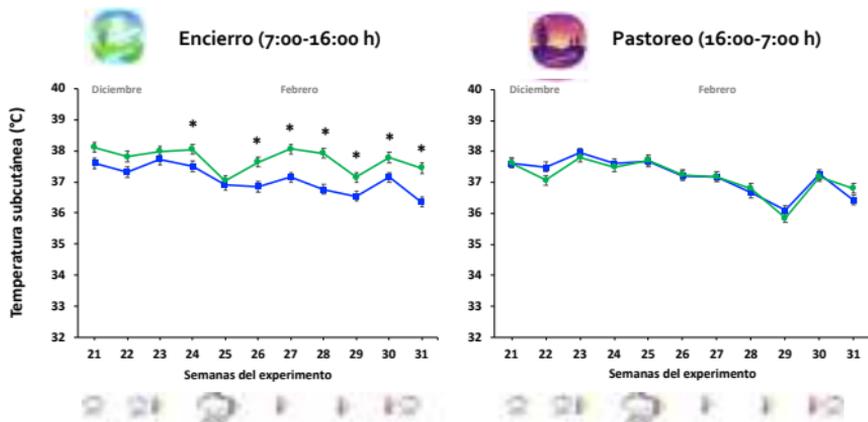
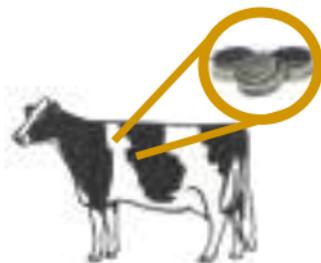


Figura 5. Temperatura subcutánea promedio (°C) para tratamientos **ACA-DPM** y **BCA-DPM** durante el encierro (izquierda) y pastoreo (derecha) según semanas en experimento con indicación de momentos en que ocurrieron olas de calor (termómetros) y lluvias (nubes)



Los datos de temperatura fueron separados en dos períodos del día, un período que comprende el encierro y otro período que comprende el pastoreo (Fig. 5). En la gráfica que comprende el encierro se observa que durante la mayoría de las semanas las **vacas del tratamiento BCA-DPM** presentaron una **temperatura subcutánea mas elevada** que el tratamiento **ACA-DPM**, y esto demuestra la mayor **exposición al calor** a la que estuvieron sometidas las primeras **durante el encierro**. Sin embargo, durante el pastoreo estas diferencias no se evidenciaron (Fig. 5).

Nota: Se realizaban pastoreos nocturnos en este momento del año como una medida de manejo para mitigar el estrés calórico durante la cosecha de pasto

RESULTADOS

Comportamiento

Se realizaron observaciones de comportamiento cada 10 minutos durante tres días en los meses de diciembre y enero, tanto en encierro (durante el día: 8:30-14:30 h), luego del suministro de la dieta mezcla, como en las primeras dos horas de pastoreo (tardecita: 17:30-19:30 h).



Durante 6 horas
(8:30-14:30 h)



Durante 2 horas
(17:30-19:30 h)

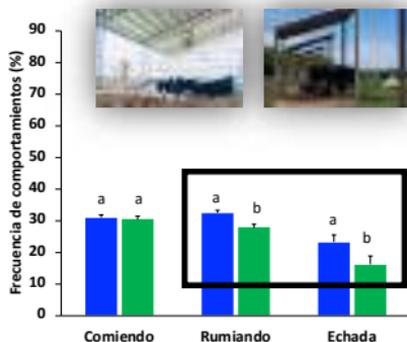


Figura 6. Frecuencia de comportamiento comiendo, rumiando y echada en encierro para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM durante los meses de diciembre y enero

Por otro lado, en el pastoreo, las vacas BCA-DPM estuvieron menos comiendo y más rumiando durante estas dos primeras horas de pastoreo (Fig. 7).

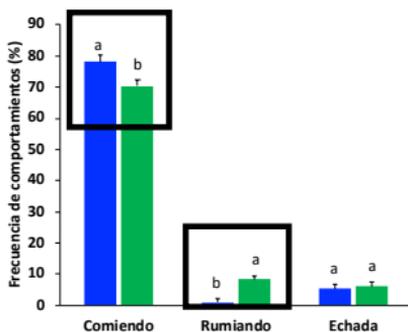


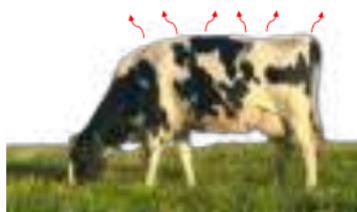
Figura 7. Frecuencia de comportamiento comiendo, rumiando y echada en pastoreo para los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM durante los meses de diciembre y enero

Las vacas BCA-DPM dedicaron menos tiempo a pastorear durante las primeras 2 horas de ingreso a la pastura que las ACA-DPM para realizar más rumia, lo que sugiere que durante el encierro no rumiaron lo suficiente y tuvieron que compensar durante el pastoreo.

RESULTADOS

Eficiencia en el uso de la energía

Para entender lo que pudo haber ocurrido internamente con las vacas en estos distintos sistemas, se estudió el **consumo de energía metabolizable (CEM)** y su **partición entre la energía retenida (ER) en leche** (producción y composición) o energía retenida en tejido (diferencia de PV y estado corporal) y **la producción total de calor** que representa la ineficiencia de producción, o sea, parte de la EM consumida que no se transforma en producto (ver esquema en pág. 5).



Se realizaron mediciones en dos momentos específicos de la lactancia: a los 30 DEL que correspondió al mes de setiembre 2019 y a los 180 DEL que correspondió a febrero 2020. Los resultados están expresados en Kcal/PV^{0,75}/día.

Lactancia temprana – Setiembre 2019:

CEM	Energía retenida (leche)	Pérdidas energéticas (calor)	EFICIENCIA (ENI/CEM)
474 a ± 9,5	203 a ± 5,9	271 a ± 6,2	0,43 a ± 0,01
395 b ± 10,0	160 b ± 6,2	236 b ± 6,4	0,41 a ± 0,01
413 b ± 9,8	149 b ± 6,2	265 a ± 6,4	0,36 b ± 0,01

Durante la lactancia temprana las vacas **ACA-DTM**, presentaron un **mayor CEM**, una **mayor ER en leche**, y una **mayor producción de calor** respecto a las azules, debido a mayor consumo de materia seca. La **eficiencia** en términos de producto fue **mejor**, ya que una mayor proporción de la EM consumida se retuvo en leche.

Por otra parte, las vacas **ACA-DPM** y **BCA-DPM** presentaron un CEM, y ER en leche similar, pero el **calor total producido fue mayor para las vacas de BCA-DPM** respecto a las **ACA-DPM**, determinando que la **eficiencia sea menor para BCA-DPM**. Estos resultados estarían sugiriendo que las **condiciones del ambiente en el encierro implicarían diferencias en el mantenimiento de los animales**, ya que las condiciones en el pastoreo eran similares para ambos grupos.

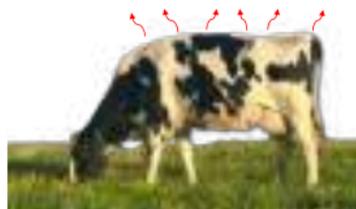
RESULTADOS

Eficiencia en el uso de la energía

Lactancia media – Febrero 2020:

CEM	Energía retenida (leche+tejido)	Pérdidas energéticas (calor)	EFICIENCIA (EN/CEM)
403 a ± 9,0	197 a ± 6,21	205 b ± 5,2	0,44 a ± 0,01
360 b ± 9,3	148 b ± 6,44	213 b ± 5,2	0,39 b ± 0,01
376 b ± 9,7	136 b ± 6,6	240 a ± 29,3	0,35 c ± 0,01

De manera similar a lactancia temprana, en lactancia media las vacas **ACA-DTM**, lograron un mayor CEM, y una mayor ER total que los tratamientos mixtos que no se diferenciaron entre sí.



Sin embargo, a diferencia de lo que ocurrió en lactancia temprana, la **producción de calor fue menor para las vacas ACA-DTM y ACA-DPM que para las vacas BCA-DPM**, indicando que una **mayor proporción de la EM consumida se perdió como calor** en estas últimas. Esto también se evidencia en la **eficiencia**, que fue mayor para **ACA-DTM**, valor similar al de lactancia temprana, intermedia para **ACA-DPM** y menor para **BCA-DPM**.

En resumen, el tratamiento **ACA-DTM** fue más eficiente que los tratamientos mixtos ya que las vacas consumieron más y **diluyeron los costos de mantenimiento en una mayor producción**. Sin embargo, se encontró que el **control del ambiente en encierro en los tratamientos mixtos afectó la eficiencia** ya que **BCA-DPM** presentó **mayores producciones de calor** y por lo tanto **menor eficiencia tanto en lactancia temprana como media**, sugiriendo **mayores costos de mantenimiento** para este tratamiento.

RESULTADOS

Estado corporal y metabolismo

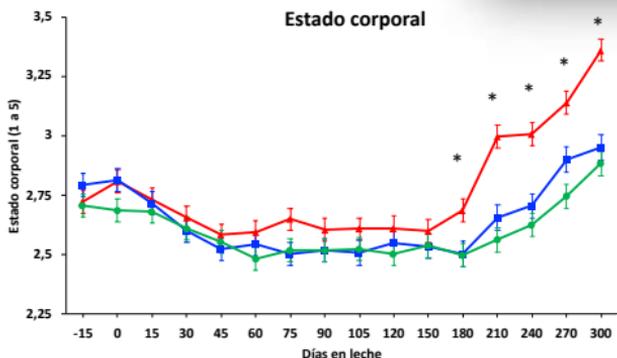


Tabla 7. Estado corporal promedio \pm error de la media por tratamiento para toda la lactancia

	2,8	\pm	0,03	a
	2,7	\pm	0,03	b
	2,6	\pm	0,03	b

Figura 8. Evolución de estado corporal (escala 1-5) según días en leche

Los animales parieron con un estado de $2,75 \pm 0,03$; por debajo de lo recomendado (Roche et al., 2009). Todos los tratamientos demoraron en recuperar estado, sin embargo, el tratamiento **ACA-DMT** presentó un mayor estado al final de la lactancia, a partir del día 180 en leche, con respecto a los tratamientos en sistema mixto que no se diferenciaron estadísticamente entre ellos (Fig. 8).

Por otro lado, el tratamiento **BCA-DPM** presentó mayores niveles de β -hidroxibutirato al día 90, con una mayor proporción de vacas experimentando cetois subclínica al inicio de lactancia con respecto a los otros dos tratamientos (Fig. 9).

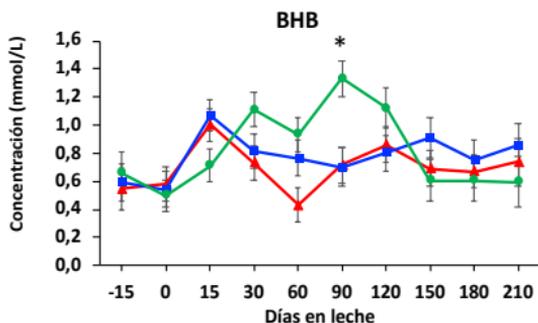


Figura 9. Niveles de β -hidroxibutirato promedio para los tres tratamientos según días en leche

Estos hallazgos en cuanto a β -hidroxibutirato estarían indicando que, de alguna manera, el tratamiento **BCA-DPM** estuvo más exigido metabólicamente.

RESULTADOS

Suciedad y salud de glándula mamaria



1 2 3 4

Schreiner & Ruegg (2002)

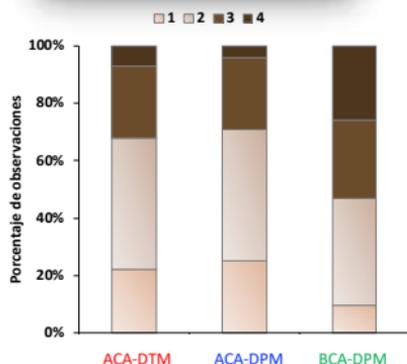


Figura 10. Niveles de suciedad de ubre promedio para cada tratamiento para todo el período experimental

El tratamiento **BCA-DPM** presentó **mayores niveles de suciedad de ubre** generado por las condiciones del encierro (con mayor exposición al barro), cuando comparado al tratamiento **ACA-DTM** y **ACA-DPM**, sin diferencias entre estos últimos (**Fig. 10**).



Sin embargo, **no se evidenciaron diferencias en el recuento de células somáticas (RCS, Tabla 8)** ni en el porcentaje de vacas con infección intramamaria (medido según la cantidad de vacas con un RCS mayor a 200.000 cél/mL), **para estas condiciones experimentales**, debiendo destacarse que era realizada una rutina de ordeño completa con desinfección de pezones previo al ordeño.

Tabla 8. Recuento de células somáticas promedio (cél/mL) para los tres tratamientos para todo el período experimental

	97.922	±	14.003
	115.877	±	14.101
	105.826	±	14.066

Porcentaje de infección intramamaria (vacas con RCS > 200.000 cél/mL) para todo el período experimental:

ACA-DTM: 13%
ACA-DPM: 24%
BCA-DPM: 28%

CONCLUSIONES

Para las condiciones experimentales de partos de primavera 2019, se evidenció:

Las diferencias en las condiciones del encierro del sistema **BCA-DPM** provocaron **mayores costos de mantenimiento**, evidenciado a través de las pérdidas por calor, lo que a su vez se vio reflejado en una **menor eficiencia en el uso de la energía**. En línea con lo anterior, también se constató una mayor proporción de vacas con niveles de β -hidroxibutirato compatibles con **cetosis subclínica** en este tratamiento. Además, las condiciones de estas instalaciones con mayor presencia de barro, provocaron un **mayor nivel de suciedad de ubre** en estos animales.

Si bien ambos tratamientos mixtos tuvieron **similares oportunidades de acceder al alimento**, las circunstancias ambientales de cada uno generaron diferencias productivas de **1,4 L/d a favor de ACA-DPM**, que fue forjado esencialmente durante la época de mayor **estrés calórico**. Además, las vacas **ACA-DPM** presentaron una mayor frecuencia de "rumia" y "echado", así como una menor temperatura subcutánea, respecto a las **BCA-DPM**, lo que sugiere un **mayor confort** durante el encierro para las primeras.

Por lo tanto, las condiciones adversas del ambiente durante el encierro pueden generar un menor confort, repercutiendo en mayores costos de mantenimiento, los cuales se pagan a expensas de peor salud metabólica y producción de leche.

Por último, como se mencionó al inicio, el tratamiento **ACA-DTM** funcionó como un control positivo y logró un mayor nivel de producción de leche y sólidos, basado en el mayor consumo de EM, con relación a los dos sistemas mixtos, con mayor eficiencia en el uso de la energía. Esto también se vio reflejado en su mayor recuperación de estado corporal a partir de los 180 DEL.

CALIDAD DEL PRODUCTO

Ing. Quim. MSc. Daniela Escobar
Dra. MSc. Lucía Grille



Lic. Ronny Pelaggio
Ing. MSc. Mariana Rodriguez
Lic. MSc. Fabiana Rey
Ing. Quím. Marvia Perez
Sebastian Moreno



Q.F. Laura Olazabal
Q.F. Marina Torres
Ing. Alim. Enrique Delgado
Ing. Alim. Agustín Lamarca
Q.F. Fabiana Dofour
Q.F. Rosana Reinares
Ing. Alim. Agustín Campanella
Lic. Bioq. Ana Chiara Bianchi
Bach. Quím. Liliana Sedraschi

CALIDAD DEL PRODUCTO



Los distintos sistemas de alimentación y ambiente productivo, pueden tener impacto sobre el segundo eslabón de la cadena: la industria láctea.



La **calidad de leche cruda** está **determinada por la composición química** (grasa, proteína, etc.), **calidad sanitaria** (recuento de células somáticas) e **higiénica** (recuento de microorganismos aerobios totales, psicrótrofos y termodúricos) impactando directamente en la **calidad, rendimiento y vida útil de los productos lácteos** que finalmente impactan en la decisión del consumidor final.

Se presentan resultados de los quesos elaborados a partir de leche obtenida de los 3 tratamientos previamente definidos, con partos de primavera 2019.

MATERIALES Y MÉTODOS

- Para las elaboraciones se utilizó la leche obtenida del ordeño AM y PM de cada uno de los tratamientos por separado.



- La misma se llevó inmediatamente a cámara de frío se transportó en camión refrigerado (4°C) hasta la planta piloto de Latitud, Fundación LATU.



- Al momento de la recepción, la leche se descremó, y estandarizó (3 % grasa) en tina, para luego comenzar con el proceso de elaboración de queso.



El queso fue madurado en cámara a 12°C durante 30 días.

- En la leche destinada a cada elaboración se determinaron (previamente) parámetros fisicoquímicos (grasa, proteína, lactosa) y microbiológicos. En los quesos se determinaron los mismos parámetros a los 30 días de maduración.

CALIDAD DEL PRODUCTO

Resultados

Rendimiento quesero



El queso es una red formada por **caseína que atrapa agua, grasa y proteínas del suero**. Dependiendo de cómo se recuperen estos componentes en el queso, va a ser la cantidad de kg de queso que obtenemos por litro de leche, siendo el **rendimiento quesero importante ya que determina la recuperación de valor**.

Tabla 9. Humedad, grasa, recuperación de grasa y rendimiento quesero para los 3 tratamientos

	ACA-DTM	ACA-DPM	BCA-DPM
Humedad (g/100g)	49,9	52,1	52,7
Grasa (g/100g)	20,8	19,2	19,6
Recuperación de Grasa (%)	56,0 b	45,9 a	45,8 a
Rendimiento Quesero Ajustado (%)	10,0 b	9,6 ab	8,8 a

El tratamiento **BCA-DPM** obtuvo **menor rendimiento** que el tratamiento **ACA-DTM** mientras que el **ACA-DPM** presentó un rendimiento intermedio entre ambos.

Es interesante destacar que ambos tratamientos mixtos: **ACA-DPM** y **BCA-DPM** recuperaron menor cantidad de materia grasa en la red proteica.

Resultados fisicoquímicos en leche utilizada en las elaboraciones de queso

El rendimiento del queso depende de la calidad fisicoquímica, higiénica y sanitaria de la leche.

En la **tabla 10** se muestran valores de calidad fisicoquímica de la leche utilizada para las elaboraciones y se observa que **no hubo diferencias significativas** en la composición (grasa, proteína, caseína).

Tabla 10. Parámetros fisicoquímicos de la leche

g/100mL	ACA-DTM	ACA-DPM	BCA-DPM
Sólidos totales	12,4	12,7	12,6
Grasa	3,73	4,20	4,02
Proteína	3,40	3,34	3,29
Caseína	2,65	2,63	2,61

En este estudio también se analizaron otros parámetros que tienen influencia directa en el rendimiento, como calcio total y soluble, fósforo, urea y recuento de células somáticas donde tampoco se obtuvo diferencia significativa entre tratamientos. Por lo tanto, **los parámetros fisicoquímicos evaluados no estarían explicando la diferencia en el rendimiento entre los tratamientos**.



CALIDAD DEL PRODUCTO

Resultados

Resultados microbiológicos en leche utilizada en las elaboraciones de queso

Por otro lado, se realizaron estudios de **calidad higiénica de la leche** utilizada para las elaboraciones. Se analizaron recuentos de **mesófilos aerobios totales**, **psicrótrofos y termodúricos**, y también recuento de **esporulados aerobios y anaerobios**.

Los **psicrótrofos y termodúricos** además de ser microorganismos indicadores de higiene, son los principales microorganismos considerados **deteriorantes** y por lo tanto de gran interés en la industria láctea.

Tabla 11. Recuento de microorganismos psicrótrofos (ufc/ml) por tratamiento

ACA-DTM	ACA-DPM	BCA-DPM
1,2 x 10 ³ b	1,0 x 10 ³ b	7,4 x 10 ³ a



Estos microorganismos psicrótrofos tienen la capacidad de **crecer a temperatura de frío (tanque de frío)** además de **producir enzimas proteolíticas que degradan las proteínas de la leche**. Esto podría estar explicando la obtención de una red proteica más débil en el queso del tratamiento **BCA-DPM**, con menor retención de grasa y menor rendimiento.

Valor nutricional leche y queso: Vitamina A

La vitamina A es liposoluble y se encuentra en la grasa de la leche, es importante para la función visual, el sistema inmunológico y para el crecimiento.

Tabla 12: Vitamina A (ug/100g) en leche (3% de grasa) y queso por tratamiento

(ug/100g)	ACA-DTM	ACA-DPM	BCA-DPM
Vit A (All trans R.)	14,4 b	28,1 a	28,5 a
Vit A (All trans R.)	108 a	103 a	127 a
Vit A (13 cis R.)	9,5 a	14,3 b	20,8 c

Los tratamientos mixtos (**ACA-DPM** y **BCA-DPM**) presentaron mayor concentración de Vitamina A en leche ajustada al 3 % de grasa, en comparación con el tratamiento **ACA-DTM** (Tabla 12).

Cuando la leche se transforma en queso, los procesos de calentamiento, exposición a la luz y también los factores microbiológicos afectan la vitamina A, haciendo que una proporción de esta cambie de la forma All trans retinol al isómero 13-cis retinol.

Con respecto a la concentración de la forma 13-cis retinol de la Vitamina A en los quesos en los tratamientos **ACA-DPM** y **BCA-DPM** fue mayor en comparación con el **ACA-DTM**, a pesar que los tratamientos mixtos tuvieron menor recuperación de grasa en el queso (Tabla 9).

CALIDAD DEL PRODUCTO

Resultados

Colesterol

En la grasa láctea también se encuentra el colesterol, importante en su contenido ya que su consumo en la dieta se encuentra asociado a las enfermedades cardiovasculares. En la **tabla 5** se muestran los resultados de colesterol en leche estandarizada al 3% y en el queso resultante de las elaboraciones.

Tabla 13. Concentración de colesterol (mg/100g) en leche (3% de grasa) y queso

mg/100g	ACA-DTM	ACA-DPM	BCA-DPM
Colesterol	11,0 a	10,1 a	10,6 a
Colesterol	81 a	63 b	68 b

No se encontraron diferencias en colesterol, en la leche ajustada al 3 % de grasa, entre tratamientos. Los quesos elaborados con leche del tratamiento **estabulado**, presentaron mayor concentración de colesterol que en los tratamientos mixtos, lo que podría deberse a una mayor recuperación de grasa en los quesos **ACA-DTM**.

Perfil de ácidos grasos en leche y queso

Numerosos estudios en salud humana respaldan el efecto beneficioso que tiene para la salud la ingesta de ácido linoleico conjugado (CLA) y de ácidos grasos insaturados como omega (ω) 3. Se recomienda que la relación de ácidos grasos $\omega 6:\omega 3$ sea entre 1 y 4.

Tabla 14. Perfil de ácidos grasos en leche

(g/100g G)	ACA-DTM	ACA-DPM	BCA-DPM
CLA	0,68 b	0,97 a	1,05 a
$\omega 6$	2,51 a	1,91 b	1,86 b
$\omega 3$	0,26 b	0,51 a	0,50 a
$\omega 6/\omega 3$	10 a	4 b	4 b

Tabla 15. Perfil de ácidos grasos en queso

(g/100g G)	ACA-DTM	ACA-DPM	BCA-DPM
CLA	0,72 b	0,97 a	1,12 a
$\omega 6$	2,97 a	2,66 b	2,36 b
$\omega 3$	0,12 c	0,2 b	0,35 a
$\omega 6/\omega 3$	25 a	13 b	7c

Tanto en leche como en queso se obtuvieron **mayores concentraciones de CLA y omega 3 en los tratamientos ACA-DPM y BCA-DPM** en comparación con **ACA-DTM**, reafirmando la **importancia de la inclusión de pastura en la dieta de las vacas lecheras** para obtención de leche y productos lácteos con **características saludables para la salud humana (Tabla 14 y 15)**.

Además, los tratamientos mixtos (**ACA-DPM y BCA-DPM**) tuvieron una relación $\omega 6/\omega 3$ menor que el tratamiento **ACA-DTM** en leche y queso, siendo más adecuada a las recomendaciones, lo que se traduce en un indicador beneficioso desde el punto de vista de la salud del consumidor. En el queso aumenta la relación $\omega 6:\omega 3$ con respecto a la leche, donde los quesos del tratamiento **BCA-DPM** presentaron el valor más bajo (**Tabla 15**).

CONCLUSIONES



En cuanto a calidad de producto se evidenció:

El tratamiento **BCA-DPM** presentó **menor rendimiento quesero** en comparación con **ACA-DTM**, pero **no hubo diferencias** entre los sistemas mixtos (**ACA-DPM** y **BCA-DPM**).



Los tratamientos que incluyeron pastoreo (**ACA-DPM** y **BCA-DPM**) presentaron **mayor concentración de Vitamina A**, mayor concentración de **CLA** y ω_3 y menor relación ω_6/ω_3 tanto en leche como en quesos.



CAMA CALIENTE

El sistema de cama caliente (o galpón de compost) se trata de un galpón que posee una cama de material orgánico que sufre un proceso de **compostaje** junto con las excreciones de los animales.

El manejo adecuado de la cama es esencial para proporcionar a los animales un ambiente cómodo y seguro del punto de vista sanitario.



La cama caliente funciona cuando hay un equilibrio entre fuentes de carbono, nitrógeno, agua y oxígeno.

El carbono es proveniente del sustrato agregado, el nitrógeno y agua es aportado por las heces y orina de los animales, y con la "movida" de la cama se permite el ingreso de oxígeno, lo cual debe ser realizado dos veces al día con un cinzel que mueve a una profundidad de aproximadamente 30 cm.

Semanalmente se lleva a cabo el **monitoreo** de temperatura y humedad, donde el **objetivo** es acompañar la evolución y mantener la **humedad entre 40 y 60%** y la **temperatura entre 43 y 60°C**. Según lo observado en el monitoreo se hace el **agregado de una capa de material nuevo**.



En este material se presentan los resultados del manejo de la cama caliente en la EEMAC y las lecciones aprendidas en dos años de trabajo con ese sistema.

CAMA CALIENTE



En las figuras 11 y 12 se presenta la evolución de la temperatura para los años 2019 y 2020, respectivamente.

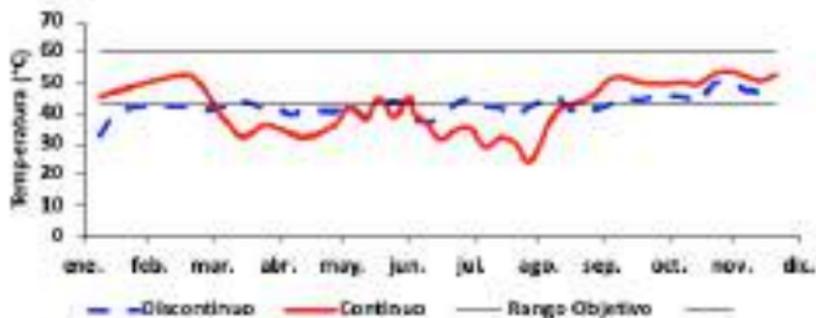


Figura 11. Evolución de la temperatura en la cama caliente según uso continuo (ACA-DTM) o discontinuo (ACA-DPM) en el año 2019

Durante el **otoño-invierno de 2019** la falta de materiales adecuados en stock, el exceso de lluvias y horarios de “movida” de la cama que no eran equidistantes, provocó un **aumento de la humedad y una temperatura por debajo de los niveles deseados, surgiendo un brote de mastitis** en los animales del tratamiento **ACA-DTM**.

El cambio de la cama del tratamiento **ACA-DTM** se realizó el 16 de agosto del 2019 y el material usado fue aserrín (70%) y chip de madera (30%). Desde agosto hasta diciembre, las reposiciones se hicieron con aserrín, chip y cáscara de arroz para ambos tratamientos.



CAMA CALIENTE



Durante el verano, además de los materiales ya citados, se empezó a utilizar cáscara de pino. En el tratamiento **ACA-DPM** la cama se cambió el 07 de marzo del 2020, utilizando aserrín (60%), chip de madera (20%) y cáscara de pino (20%).

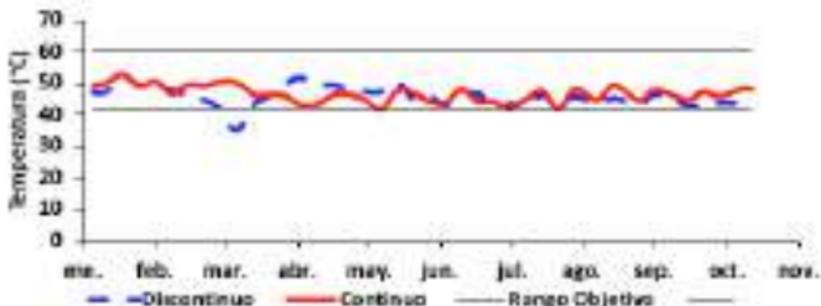


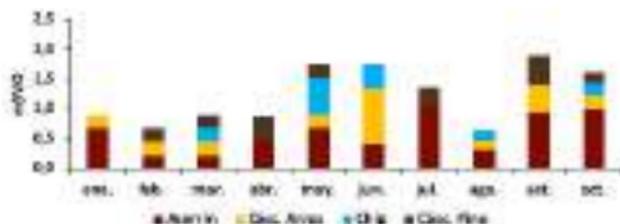
Figura 12. Evolución de la temperatura en la cama caliente según uso continuo (ACA-DTM) o discontinuo (ACA-DPM) en el año 2020

Desde la primavera 2019 y hasta el presente la temperatura en ambos tratamientos se mantuvo dentro del rango deseado, resultado conjunto del uso combinado de distintos materiales, horarios ajustados de movida de la cama y monitoreo periódico, facilitado por las menores precipitaciones en el presente año, comparado a 2019.



CAMA CALIENTE

En las figuras 13 y 14 se presenta el uso de materiales de reposición durante el año 2020 según uso continuo (ACA-DTM) o discontinuo (ACA-DPM), respectivamente.



En el uso **continuo**, en promedio se repuso 1,2 m³/VO/mes, que es equivalente al agregado de una capa de 9 cm de material nuevo (**Fig. 13**).

Figura 13. Uso de materiales de reposición en la cama caliente con uso continuo (ACA-DTM) en el año 2020

En la cama con uso **discontinuo**, la reposición promedio fue de 0,75 m³/VO/mes, lo que equivale a una capa de 6 cm (**Fig. 14**).

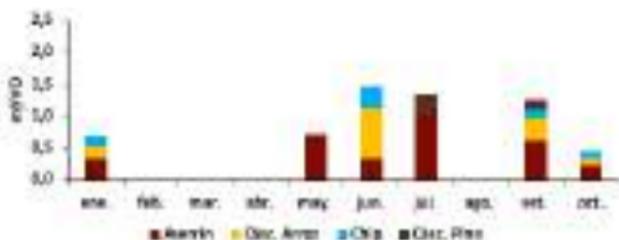


Figura 14. Uso de materiales de reposición en la cama caliente con uso discontinuo (ACA-DPM) en el año 2020

Aserrín

Chip

Cáscara de arroz

Cáscara de pino



CAMA CALIENTE

En la tabla 1 se presentan los costos del material para el inicio y para las reposiciones en el establo. El costo de la tonelada puesta en la EEMAC es de US\$8,00 para el aserrín, US\$44,00 para la cáscara de arroz y de US\$21,00 para el chip de madera. La cáscara de pino fue donada por ALUR.

Tabla 16. Costo de los materiales usados en las reposiciones y cambio total.

	Continuo		Discontinuo	
	US\$	Eq. Leche	US\$	Eq. Leche
Costo inicial (40cm material) total	17,5/VO	58 L/VO	17,5/VO	58 L/VO
Costo inicial (40cm material) diluido 12 meses	1,5/VO/mes	0,17 L/VO/d	1,5/VO/mes	0,17 L/VO/d
Costo inicial (40cm material) diluido 16 meses	1,1/VO/mes	0,12 L/VO/d	1,1/VO/mes	0,12 L/VO/d
Costo reposición – Promedio año	4,8/VO/mes	0,53 L/VO/d	2,5/VO/mes	0,28 L/VO/d
Costo inicial + reposición - Promedio año	5,9/VO/mes	0,66 L/VO/d	3,6/VO/mes	0,40 L/VO/d

Lecciones aprendidas sobre manejo de cama caliente

El sistema de cama caliente requiere un monitoreo periódico y una rápida toma de decisiones para su buen funcionamiento. En base a lo que hemos visto es imprescindible:

- 1) Respetar el **área mínimo de cama por animal y evitar la entrada de agua de lluvia** (ej. aleros);
- 2) Tener **material seco y en stock** en el predio, con **distintos tamaños de partícula**;
- 3) Hacer las **reposiciones** con materiales adecuados en función de las necesidades (bajada en la temperatura, formación de agregados, humedad excesiva, etc.);
- 4) Hacer la **aireación de la cama dos veces al día, en horarios equidistantes y en ambos sentidos**;
- 5) **Monitorear la temperatura y la humedad periódicamente**, sea con equipos de medición o con aspectos prácticos.

