



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

**Efecto del manejo diferencial de la alimentación  
en los primeros 21 días posparto sobre la  
respuesta productiva y la adaptación al pastoreo  
en vacas Holando primíparas y multíparas**

Ing. Agr. Catalina Rivoir Caamaño

Maestría en Ciencias Agrarias  
Opción Ciencias Animales

Julio 2023

**Efecto del manejo diferencial de la alimentación  
en los primeros 21 días posparto sobre la  
respuesta productiva y la adaptación al pastoreo  
en vacas Holando primíparas y multíparas**

Ing. Agr. Catalina Rivoir Caamaño

Maestría en Ciencias Agrarias  
Opción Ciencias Animales

Julio 2023

Tesis aprobada por el tribunal integrado por Ing. Agr. MSc. PhD. Mariana Carriquiry, Ing. Agr. MSc. PhD. Alejandro Mendoza y Dr. MDV. MSc. PhD. Martin Aguerre el 28 de setiembre de 2023. Autora: Catalina Rivoir Caamaño. Director/a: Ing. Agr. MSc. PhD. Pablo Chilibroste Symonds.

Dedico este trabajo a mi familia, especialmente a Agus, mi hermana, quien me acompañó en este camino académico y de la vida, a Guille por su apoyo incondicional y a mis amigas por siempre estar.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a todas las personas que fueron parte de este trabajo, directa e indirectamente.

A mi tutor, Chili, quien me acompaña desde mi tesis de grado, por ser un excelente tutor y por sobre todo por ser una persona increíble, por su apoyo y motivación constante, sus consejos académicos y de la vida, por su esencia única y por la buena energía que transmite. Por motivarme a los nuevos desafíos y por brindar instancias de aprendizaje.

Al grupo de lechería, por su apoyo y el constante intercambio.

A Diego, quien me acompañó desde el inicio, desde la docencia a la investigación, por su transmisión de conocimientos desde el campo al aula, por las horas de preparación de clases, por su constante apoyo, su preocupación por que todo salga bien y su compañía.

A Lourdes, por siempre estar el día a día en los 2 experimentos y ayudar a que salga adelante, principalmente durante el experimento de otoño, donde la pandemia hizo todo un poco más difícil. A Rosana también, por ayudarme durante todo el experimento de otoño, por cada mañana de domingo a domingo, las charlas y su apoyo. A Gabriel y Graciana, por ser parte, por el intercambio, sugerencias y momentos compartidos.

A Fede, porque sin ella hubiese sido difícil llevar a cabo dos experimentos en conjunto, por su alegría, su energía en cada madrugada de domingo a domingo, por las risas compartidas en el galpón, sus consejos y por su amistad incondicional. A Marce, quien fue parte también, por su apoyo, buena disposición y por cada mañana divertida que pasamos en el galpón pesando rechazos junto a Fede.

A los funcionarios del tambo de la EEMAC que colaboraron con el ensayo.

A mi hermana Agus, por ser parte de este camino de la vida y también académico, por tenernos una a la otra. A mi familia, mamá, papá y abuela, por siempre darme para adelante sin pensar, por su apoyo incondicional. A mis amigas, por alegrarse junto a mí por mis logros realizados y por la motivación. A Guille, por su amor, compañerismo, apoyo incondicional y por creer en mí. A mi familia sanducera, Horaco, Gianella y Estefa, por su apoyo y alegría en mis logros.

A todas y todos, gracias.

## TABLA DE CONTENIDO

	página
<b>PÁGINA DE APROBACIÓN .....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>V</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>VIII</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>X</b>
<b><u>1.</u> INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.1. Período de transición.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.2. Estrategias de alimentación en el posparto .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.3. Adaptación al pastoreo en lactancia temprana.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.4. Mecanismos de adaptación y respuesta animal ante cambios la alimentación .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1.5. Respuestas residuales en leche y mecanismos implicados .....</b>	<b>12</b>
<b><u>2.</u> MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1. LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2. ANIMALES Y MANEJO PREPARTO.....</b>	<b>18</b>
<b>2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.1. Experimento otoño .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.2. Experimento primavera .....</b>	<b>19</b>
<b>2.4. MANEJO E INSTALACIONES .....</b>	<b>19</b>
<b>2.5. PASTURA.....</b>	<b>20</b>
<b>2.6. MANEJO DE LA ALIMENTACIÓN Y EL PASTOREO .....</b>	<b>21</b>
<b>2.8. MEDICIONES EXPERIMENTALES, ESTIMACIONES Y ANÁLISIS DE MUESTRAS.....</b>	<b>22</b>
<b>2.8.1. Mediciones en los animales, toma de muestras y estimaciones .....</b>	<b>22</b>
<b>2.8.2. Muestreo y análisis de alimentos .....</b>	<b>24</b>
<b>2.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>25</b>
<b><u>3.</u> RESULTADOS.....</b>	<b>28</b>
<b>3.1. PASTURA Y DTM, OFERTA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2. EXPERIMENTO OTOÑO .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.1. Producción de leche, composición, sólidos y energía en leche .....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.2. Condición corporal y peso vivo .....</b>	<b>36</b>

3.2.3.	Comportamiento en pastoreo .....	38
3.3.	EXPERIMENTO PRIMAVERA .....	39
3.3.1.	Producción de leche, composición, sólidos y energía en leche .....	39
3.3.2.	Condición corporal y peso vivo .....	45
3.3.3.	Comportamiento en pastoreo .....	47
<u>4.</u>	DISCUSIÓN.....	50
4.1.	EXPERIMENTO OTOÑO .....	50
4.1.1.	Período directo.....	50
4.1.2.	Período residual .....	53
4.2.	EXPERIMENTO PRIMAVERA .....	57
4.2.1.	Período directo.....	57
4.2.2.	Período residual .....	59
<u>5.</u>	CONCLUSIONES.....	62
<u>6.</u>	BIBLIOGRAFÍA.....	64
<u>7.</u>	ANEXOS .....	74
7.1.	IMAGEN DEL GALPÓN CON SISTEMA COMPOST BARN (A), VACAS ECHADAS EN LA CAMA DE COMPOST (B), VACAS ALIMENTÁNDOSE DE FORMA COLECTIVA (C) .....	74
7.2.	IMAGEN DE LA PLAZA DE ALIMENTACIÓN CON COMEDEROS DE NYLON. ....	74
7.3.	ADAPTATION OF FRESH LACTATING DAIRY COWS TO GRAZING .....	75

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar el impacto del manejo de la alimentación durante los primeros 21 días posparto (dpp) sobre el comportamiento de pastoreo y la respuesta productiva hasta los 60 dpp en vacas lecheras Holstein primíparas (P) y multíparas (M), en partos de otoño (OTO) y primavera (PRI). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar y se evaluaron 2 tratamientos (TRAT), T0: alimentación mixta con turno de pastoreo matutino y suplementación vespertina con dieta mezcla (DM) en cama caliente (CAC) desde el parto hasta los 60 dpp, T21: alimentación *ad libitum* con 100% dieta total mezclada (DTM) durante los primeros 21 dpp en CAC y pastoreo + DM igual a T0 desde 22 a los 60 dpp. Se registró la producción y composición de leche, condición corporal (CC) y comportamiento de pastoreo. Los datos se analizaron con un modelo mixto de medidas repetidas en el tiempo, con el procedimiento GLIMMIX del programa estadístico SAS para cada experimento (otoño y primavera) y cada paridad ((PAR) M y P), por separado. Durante 0-21 dpp, hubo un efecto de TRAT en vacas M sobre la producción de leche, 5,1 L/día mayor en T21 en comparación con T0, para OTO y PRI ( $p < 0.01$ ). En OTO no hubo diferencias entre P ( $p = 0,65$ ) y en PRI T21 tendió a presentar mayor producción que T0 ( $p = 0,08$ ). En los primeros 21 dpp, en ninguno de los experimentos y PAR hubo diferencias en el % de grasa (Gr), proteína (Pr), lactosa (Lc) y energía en la leche (EL; Mcal/d) ( $p > 0.05$ ). M T21 lograron mayor producción (kg/d) de Gr en OTO y de Pr y Lc en PRI con respecto a T0 ( $p < 0.05$ ), sin diferencias entre P. A los 22-60 dpp, en OTO no hubo diferencias en la producción de leche entre TRAT tanto para M como para P ( $p > 0,05$ ). En PRI, M T21 tendió a lograr mayor producción en comparación con T0 ( $p = 0,07$ ), sin diferencias entre P ( $p > 0,05$ ). Tampoco hubo diferencias en el % de Gr, Pr, Lc y EL entre TRAT y dentro de cada PAR. En el mismo periodo (22-60 dpp), en OTO no hubo diferencias entre TRAT o PAR en tiempo de pastoreo y rumia, en PRI hubo diferencias en P en tiempo de pastoreo a favor de T0. La CC no varió según TRAT y PAR. Vacas M presentan respuestas consistentes a la alimentación diferencial y respuestas residuales con persistencia limitada luego del cambio de alimentación, sugieren que aún hay aspectos por investigar. Las vacas P parecen presentar una doble adaptación con respecto a M. Los resultados confirman la existencia de un período de adaptación al pastoreo en vacas que ingresan a un sistema mixto después del parto (T0) y que las vacas que ingresan a pastoreo con un alto nivel de suplementación a los 22 dpp (T21) pueden adaptarse rápidamente.



**Palabras clave:** vacas lecheras, dieta total mezclada, estrategias de alimentación, respuestas residuales, lactancia temprana

**EFFECT OF DIFFERENTIAL FEEDING MANAGEMENT IN THE FIRST  
21 DAYS POSTPARTUM ON ADAPTATION TO GRAZING AND  
PRODUCTIVE PERFORMANCE IN PRIMIPAROUS AND MULTIPAROUS  
HOLSTEIN COWS**

**SUMMARY**

The objective was to evaluate the impact of feeding management during the first 21 postpartum days (dpp) on grazing behavior and the productive response up to 60 dpp in primiparous (P) and multiparous (M) Holstein dairy cows, in calving of autumn (OTO) and spring (PRI). A randomized complete block design was used and 2 treatments (TRAT) were evaluated, T0: mixed feeding with morning grazing shift and evening supplementation with mixed diet (DM) in a hot bed (CAC) from parturition to 60 dpp, T21: ad libitum feeding with 100% total mixed diet (TMD) during the first 21 dpp in CAC and grazing + DM equal to T0 from 22 to 60 dpp. Milk production and composition, body condition (CC) and grazing behavior were recorded. The data were analyzed with a mixed model of repeated measures in time, with the GLIMMIX procedure of the SAS statistical program for each experiment (autumn and spring) and each parity ((PAR) M and P), separately. During the first 21 dpp, there was an effect of TRAT in M cows on milk production, 5.1 L/day higher at T21 compared to T0, for OTO and PRI ( $p < 0.01$ ). In OTO there were no differences between P ( $p = 0.65$ ) and PRI T21 tended to present higher production than T0 ( $p = 0.08$ ). In the first 21 dpp, in none of the experiments and PAR there were differences in the % fat (Gr), protein (Pr), lactose (Lc) and energy in milk (EL; Mcal/d) ( $p > 0.05$ ). The M T21 cows achieved higher production (kg/d) of Gr in OTO and of Pr and Lc in PRI with respect to T0 ( $p < 0.05$ ), without differences between P. At 22-60 dpp, in OTO there were no differences in milk production between TRAT for both M and P ( $p > 0.05$ ). In PRI, M T21 tended to achieve higher production compared to T0 ( $p = 0.07$ ), with no differences between P ( $p > 0.05$ ). There were also no differences in the % of Gr, Pr, Lc and EL between treatment and within each PAR. In the same period (22-60 dpp), in OTO there were no differences between TRAT or PAR in grazing time and rumination, in PRI there were differences in P in grazing time in favor of T0. CC did not vary according to treatment and PAR. M cows present consistent responses to differential and residual feeding management with limited persistence after the feeding change, suggesting that there are still aspects to be investigated. P cows seem to present a double

adaptation with respect to M. The results confirm the existence of a period of adaptation to grazing in cows that enter a mixed system after calving (T0) and that cows that enter grazing with a high supplementation level at 22 dpp (T21) can be quickly adapted.

**Keywords:** dairy cows, total mixed ration, feeding strategies, residual responses, early lactation

## **1. INTRODUCCIÓN**

La industria láctea se ha intensificado en el ámbito mundial para satisfacer la creciente demanda de productos de origen animal (Mee y Boyle, 2020) y se espera que continúe creciendo alrededor de un 35 % para el 2030 (IFCN, 2018). En el caso de Uruguay, el crecimiento en los últimos 30 años estuvo dado por incrementos significativos en la productividad debido a aumentos tanto en la carga como en la producción individual (Fariña y Chilibroste, 2019). Este proceso de intensificación ha tenido su correlato junto a cambios en la estructura de alimentación (Cajarville et al., 2012), con aumentos importantes en los niveles de concentrado en la dieta (Artagaveytia, 2021) que explican el incremento de la producción individual, como también al desarrollo de nuevas estrategias de alimentación como el uso de dietas total mezcladas (DTM) con o sin acceso al pastoreo (Méndez et al., 2023, Aguerre et al., 2018, Mendoza et al., 2016, Fajardo et al., 2015, Cajarville et al., 2012).

El uso de DTM se ha implementado como una herramienta para expresar el potencial productivo en vacas lecheras de alto rendimiento (Kolver y Muller, 1998), cubrir el desbalance estructural de nutrientes que existe entre el modelo de producción de forraje y la estructura de partos en los sistemas lecheros de Uruguay (Chilibroste et al., 2004b), así como también mitigar los desafíos que atraviesan las vacas durante el inicio de la lactancia.

El manejo en esta etapa define gran parte de la eficiencia productiva y reproductiva de las vacas en los sistemas lecheros de Uruguay (Chilibroste et al., 2004a), donde vacas en condiciones de pastoreo se enfrentan a cambios de mayor intensidad, producto de una menor ingesta de materia seca (MS) y energía (Kolver, 2003), superior movilización de reservas corporales y costos de energía adicionales vinculado a la actividad de búsqueda, pastoreo y caminata. Esto se manifiesta con diferente intensidad según sea la categoría animal (primíparas y multíparas), el potencial de producción, la época de parto y sus interacciones (Chilibroste et al., 2011).

Es así que muchas investigaciones se han centrado en la adaptación al inicio de la lactancia y en minimizar la severidad y la duración del balance energético negativo (BEN) (Roche et al., 2007) mediante la aplicación de diferentes estrategias de alimentación en el posparto inmediato (Meikle et al., 2013, Chilibroste et al., 2012,

Adrien et al., 2011), donde el nivel y tipo de alimentación generan efectos directos en el estatus metabólico, el nivel de producción y la eficiencia reproductiva de vacas lecheras en pastoreo (Astessiano et al., 2017, Fajardo et al., 2015, Meikle et al., 2013, Cajarville et al., 2012, Chilibroste et al., 2012, Acosta et al., 2010). Sin embargo, la mayoría de estos trabajos se han centrado principalmente en los efectos inmediatos, con altas respuestas directas en producción de leche, pero con menor énfasis en las respuestas residuales (Chilibroste, 2012).

Con base en estos antecedentes, se destaca la importancia de lograr una mejor comprensión de los efectos de diferentes estrategias de alimentación durante los primeros 21 días posparto (dpp) sobre las respuestas directas y residuales en performance animal y sobre los mecanismos de adaptación al pastoreo. Los resultados de este estudio podrán definir nuevas estrategias para incluir al menú de opciones presentes en el ámbito comercial.

## **1.1. MARCO TEÓRICO**

### **1.1.1. Período de transición**

El período de transición definido como las 3 semanas pre- y posparto (Grummer, 1995) corresponde a una de las etapas más importantes en la vida de una vaca lechera. La transición del estado fisiológico de preñez tardía a inicio de la lactación comprende grandes cambios donde la vaca debe adaptar su metabolismo a las fuertes exigencias que le demanda la producción y al cambio de régimen alimenticio acorde con su nuevo nivel de requerimientos (Drackley, 1999). Del equilibrio con que la vaca resuelva este proceso dependerá la capacidad de maximizar la producción y la calidad de la leche, de evitar enfermedades metabólicas y asegurar la siguiente preñez (Grummer et al., 1995).

Al inicio del período de transición ocurre una reducción gradual del consumo de materia seca (CMS) con una disminución marcada en la semana antes del parto de hasta un 30 % (Grummer et al., 1995), debida principalmente a la reducción del volumen del rumen y al incremento del peso del feto y útero (Bakshi et al., 2017). El consumo deprimido junto al aumento de los requerimientos determina un desfase entre la curva de consumo y producción que ocasiona el BEN, pudiéndose extender

hasta 10 a 12 semanas posparto. En esta etapa, la maximización del CMS es crucial para alcanzar la producción deseada y, a su vez, minimizar la magnitud y duración del BEN (Meikle et al., 2018).

Para poder cubrir este desfase entre requerimientos y consumo, la vaca moviliza reservas corporales (Grant y Albright, 1995) que determina pérdidas de peso vivo (PV) y condición corporal (CC). La gran movilización de la CC que ocurre en el pre- y posparto temprano se acompaña de un pronunciado aumento de ácidos grasos no esterificados (NEFA), al le sigue frecuentemente un aumento de beta-hidroxibutirato (BHB), el cual refleja el déficit energético (Meikle et al., 2013). Estos cambios ocurren con mayor intensidad en condiciones de pastoreo (Kolver, 2003) y en vacas primíparas, las cuales presentan mayor dificultad para adaptarse al pastoreo (Chilibroste et al., 2012) y un menor CMS (McEvoy et al., 2008) que determina un perfil metabólico más desbalanceado (Cavestany et al., 2009, Meikle et al., 2004) y una mayor dificultad para recuperarse del BEN (Meikle et al., 2013, Adrien et al., 2012).

La CC al parto, el grado de pérdida entre el parto y el nadir tienen efectos profundos en la producción de leche, la eficiencia reproductiva y la salud (Roche, 2007) y es una de las variables que refleja en parte el nivel de éxito de la transición (Bakshi et al., 2017). Diferencias de -0,5 puntos de CC al parto afectan el rendimiento de leche corregida por grasa durante los primeros 40-60 días de lactancia en múltiparas o primíparas, respectivamente (Adrien et al., 2012). Estos cambios en el posparto inmediato predisponen a la vaca a enfermedades metabólicas y compromete lo productivo y la eficiencia reproductiva del rodeo lechero. Las estrategias de alimentación y manejo durante este período son determinantes y cruciales para maximizar la productividad y la fertilidad y prevenir enfermedades metabólicas (Grummer, 1995), así como los posibles desajustes nutricionales pueden ser el origen de numerosas patologías que generan mermas en la producción e impactan en la salud del rodeo. En la medida en que el desacople entre requerimientos y oferta sea mayor, las vacas verán más comprometida su capacidad para expresar su potencial productivo (Bakshi et al., 2017). De ese modo, la mayoría de los trabajos se han centrado en minimizar el impacto de estos cambios mediante el manejo nutricional en el pre- y

posparto inmediato (Aguerre et al., 2018, Meikle et al., 2013, Adrien et al., 2011, Chilibroste et al., 2012).

### **1.1.2. Estrategias de alimentación en el posparto**

La investigación en nutrición de vacas lecheras se ha centrado históricamente en el estudio de la respuesta animal frente a diferentes cantidades y tipos de alimentos consumidos (Broster y Broster, 1984). En sistemas intensivos con suministro de DTM, la estrategia se ha focalizado en el estudio de la respuesta animal frente a la manipulación de diferentes cantidades y tipos de nutrientes suministrados, donde se predice con relativa precisión el consumo de nutrientes (Chilibroste, 2012). Mientras que, en sistemas más extensivos, donde la pastura es el componente principal de la dieta, la manipulación de la cantidad y el tipo de nutrientes se ha basado en el control del proceso de pastoreo (Chilibroste et al., 2002).

Los sistemas de base pastoril expresan cierta dificultad para asegurar una oferta de alimento en cantidad y calidad a lo largo del año, lo que genera un desbalance estructural entre oferta y demanda que se agrava en lactancia temprana y se manifiesta con diferente intensidad según sea la categoría animal (primíparas y multíparas), el potencial de producción, la época de parto y sus interacciones (Chilibroste et al., 2011). Adicionalmente, vacas en condiciones de pastoreo presentan limitantes para lograr altas ingestas de MS y para expresar el potencial de producción de leche (Kolver y Muller, 1998).

En este sentido, la investigación del ámbito nacional ha incursionado en el uso de diferentes estrategias de alimentación especialmente en el pre- y posparto, involucrando decisiones en cuanto al control del proceso de pastoreo (tiempo y momento de acceso, asignación de forraje, tiempo de ayuno) y a la alimentación (calidad, cantidad y proporción de cada alimento) (Aguerre et al., 2018). Durante los últimos años, el uso de estrategias de alimentación que combinan diferentes niveles de pastura con DTM ha tomado relevancia como una herramienta para contribuir a superar algunas de las limitantes mencionadas de los sistemas de producción de leche de base pastoril (Cajarville et al., 2012). Trabajos del ámbito nacional (Méndez et al., 2023, Mendoza et al., 2016, Fajardo et al., 2015, Meikle et al., 2013, Mendoza et al.,

2012, Chilibroste et al., 2012, Acosta et al., 2010), regional (Salado et al., 2020, Salado et al., 2018, Gagliostro et al., 2018) e internacional (Kennedy et al., 2015, Delaby et al., 2009, Bargo et al., 2002, White et al., 2002, Soriano et al., 2001, Kolver y Muller, 1998) han explorado diversas combinaciones de pastura, DTM y/o concentrado, etapa de lactancia, paridad y número de animales.

Mediante el análisis de diversos trabajos del ámbito nacional e internacional se realizó una síntesis (cuadro 1) de las principales investigaciones que estudiaron el efecto del uso de DTM y el impacto en las variables productivas.



Cuadro 1. Antecedentes de respuesta directa del uso de DTM.

Experimento	Tratamientos	N.º animales, paridad y NL	Duración (días)	DEL de inicio	Lactancia (dpp)	Leche	G kg/d	Pr kg/d	% Gr	% Pr	% Lc	CMS kg/d
Méndez et al. (2023) Uruguay	DTM 100%					35,9 a	1,34 a	1,23 a	3,59 a	3,29 a	4,89 a	25,2
	DTM+P 64:36	48, mixta (2,8 ± 1,25)	301	0	Entera	27,4 b	1,04 b	0,96 b	3,55 ab	3,17 a	4,78 b	19,3
	DTM+P 69:31					26,0 c	1,01 b	0,95 b	3,43 b	3,19 b	4,87 a	18,6
	DTM 100% G1					31,9	1,36	1,07	4,37	3,33	4,55	17,8
Brady et al. (2021) Irlanda	DTM 100% G2					31,5	1,23	1,05	4,02	3,39	4,57	18,3
	P + C (2,6 kg MS/d) G1				Temprana (0-30)	32,1	1,42	1,12	4,56	3,42	4,54	16,8
	P + C (2,6 kg MS/d) G2	44 Mu y 16 Pr	98	0		29,3	1,32	1,12	4,58	3,72	4,47	17,1
	post DTM (P+C) G1					31,8	1,27	1,08	3,94	3,37	4,52	
Salado et al. (2020) Argentina	post DTM (P+C) G2				Temprana (31-98)	31,4	1,26	1,06	3,94	3,4	4,47	
	P + C (2,6 kg MS/d)					31,4	1,24	1,1	3,95	3,48	4,52	
	P + C (2,6 kg MS/d) G2					29,4	1,18	1,05	4,03	3,56	4,43	
	DTM 100%				Período I (13 semanas)	33,7 a	1,33 a	1,19 a	3,95	3,53 a	5,04 a	26,3 a
Jasinsky et al. (2019) Uruguay	DTM:P 75:25	50, mixta (2,6 ± 1)	189	52,6 ± 16,4	Período II (9 semanas)	32,3	1,24 b	1,13 b	3,84	3,47 b	4,99 b	25,0 b
	DTM 100%					28,8 a	1,10 a	0,99 a	3,87	3,42 a	4,95 a	24,2 a
	P + C (7 kg MS/d)					27,8 b	0,92 b	0,93 b	3,3	3,31 b	4,88 b	21,9 b
	DTM 100%				Temprana (0-60)	28,1			4,09	3,1	4,9	
Salado et al. (2018) Argentina	P + DTM 54% + C 22%	18 Pr	60	0		26,3			4,2	3,2	4,9	
	DTM 100%					34,2 a	1,35 a	1,18 a	3,92	3,44	5,05 a	24,0 a
	DTM:P 75:25	40 Mu	63	66 ± 19	Temprana a	32,1 b	1,25 a	1,11 a	3,48	5,04 a	22,4 ab	
	DTM:P 50:50				media (66-129)	28,4 c	1,10 b	0,96 b	3,91	3,39	4,99 ab	21,0 bc
Mendoza et al. (2016) Uruguay	DTM:P 25:75					26,8 d	1,04 b	0,92 b	3,8	3,43	4,89 b	19,7 c
	DTM 100%				Temprana a	34,4 a	1,40 b	1,13 a	4,1	3,32	4,95	
	DTM + 4 hs FF	9 Mu	60 (3 Períodos x 20 días)	100 ± 25	media (100-160)	34,9 a	1,40 ba	1,16 a	3,95	3,35	4,93	
	DTM + 8 hs FF					32,7 b	1,29 a	1,06 b	3,99	3,25	4,95	

Fajardo et al. (2015) Uruguay	DTM 100%					37,2 a	1,3	1,3 a	3,7 by	3,3	4,9 b	26,1
	50% DTM + 6 hs P				Temprana (0-60)	33,7 b	1,1	1,1 b	3,9 abx	3,5	4,9 ab	20
	50% DTM + 9 hs P	41 Mu	90	0		33,9 b	1,1	1,1 b	3,9 a	3,4	5 ab	21,8
	Post DTM				Temprana (61-90)	37,2	1,3	1,2	3,5	3,3	5,0	25,7
	50% DTM + 6 P					36,3	1,3	1,2	3,6	3,4	5,0	26,3
Kennedy et al. (2015) Irlanda	DTM 100%		42 (aplicación de tratamientos) y 92 (Período)			27,3 a	1,0 a	0,88a	3,73	3,24	4,84 a	21,6
	P + C (1 kg MS/d)	18 Pr y 30 Mu		28		21,1 b	0,84 b	0,67b	3,99	3,21	4,73 b	14,6 a
	P + C (4 kg MS/d)				Temprana (28-70)	24,1 c	0,91 ab	0,78c	3,76	3,23	4,71 b	16,8 b
	P + C (8 kg MS/d)					25,4 c	0,91 ab	0,84ac	3,6	3,32	4,75 b	19,8 c
O'neill et al. (2011) Irlanda	DTM 100% P	18 Pr y 30 Mu	70	64 ± 17	Temprana a media (64-134)	26,9a		4,1	3,18b		19,69 a	
Acosta et al. (2010) Uruguay	DTM 100%		75 (aplicación de tratamientos) y			35,2	1,36	1,09	3,88	3,1	5,11	
	P + E	24 Mu		0		24,9	0,93	0,73	3,76	2,94	4,82	
	P + 1/2 DTM				Temprana (0-70)	30,5	1,1	0,89	3,63	2,94	4,88	
Vibart et al. (2008) USA	DTM 100%					34,1	1,25	1	3,63	2,94		25,8 a
	DTM:P 79:21	30, mixta (1,6 ± 0,2)			Temprana a media (87-143)	33,2	1,23	0,96	3,76	2,92		21,8 b
	DTM:P 68:32		56	87 ± 9,2		30	1,23	0,94	4,07	3,12		21,6 b
	DTM:P 59:41					32,9	1,29	0,94	3,89	2,84		21,6 b
Bargo et al. (2002) USA	DTM 100%				Temprana a tardía (109-256)	38,1 c	1,24 c	1,13 c	3,30 b	2,99 b		26,7 c
	DTM+P 70:30	15 Pr y 30 Mu	147	109 ± 39		32,0 b	1,06 b	0,93 b	3,35 b	2,95 ab		25,2 b
	C+P 40:60					28,5 a	0,89 a	0,79 a	3,13 a	2,82 ab		21,6 a
Soriano et al. (2001) USA	DTM 100%				Media a tardía (185-227)	29,1 b	1,01	0,93	3,54	3,28		
	DTM:P am 76:24	22 Pr y 32 Mu	42	185		27,6 b	0,95	0,88	3,46	3,22		
	DTM:P pm 66:34					28,2 a	0,94	0,88	3,42	3,2		
Kolver y Muller (1998) USA	DTM 100%				Temprana (59-87)	44,1 a	1,52 a	1,22 a	3,48	2,80 a		
	P 100%	16 Mu	28	59 ± 7	Temprana (59-87)	29,6 b	1,1 b	0,77 b	3,72	2,60 b		

FF = forraje fresco cortado, P = pastura, C = concentrado, E = ensilaje, DTM = dieta total mezclada, G = genética, Mu = múltipara, Pr = primípara.

De acuerdo a estos trabajos, vacas Holando en condiciones de pastoreo al inicio de la lactancia presentan limitaciones para lograr altos CMS y energía, por lo que dietas basadas únicamente en pastoreo limitan el potencial de producción de leche (Kolver y Muller, 1998). Cuando se comparan escenarios contrastantes, sucede que vacas alimentadas únicamente con DTM obtienen respuestas en leche de 38 % (O'Neill et al., 2011) a 49 % (Kolver y Muller, 1998) mayores en comparación con vacas solo en pastoreo. Al incluir suplementación (concentrado o ensilaje) en una dieta pastoril, las respuestas están condicionadas de acuerdo a las cantidades ofrecidas de concentrado y ensilaje, desde 7, 13 o 29% (Kennedy et al., 2015) a 41% (Acosta et al., 2010) mayores en vacas alimentadas con dieta mixta.

En la misma línea, vacas múltiparas alimentadas con DTM obtuvieron un 15 % adicional de producción de leche en comparación con vacas suplementadas con dieta mezcla (DM) y diferentes tiempos de acceso a la pastura (Fajardo et al., 2015). Incrementar el tiempo de acceso impacta positivamente en el CMS sin lograr superar los mayores valores obtenidos en vacas con DTM. Sin embargo, el aumento del consumo no se reflejó en las variables productivas debido a los costos adicionales de mantenimiento y a un balance negativo más pronunciado dado por la mayor actividad de pastoreo (Fajardo et al., 2015). Otro antecedente nacional como Méndez et al. (2023) estudió vacas alimentadas con DTM vs. vacas con dieta mixta con diferente nivel del control del ambiente durante toda la lactancia y encontraron que las primeras lograron entre 31 y 38 % más litros de leche con respecto a aquellas con alimentación mixta.

Asimismo, las respuestas varían de acuerdo a la paridad: primíparas en condiciones de pastoreo presentan un BEN más severo que vacas alimentadas con DTM (Jasinsky et al., 2019, Meikle et al., 2013), reflejado en mayores concentraciones en plasma de NEFA y BHB. En cuanto a los resultados productivos, se reportan trabajos donde han encontrado mayores respuestas en producción de leche (+ 5, 10 y 33 %) ante diferentes niveles de asignación de forraje (AF) (Chilibroste et al., 2012) y

otros sin diferencias (Jasinsky et al., 2019), pero con impactos positivos en la CC, el desempeño reproductivo y el perfil endócrino/metabólico (Meikle et al., 2013).

Algunos de estos trabajos evaluaron el efecto de variar el tiempo de acceso (Mendoza et al., 2016) o la proporción de pastura en la dieta (Pomiés, 2014), y sugieren que el nivel de inclusión de pastura en la dieta determina la magnitud de las respuestas productivas (cuadro 1). De este modo, se determina por parte de los autores que es posible incluir hasta un 25-30 % de forraje fresco (Salado, 2020, Pomiés, 2014) en una dieta base DM sin deprimir la producción de leche, grasa, proteína y lactosa (kg/d).

De acuerdo a la literatura citada, se encuentra gran variación en la magnitud de las respuestas obtenidas en producción de leche con base en la alimentación que se atribuyen a la combinación del nivel de consumo, los ingredientes de la dieta, el valor nutritivo de la pastura y los requerimientos energéticos involucrados de caminata y actividad de pastoreo (Vibart et al., 2008). Los autores explican que vacas en condiciones de pastoreo presentan requerimientos energéticos adicionales por la actividad de caminata y cosecha y una mayor dificultad para lograr altas ingestas de materia seca; de este modo experimentan una mayor movilización de reservas corporales y estrés metabólico (Astessiano et al., 2017) que amplifica el balance energético con mayores pérdidas de peso vivo (PV) y CC en comparación con vacas alimentadas con DTM. La evolución de la CC en el posparto impacta en el desempeño de los animales, siendo este efecto más evidente en primíparas que multíparas (Adrien et al., 2011, Meikle et al., 2004), lo que resulta en un BEN severo más frecuente que se agudiza en condiciones de pastoreo (Meikle et al., 2013).

Es así que frente a un mayor plano de alimentación en lactancia temprana se logran mayores producciones de leche, un mejor estatus metabólico (Astessiano et al., 2017), reducción en la movilización de reservas corporales (Chilliard et al., 1991), mayores ingestas de materia seca y energía, CC y un mejor desempeño reproductivo en comparación con vacas en condiciones de pastoreo.

### **1.1.3. Adaptación al pastoreo en lactancia temprana**

El inicio de la lactancia, además de todos los cambios descritos, también implica adaptaciones comportamentales (Caixeta y Omontese, 2021, Sepúlveda Varas y Wittwer Menge, 2017). Luego del parto, vacas en condiciones de pastoreo, independientemente de la paridad, atraviesan un período de adaptación desde la primera a la sexta semana posparto, donde ocurre un aumento gradual del tiempo efectivo de pastoreo y el largo de la primera sesión (González et al., 2023) con diferente grado de acuerdo a la paridad.

Hasta donde conocemos, la información sobre la adaptación al pastoreo al inicio de la lactancia es escasa. En el ámbito nacional, se ha encontrado que el aumento del tiempo de pastoreo desde la primera semana posparto hasta los 60 dpp, aproximadamente, es menor en vacas multíparas (40 %) con respecto a las primíparas (60 %) (González et al., 2023, Chilibroste et al., 2012). Estas últimas presentan mayor dificultad para adaptarse y cubrir sus requerimientos energéticos, principalmente durante las primeras semanas posparto. Al inicio de la lactancia pastorean una baja proporción del tiempo disponible (< 35 %) y a una tasa muy baja (< 34 bocados/min), independiente del nivel de asignación de forraje, lo que sugiere un proceso de pastoreo lento y selectivo; autores concluyen que necesitan al menos 3 a 7 semanas (González et al., 2023, Chilibroste et al., 2012) para lograr tiempos de pastoreo y tasas de bocado comparables al de vacas multíparas en el mismo momento de su lactancia.

### **1.1.4. Mecanismos de adaptación y respuesta animal ante cambios la alimentación**

Los animales presentan diversos mecanismos para poder adaptarse a cambios en la alimentación, esto implica adaptaciones complejas nutricionales, comportamentales (Grille et al., 2019) y metabólicas (Hartwiger et al., 2018). Por lo tanto, el estudio de los mecanismos de adaptación en vacas lecheras a nuevas estrategias de alimentación y su impacto sobre el CMS total, el consumo de forraje, el desempeño productivo y la eficiencia de utilización de la pastura son centrales en la evaluación de las estrategias de alimentación (Fajardo et al., 2015).

Los cambios de alimentación que pueden suceder en un sistema de base pastoril pueden ser de diferente índole: estructurales, asociadas a condiciones limitantes que imperan en diversas estaciones del año (nieve, estrés calórico), decisiones de manejo (encierros puntuales en la lactancia), o coyunturales vinculadas a situaciones específicas que pueden suceder en cualquier momento del año (baja disponibilidad de los recursos forrajeros, exceso de precipitaciones, entre otras).

En este sentido, la transición de estabulación a una dieta mixta (pastoreo + suplementación), tema central en esta investigación, involucra cambios en la ingesta de materia seca (Hartwiger et al., 2018, Schären et al., 2016a), comportamiento (Fajardo et al., 2015), microbiota ruminal (Hartwiger et al., 2018, Schären et al., 2016b) y metabolismo (Astessiano et al., 2017) que generan variadas respuestas en los niveles productivos y determinan el grado de éxito de la adaptación a un nuevo sistema de alimentación. Hasta el momento, son escasos los trabajos que reportan la transición de una alimentación basada en DTM hacia una mixta y se encuentra diversidad en las respuestas obtenidas que van desde 0 a disminuciones de 2,2, 3,6, 4 y 7 kg/d de leche (Salado et al., 2020, Bargo et al., 2002, Wu et al., 2001, Kolver y Muller, 1998) al ingresar al pastoreo.

Ante el comienzo del pastoreo, los animales incrementan la actividad física de caminata y pastoreo en detrimento del tiempo de rumia (Hartwiger et al., 2018a), asociado a un intento por satisfacer las demandas nutricionales y mantener la producción de leche (Charlton et al., 2011, Tapki y Sahin, 2006), lo que indica que las vacas presentan cierta elasticidad conductual (Phillips, 2002) para adaptarse ante diferentes planos de alimentación (Chilibroste et al., 2011, Delaby et al., 2009).

El pasaje de una alimentación de mayor a menor concentración energética involucra modificaciones en la flora ruminal (Hartwiger et al., 2018a), disminuciones en la actividad de fermentación, contenido ruminal, área de superficie de las papilas y potencial de ácidos grasos volátiles (AGV), siendo uno de los procesos que requiere mayor tiempo de adaptación (Fajardo et al., 2015).

Estos cambios, junto al incremento de los requerimientos energéticos o a la restricción en la ingesta de MS en condiciones de pastoreo (Kolver y Muller, 1998), provocan pérdidas de CC, PV y producción de leche (Astessiano et al., 2017, Schären

et al., 2016ab), y aumentos en el contenido de grasa en leche (Schären et al., 2016ab), con diferente magnitud según sea el nivel de suplementación post-DTM. En vacas en lactancia media, la transición de estabulación hacia una dieta mixta generó un BEN moderado pero constante, reflejado en el aumento de las concentraciones de BHB y NEFA en sangre (Astessiano et al., 2017, Schären et al., 2016ab).

Para hacer frente a las limitantes producto de la transición hacia el pastoreo, es posible manipular la ingesta de energía y MS mediante la disponibilidad, la calidad de la pastura, el nivel de suplementación (Hartwiger et al., 2018a) y el manejo del pastoreo (Chilibroste et al., 2007). De ese modo, las condiciones en las que se accede a la pastura y el nivel de suplementación pueden modificar el comportamiento en pastoreo y, así, su CMS de pastura, que afecta, por lo tanto, al resultado productivo.

#### **1.1.5. Respuestas residuales en leche y mecanismos implicados**

La investigación se ha centrado principalmente en el estudio de las respuestas directas ante diferentes planos de alimentación (Roche et al., 2013), con menor énfasis en lo que respecta a las respuestas residuales, las cuales son importantes para determinar y cuantificar el impacto total de una estrategia de alimentación dentro de una misma lactancia (Jørgensen et al., 2016).

En esta línea, a partir de 1950 (Broster y Broster, 1984) se comenzó a evaluar la posibilidad de que la alimentación previa podría afectar la producción actual y principalmente en lactancia temprana (Broster, 1972). Unos de los autores pioneros en incursionar en esta temática fue Broster (1972), quien evaluó la combinación de múltiples estrategias de alimentación, inicialmente con diferentes niveles de concentrado y períodos de subalimentación, como también otros autores (cuadro 2) combinando el manejo del pastoreo con diferentes intensidades de defoliación (Ganche et al., 2014) y asignaciones de forraje.

Cuadro 2. Antecedentes del manejo diferencial de la alimentación y sus respuestas residuales

Experimento	N.º animales y paridad	Períodos de evaluación	Tratamientos <sup>1</sup>	L/d	G kg/d	P kg/d	PV
Brady et al. (2021) Irlanda	44 Mu y 16 Pr	1: 0-30 dpp	DTM; P+C	0	0	0	+
		2: 31-98 dpp	P+C	+	0	0	0
Fajardo et al. (2015) Uruguay	41 Mu	1: 0-60 dpp	P6+DTM; P9+DTM; DTM	0	0	0	-
		2: 61-90 dpp	P9 + DTM				
Kennedy et al. (2015) Irlanda	30 Mu y 18 Pr	1: 28-70 dpp	TMR; B; M; A	0	0	0	0
		Lactación residual	Iguals condiciones				
Roche et al. (2013) Nueva Zelanda	59 Mu	1: 0-84 dpp	B; M; A	+	+	+	0
		Lactación residual	Iguals condiciones				
Acosta et al. (2010) Uruguay	24 Mu	1: 0-72 dpp	P+C; P+TMR; TMR	+			ND
		Lactación residual	Iguals condiciones	+			
Delaby et al. (2009) France	40 Mu y 32 Pr	1: 0-112 dpp	A; B	0	+	+	+
		2: 119-308 dpp	AB; AA; BA; BB	0	+	+	+
McEvoy et al. (2008) Irlanda	48 Mu y 24 Pr	1: 15-90 dpp	AB; AM; AA; BB; BM; BA	+	+	+	+
		2: 98-182 dpp	B/A	+	+	+	+
Kennedy et al. (2007) Irlanda	36 Mu y 30 Pr	1: 15-90 dpp	BB; BA; MB; MA; AB; AA	+	+	+	+
		2: 98-110 dpp	Iguals condiciones	+	+	+	0
Steen and Gordon (1980) Irlanda	108 Mu	1: 0-74 dpp	A; M; B	+	+	+	+
		Lactación residual	Iguals condiciones	+	+	+	+

<sup>1</sup>Nivel de alimentación: B = bajo, M = medio, A = alto, P = pastura, C = concentrado. Mu = múltipara, Pr = primípara, G = grasa, P = proteína, ND = información no disponible

En este sentido, los trabajos que han estudiado estas respuestas se han basado en diferentes planos de alimentación, niveles de concentrado, DTM, AF, etapa de lactancia y duración del tiempo de evaluación. Por lo tanto, las respuestas hasta la actualidad son diversas en términos de magnitud y duración. Autores reportan que



vacas alimentadas con mayores niveles de concentrado durante el primer tercio de la lactancia pueden generar respuestas residuales en leche (expresado en l/d adicionales) de 2 a 4,5 (0 vs. 3 y 6 kg MS concentrado; Roche et al., 2013, McEvoy et al., 2008), 2,6 (0 vs. 4 kg MS concentrado, Kennedy et al., 2007) y cuando se evalúan únicamente diferentes niveles de asignación de forraje (AF) se encuentran respuestas de 3 (Roche et al., 2007) a 1-1,5 (Burke et al., 2010), como también ausencia de respuesta (Delaby et al., 2009).

Por el contrario, déficits nutricionales extensos y/o restrictivos (Ganche et al., 2014) al inicio de la lactancia reducen la producción de leche (Gagliostro et al., 2018, Jørgensen et al., 2016, Broster, 1984) y sólidos y promueve una alta movilización de reservas corporales (Friggens et al., 1995), siendo este efecto más negativo en vacas primíparas (Coulon et al., 1994).

No obstante, los sistemas de producción de leche han evolucionado a lo largo de los años y, en la actualidad, los niveles de suplementación y producción de leche y la genética utilizada, entre otros factores, son diferentes con respecto a los que se presentan en los primeros trabajos. En sistemas más intensivos que incluyen encierros con suministros de DTM, se han reportado en el ámbito nacional las respuestas directas, como se mencionó en capítulo 1.1.2, pero con escasa y variable información acerca de las respuestas residuales. En vacas alimentadas con DTM durante los primeros 70 dpp y luego manejadas con dieta mixta hasta los 172 dpp, se reportan efectos residuales de 0,3 a 2,6 l/d más de leche (1,6 % a 15,8 %) con respecto al grupo en pastoreo con y sin suplementación, respectivamente (Acosta et al., 2010). Adicionalmente, en el ámbito internacional, Brady et al. (2021), en vacas previamente alimentadas con DTM durante los primeros 30 dpp y luego manejadas con un grupo de vacas con dieta mixta desde el parto hasta los 100 dpp, encontraron respuestas de 1,2 l/d más de leche (+ 4 %) con respecto a aquellas con dieta mixta. Por otro lado, también se ha reportado que el uso de pastura fresca para reemplazar la DTM luego de los primeros 40-60 días en leche permitió mantener la alta producción de leche y sólidos, y lograr una inmediata adaptación al pastoreo, sin efectos residuales reportados (Fajardo et al., 2015, Kennedy et al., 2015).

La magnitud de las respuestas residuales impacta en la definición de la curva de la lactancia (Delaby et al., 2009) y parece depender del nivel de sub- o sobrealimentación al inicio de la lactancia (Jørgensen et al., 2016, Chilbroste, 2012), el historial nutricional previo (Meikle et al., 2013), el tiempo y la magnitud del período de alimentación diferencial (Jørgensen et al., 2016, Delaby et al., 2009, Broster y Broster, 1984) y residual (Kennedy et al., 2015), la producción de leche potencial (Kennedy et al., 2015) y previa al pastoreo (Kolver y Muller, 1998), la raza utilizada (Roche et al., 2007), la etapa de lactancia (Broster, 1972) y la paridad (Gaillard et al., 2016). Según el análisis de estos trabajos, se concluye que la magnitud de la sobre- o subalimentación, la duración del tratamiento y el nivel de suplementación posalimentación diferencial son los factores más importantes en la definición de las respuestas residuales (Jørgensen et al., 2016).

De acuerdo a la literatura, las causas que explicarían las respuestas residuales no están del todo definidas y parecen estar asociadas a múltiples mecanismos: metabólicos, ligados a la partición de energía (Jørgensen et al., 2016, Kennedy et al., 2007), fisiológicos, relacionados a la dinámica de los alvéolos (Ganche et al., 2013, Nørgaard et al., 2005) y comportamentales (Capuco y Choudhary, 2020, Roche, 2007).

Desde la perspectiva metabólica, al cambiar de un plano de alimentación mayor a uno menor (en términos de cantidad o concentración de energía), la mantención de los valores productivos obtenidos con la alimentación previa puede ocurrir a expensas de la movilización de reservas corporales, lo que, consecuentemente, provoca pérdidas de CC.

En cuanto a la fisiología de la glándula mamaria, esta atraviesa períodos de crecimiento y desarrollo donde la actividad secretoria y la cantidad de leche producida se relaciona directamente con el número y actividad de las células (Capuco y Choudhary, 2020). Estos procesos ocurren con distinta intensidad según la etapa de la lactancia: al inicio de esta se definen el número de células y durante el pico de producción de leche es cuando se encuentra la mayor actividad por célula (Capuco et al., 2003). Por lo tanto, cualquier modificación en la disponibilidad de nutrientes y la densidad energética de la dieta pueden afectar la actividad celular en las glándulas mamarias (Nørgaard et al., 2005). Planos de alimentación con alta densidad energética

puede generar aumentos en el número de células mamarias o en la actividad de las células secretoras que pueden explicar las respuestas residuales (Roche et al., 2013, Nørgaard et al., 2005, Capuco et al., 2001). Según la bibliografía estudiada, hasta el momento no está definido cuánto podría perdurar la mayor actividad o el número de células luego de un cambio de alimentación.

Desde lo comportamental, hay amplia información sobre cómo los animales modifican su comportamiento ante cambios en la alimentación, principalmente en lo que respecta al manejo de la pastura y suplementación. Sin embargo, a nuestro conocimiento, es inexistente la información directa sobre la relación entre comportamiento y los efectos residuales. Autores que reportan efectos residuales expresados en mayor producción de leche en vacas en pastoreo previamente suplementadas (Roche et al., 2013, Roche, 2007) sugieren que se debe a un aumento en el CMS debido al aumento del hambre asociado con su mayor producción de leche obtenida previamente, entre otros mecanismos. No obstante, no se ha encontrado evidencia que sostenga lo mencionado.

Es así que, a la actualidad, la información sobre efectos residuales es escasa y muy diversa. Los mecanismos que explican estos efectos no están bien definidos y hay mucha área por explorar. Adicionalmente, la información nacional sobre estrategias de alimentación basadas en el uso de DTM al inicio de la lactancia es amplia pero inexistente en los primeros 21 dpp y principalmente sobre las respuestas residuales.

De este modo, se pretende generar nuevas opciones de estrategias de alimentación e información para comprender el efecto de la aplicación de una alimentación durante lactancia temprana, la transición a una alimentación mixta, los efectos residuales y la adaptación al pastoreo durante los primeros 60 días posparto.

## **1.2. OBJETIVOS**

El objetivo general de este trabajo es evaluar la adaptación al pastoreo y el impacto productivo del manejo diferencial de la alimentación durante los primeros 21 días posparto en vacas Holando en pariciones de otoño y primavera.

Los objetivos específicos son:

- I. Determinar la respuesta directa (0-21 dpp) y la respuesta residual (22-60 dpp) en producción de leche, grasa, proteína, lactosa y condición corporal.
- II. Determinar la adaptación al pastoreo reflejado en el comportamiento (tiempo de pastoreo, rumia y descanso) luego del parto (T0) y del período de alimentación diferencial (T21) hasta los 60 dpp.

## **1.3. HIPÓTESIS**

Las hipótesis son:

- I. La alimentación con DTM durante los primeros 21 dpp tendrá un efecto directo y residual, expresados en una mayor producción de leche, sólidos y mayor CC.
- II. Vacas que pasan los primeros 21 dpp en confinamiento (T21) al pasar al pastoreo lograrán un mayor tiempo de pastoreo (22-60 dpp) en comparación con vacas que ingresan al pastoreo inmediato al parto (T0) y será más evidente entre vacas primíparas.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. LOCALIZACIÓN**

El trabajo de campo se llevó a cabo en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC), perteneciente a la Facultad de Agronomía (km. 363 ruta 3, Paysandú, Uruguay, 32°S, 58°W) Universidad de la República (Udelar).

### **2.2. ANIMALES Y MANEJO PREPARTO**

El protocolo experimental fue evaluado y aprobado por la Comisión Honoraria de Experimentación Animal de Uruguay (CHEA-Udelar) número 020300-000693-20 y se utilizaron los animales disponibles en la Plataforma Experimental de Lechería EEMAC. La estrategia de investigación involucró dos experimentos basados en las épocas de pariciones predominantes en Uruguay (otoño y primavera) y se desarrolló desde febrero hasta octubre 2021.

En el experimento de otoño se utilizaron treinta vacas de la raza Holando (T0: n = 15, T21: n = 15) 10 multíparas y 5 primíparas en cada tratamiento. El número de lactancias fue de  $2 \pm 1,6$  (promedio  $\pm$  desvío estándar); PV al parto  $668 \pm 89$  kg y CC al parto  $3,3 \pm 0,3$  (escala 1-5). La fecha de parto promedio fue el 11/04/21  $\pm$  20 días y la evaluación se realizó hasta el 06/06/2021.

En el experimento de primavera se utilizaron treinta y seis vacas de la raza Holando (T0: n = 19, 6 primíparas y 13 multíparas, T21: n = 17, 7 primíparas y 10 multíparas). El número de lactancias fue de  $2,2 \pm 1,4$  (promedio  $\pm$  desvío estándar), el PV al parto fue de  $622 \pm 84$  kg, la CC al parto fue de  $3,3 \pm 0,4$ . La fecha de parto fue el 26/07/2021  $\pm$  14 días y la evaluación se realizó hasta el 4/10/2021.

Las vacas ya habían ganado experiencia en pastoreo antes de su primer parto (como recria, ambas paridades), en lactancias anteriores y durante los períodos secos (multíparas). El manejo preparto (21 días previos al parto) fue igual para todos los animales, aunque se manejaron separadas primíparas de multíparas. Se les ofreció una DTM compuesta por paja de cebada (otoño y primavera), ensilaje de maíz y sorgo (primavera) como fuente de fibra y concentrado comercial preparto (cuadro 3).

Cuadro 3. Proporción en base seca (% BS) de la dieta preparto según época de parición.

Alimento	Otoño	Primavera
Concentrado	53	33
Maíz grano	14	9
Cebada grano	9	5
Expeller de soja	13	8
DDGS maíz	12	8
Núcleo vitamínico-mineral	5	3
Heno paja de cebada	47	13
Ensilaje de maíz	-	27
Ensilaje de sorgo	-	27

### 2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar (DBCA) y se evaluaron 2 tratamientos en 2 épocas de parición (otoño y primavera):

#### **2.3.1. Experimento otoño**

- 1- T0: alimentación mixta basada en un turno de pastoreo matutino (7 h acceso/d) y suplementación por la tarde con dieta mezcla (DM; 12-14 kg MS/v/d) en galpón de cama caliente (anexo 7.1) desde el parto hasta los 60 días posparto (dpp).
- 2- T21: alimentación *ad libitum* con 100 % DTM durante los primeros 21 dpp en galpón de cama caliente y pastoreo + DM igual a T0 desde el día 22 a 60 posparto.

#### **2.3.2. Experimento primavera**

Se evaluaron los mismos tratamientos que en otoño, con la diferencia que la suplementación del tratamiento T0 (0-60 dpp) y T21 luego de la alimentación diferencial (22-60 dpp) se realizó a cielo abierto en comederos de nylon (anexo 7.2).

### 2.4. MANEJO E INSTALACIONES

El ordeño se realizó a las 5:00 h y 15:00 h comenzando por el tratamiento T0 y luego T21. La sala de ordeño estaba conformada por una espina de pescado con 8 órganos, con registro diario de la producción de leche.

Los animales del tratamiento T21 (0-21 dpp) permanecieron encerrados en un galpón completamente techado sobre un sistema de cama caliente (13,2 m<sup>2</sup>/v), con

acceso a agua fresca, ventilación (natural y ventiladores) y aspersores. El acceso al alimento fue de forma colectiva en comederos de chapa galvanizada (frente: 0,77 m/v) sobre planchada de piso de hormigón y suministro de DTM una vez al día por la mañana (8:00 a. m.). Al día 22 posparto, se agruparon junto a las vacas de T0 y la rutina de manejo y alimentación fue la misma para todos los animales.

Las vacas del tratamiento T0 y T21 (22-60 dpp) accedieron a la pastura entre las 7:00 y las 14 h (7 h/d) y permanecieron encerradas en el galpón (otoño) en las mismas condiciones descritas anteriormente y a cielo abierto (primavera) con acceso a la DM en comederos de nylon (anexo 7.2) y agua hasta las 4:30 h.

## **2.5. PASTURA**

Las vacas tuvieron acceso a los recursos forrajeros disponibles en la Plataforma Experimental Lechería EEMAC: verdeos de invierno (ej. avena, *Avena byzantina*), raigrás (*Lolium multiflorum*), praderas mezclas de alfalfa y dactylis (*Medicago sativa* y *Dactylis glomerata*), mezclas de festuca (*Festuca arundinacea*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y lotus (*Lotus corniculatus*) y mezclas de achicoria (*Cichorium intybus*), trébol rojo (*Trifolium pratense*) y raigrás (*Lolium multiflorum*). Durante otoño, las vacas en ordeño (VO) accedieron a festuca, avena y pradera mezcla de alfalfa y dactylis, mientras que en primavera además accedieron a raigrás, alfalfa pura y pradera mezcla de raigrás + achicoria + trébol rojo. El sistema de pastoreo fue de tipo rotativo en parcelas de ocupación semanal (a 1,7 km promedio de la sala de ordeño) con una AF objetivo de 25-30 kg MS por vaca y por día determinado a ras del suelo.

La disponibilidad del forraje (kg MS/ha) fue determinada pre- y postpastoreo mediante el método de doble muestreo de Haydock y Shaw (1975) modificado, con una escala de 3 puntos (bajo, medio y alto) y tres réplicas tomadas en áreas representativas de la pastura. Al inicio se recorrió toda la superficie del potrero para definir los 3 puntos y en cada uno se colocó un cuadrante metálico (0,09 m<sup>2</sup>). Con una regla de 1 m, graduada en centímetros (*sward stick*), se utilizó la técnica descrita por Barthram (1986) y se registró la altura del forraje (en cada vértice y al medio) al contacto con la primera hoja. Posteriormente, se cortó el forraje a ras del suelo. Luego

de los cortes, se realizaron medidas de altura cada 5 pasos prepastoreo ( $64 \pm 12$ ) y pospastoreo ( $63 \pm 17$ ) en zigzag a lo largo del potrero, con el objetivo de determinar la altura promedio. El forraje cortado fue secado en estufas de aire forzado ( $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) para determinar su contenido de MS. Posteriormente, se ajustó una regresión con los valores de disponibilidad de forraje (kg MS/cuadrante) y la altura medida (*sward stick*) de los 9 cuadrantes muestreados. Con los datos del número de vacas, la altura promedio, la AF objetivo y la ecuación resultante de la calibración prepastoreo (anexo 7.4), se determinó el tamaño de la franja semanal (ha). De ese modo, se prepararon las franjas y se mantuvo el mismo tamaño por 7 días.

## **2.6. MANEJO DE LA ALIMENTACIÓN Y EL PASTOREO**

La dieta ofrecida a las vacas de cada tratamiento fue formulada de manera diferente en cuanto a los ingredientes y a la proporción de los alimentos (cuadro 6). Para el tratamiento T21 (0-21 dpp), se estableció una oferta de DTM *ad libitum*, la cual se garantizó mediante la suma de un 10 % de rechazo (Brady et al., 2021, Kolver y Muller, 1998) y fue formulada (NRC, 2001) con un objetivo de producción de 45 L día en vacas multíparas, a modo de poder explorar el potencial productivo.

La fuente de energía (maíz) con las fuentes de proteína (harina de soja, colza y girasol) junto con minerales fueron premezclados en una empresa comercial de fabricación de raciones (Prolesa y Copagrán). El suplemento se mezcló con la fuente de fibra (ensilaje de maíz y heno de moha) previo a la alimentación de los animales para formar la DTM.

Para el tratamiento T0 (0-60 dpp) y T21 (22-60 dpp), la alimentación mixta fue formulada (NRC, 2001) con un objetivo mínimo de 35 L (objetivo: aproximadamente 11 y 12 kg de MS de pastura y suplementación, respectivamente) con la finalidad de representar niveles potenciales de producción en sistemas mixtos intensivos. En otoño, la fuente de fibra utilizada fue ensilaje de maíz de planta entera, mientras que en primavera se utilizó también ensilaje de sorgo de planta entera debido a las cantidades limitadas del primero (cuadro 6).



## 2.7. CONDICIONES CLIMATICAS

Durante el período experimental se registró información de clima en la Estación Meteorológica de la EEMAC, donde son registradas diariamente la temperatura mínima, máxima y promedio en grados centígrados (°C) y las precipitaciones en milímetros (mm).

Las condiciones climáticas durante ambos experimentos se observan en la figura 1. La temperatura media mensual estuvo dentro de la media histórica para Paysandú con base en los datos de INUMET (1961-2020). En cambio, las precipitaciones de mayo, julio y octubre fueron 34, 24 y 21 % menos que los datos históricos.

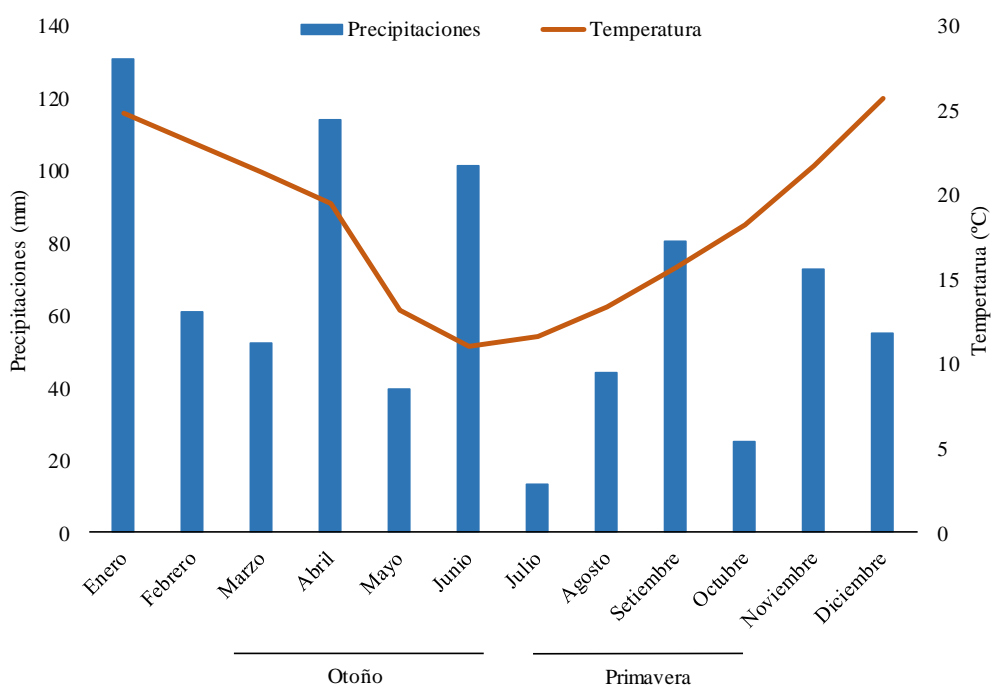


Figura 2. Temperatura promedio (°C) y precipitaciones (mm) mensuales durante el año 2021.

## 2.8. MEDICIONES EXPERIMENTALES, ESTIMACIONES Y ANÁLISIS DE MUESTRAS

### 2.8.1. Mediciones en los animales, toma de muestras y estimaciones

La producción de leche individual se registró diariamente en cada ordeñe de manera automática al ingresar a la sala utilizando el sistema de ordeñe GEA y el

software asociado (Dairy Plan C21 herd and parlor management, GEA Farm Technologies Ltd., Cambridge, New Zealand, versión 5,3). La producción y el contenido de grasa, proteína y lactosa en leche se determinaron quincenal y semanalmente para otoño y primavera, respectivamente. Los datos de composición de leche que se encontraron fuera del rango del laboratorio COLAVECO (2,5 a 4,0 g/100ml y de 2,5 a 5,0 g/100ml para proteína y grasa, respectivamente) fueron eliminados. Adicionalmente, a partir de los análisis de composición y los datos de producción de leche se estimó la energía en leche según NRC (2001).

La condición corporal (CC) fue registrada utilizando la escala de 5 puntos (Edmonson et al., 1989) al parto (día 0) y, posteriormente, cada 15 días hasta los 60 dpp siempre por el mismo observador en cada estación. El PV fue registrado mediante el uso de una balanza electrónica a fecha fija mensual.

El CMS (kg MS/v/d) se estimó considerando la concentración energética de la pastura calculado por NRC (2001) y el consumo de DTM y DM. El consumo de la DTM y DM fue calculado mediante la oferta y la resta del desperdicio de los comederos y el rechazo esperado (10 %). El consumo de pastura se estimó mediante balance de energía NRC (2001). Se estimaron los requerimientos de mantenimiento y lactación, se descontó la energía aportada por la DM y la diferencia de energía que quedaba cubrir según la concentración de la energía en la pastura, y se calcularon los kg MS que debieron consumir para cubrir los requerimientos.

Mediante el uso de los collares RealTime (RRT; Boumatic®) (figura 2) se registró el comportamiento ingestivo en pastoreo (pastoreo, rumia, inactividad y otras actividades). Este dispositivo registra de forma continua la actividad y la reporta cada 30 minutos dentro de un rango de antena-dispositivo de 1 km. Fue evaluado y validado por Fast (2021), para condiciones de pastoreo de Uruguay, con correlaciones de  $r^2 = 0,91, 0,72$  y  $0,66$  para pastoreo, rumia y otras actividades, respectivamente.



Figura 2. Collares Boumatic.

### **2.8.2. Muestreo y análisis de alimentos**

Semanalmente se tomaron muestras de concentrado, heno, ensilaje, DTM y DM para análisis de composición química. Las muestras se tomaron de los alimentos separados en sus lugares de almacenaje y del alimento ofrecido (DTM). Para el análisis químico, se formaron muestras compuestas mensuales.

El muestreo de la pastura se realizó al ingreso de la nueva parcela (1 vez/semana), simulando el consumo realizado por los animales, y se analizaron individualmente.

La totalidad de las muestras se secaron en una estufa de aire forzado a 60 °C durante 72 horas y, posteriormente, se molieron en un molino con malla de 1 mm. El forraje y los suplementos se enviaron al laboratorio de Nutrición Animal, de la Facultad de Agronomía (Udelar), para analizar su contenido de MS, cenizas y nitrógeno según los métodos 167,03, 942,05 y 984,13 de AOAC (1990), respectivamente. El contenido de fibra detergente neutro (FDN) y de fibra detergente ácido (FDA) se determinaron secuencialmente (Van Soest et al., 1991; sin sulfito de sodio en una solución detergente neutro) utilizando un analizador de fibra ANKOM200 (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY, USA). Los contenidos de fibra son expresados con cenizas residuales.

## 2.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La información productiva se analizó con un modelo mixto de medidas repetidas en el tiempo con el uso del procedimiento GLIMMIX del programa estadístico SAS (SAS® University Edition, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

En ambos experimentos se analizaron en forma separada primíparas y multíparas. Para producción de leche, cada modelo estimó la respuesta directa de la alimentación diferencial (0-21 dpp), residual (22-60 dpp) y total (0-60 dpp) para estimar el efecto global del tratamiento. El modelo incluyó el efecto fijo del tratamiento (T0 y T21), la semana de lactación (1 a 9), la interacción entre los efectos fijos y el bloque como efecto aleatorio. La unidad experimental sobre la que se realizaron las medidas repetidas fue la vaca. El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + S_k + (TS)_{ik} + \beta_j + \varepsilon_{ijmk}$$

$\mu$  = media

$T_i$  = efecto del tratamiento  $i = 1, 2$

$\beta_j$  = efecto del bloque  $j = 1, 2, 3, \dots, j$

$S_k$  = efecto de la semana  $k$  de lactación  $k = 1, 2, 3, \dots, 9$

$(TS)_{ik}$  = interacción tratamiento x paridad

$\varepsilon_{ijmk}$  = error experimental

$$\varepsilon_{ijmk} \sim N e I (0, \delta^2)$$

Los modelos para las variables de composición de leche, producción de sólidos y energía en leche para ambas estaciones se analizaron con el mismo procedimiento, aunque el modelo incluyó el efecto tratamiento, período (1: directo (0-21 dpp) y 2: residual (22-60 dpp)) en lugar de semana y la interacción entre tratamiento x período.

Los datos de actividad en pastoreo (tiempo de pastoreo y rumia) se analizaron con el mismo procedimiento. El modelo incluyó los efectos fijos de los tratamientos,

semana de lactancia y la interacción entre los efectos fijos. Adicionalmente, el día de ocupación en la franja y el tiempo de acceso diario a la pastura fueron incorporadas como covariables para corregir la posible variación de estos efectos. La unidad experimental sobre la que se realizaron las mediciones fue la vaca.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + S_k + H_f + A_c + (TS)_{ik} + \varepsilon_{ijkm}$$

$\mu$  = media

$T_i$  = efecto del tratamiento  $i = 1, 2$

$\beta_j$  = efecto del bloque  $j = 1, 2, 3, \dots, j$

$S_k$  = efecto de la semana  $k$  de pastoreo  $k = 1, 2, 3, \dots, 6$

$H_f$  = efecto del día de franja  $f = 1, 2, 3, \dots, 7$

$A_c$  = efecto tiempo de acceso

$(TS)_{ik}$  = interacción tratamiento x paridad

$\varepsilon_{ijkm}$  = error

$$\varepsilon_{ijk} \sim N e I(0, \delta^2)$$

La CC se analizó con un modelo mixto de medidas repetidas en el tiempo con el mismo procedimiento y se utilizó como covariable la CC al parto. El modelo de CC incorporó los efectos fijos de los tratamientos, período (1 y 2) y la interacción tratamiento x período. Para PV, el modelo incluyó únicamente el efecto tratamiento debido a que la frecuencia de las mediciones fue mensual a fecha calendario.

La estructura de (co)varianza de medidas repetidas se seleccionó en función del valor del criterio de información bayesiano (BIC) más pequeño. La estructura de (co)varianza utilizada fue autorregresiva de primer orden (AR1) para todas las variables.

En todos los casos, las medias se compararon usando la prueba de Tukey y un efecto se reporta como significativo cuando  $p < 0,05$  y se considera tendencia a valores de  $p > 0,05$  y  $< 0,1$ .

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. PASTURA Y DTM, OFERTA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA**

Las características de la pastura durante el período experimental se presentan en el cuadro 4. La disponibilidad y altura del forraje no presentaron grandes variaciones a excepción de las primeras 3 semanas durante otoño. Durante las primeras 3 semanas en otoño, se utilizó festuca, la cual se encontraba con restos secos y con mayores valores de materia seca (promedio 26,5 %) con respecto a la avena (promedio 19 %), recurso mayormente pastoreado durante las semanas 4-9. Durante las primeras 3 semanas de lactancia en primavera, el recurso principalmente pastoreado fue la alfalfa, tanto pura como mezcla, mientras que en las semanas 4 a la 9 las pasturas a las que se accedieron con mayor frecuencia fueron raigrás, festuca y pradera mezcla de achicoria, rojo y raigrás.

Cuadro 4. Principales características de la pastura (promedio y desvío estándar) ofrecida a los animales según experimento y tratamiento.

Experimento	Otoño		Primavera	
Tratamiento <sup>1</sup>	T0	T0 y T21	T0	T0 y T21
Semana posparto	0-3	4-9	0-3	4-9
Disponibilidad (kg MS/ha)	2824 ± 682	2054 ± 426	2090 ± 535	2128 ± 372
Altura (cm)	17,7 ± 1,3	23,4 ± 7	24,2 ± 4,2	21,1 ± 4,1

<sup>1</sup>Tratamiento = vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y vacas con dieta mixta (T0).

Los resultados de la pastura (cuadro 5) indican que en el experimento de otoño hubo variaciones en la composición química de la pastura entre las semanas (0-3 vs. 4-9), con valores numéricamente superiores de FDN y FDA (+153 y +82 g/kg BS) así como valores numéricamente menores de PC (-54 g/kg BS) y concentración energética (-0,27 Mcal/kg) durante las primeras 3 semanas con respecto a las semanas 4-9, debido al pastoreo en la festuca. A diferencia de otoño, en el experimento de primavera las variaciones entre semanas fueron de menor magnitud y similar concentración energética.

La principal diferencia entre las estaciones ocurrió durante los primeros 21 dpp de T0, con valores de +205, +90, -44 g/kg MS de FDN, FDA y PC, respectivamente,

y -0,11 Mcal/kg de MS en otoño con respecto a primavera. Estas diferencias estuvieron asociadas a los diferentes recursos forrajeros a los que accedieron las vacas.

Cuadro 5. Composición química (base seca) de los recursos forrajeros accedidos según tratamiento y experimento.

Experimento	Otoño		Primavera	
Tratamiento <sup>1</sup>	T0	T0 y T21	T0	T0 y T21
Semana posparto	0-3	4-9	0-3	4-9
%				
MS	25,3 ± 2,5	20,8 ± 4,6	23,7 ± 3,3	22,4 ± 4,1
PC	15,9 ± 4,0	21,3 ± 3,1	20,6 ± 4,3	18,7 ± 4,1
FDN	54,6 ± 8,4	39,3 ± 8,5	34,1 ± 7,1	36,1 ± 2,6
FDA	25,4 ± 2,7	17,2 ± 2,4	16,4 ± 3,0	17,6 ± 2,0
Cenizas	11,6 ± 1,4	12,1 ± 8,0	11,3 ± 1,4	11,3 ± 1,4
ENL* (Mcal/kg MS)	1,54 ± 0,06	1,73 ± 0,06	1,66 ± 0,03	1,64 ± 0,03

<sup>1</sup>Tratamiento = vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y vacas con dieta mixta (T0). MS = materia seca, PC = proteína cruda, FDN = fibra detergente neutro, FDA = fibra detergente ácido, ENL = energía neta de lactación. \*Calculado según NRC 2001.

Cuadro 6. Ingredientes y su proporción (% base seca) en la DTM.

Experimento	Otoño			Primavera		
Tratamiento <sup>1</sup>	T0	T21	T0 & T21	T0	T21	T0 & T21
Semana posparto	0-3	4-9	4-9	0-3	4-9	4-9
Ensilaje de maíz	34,0	36,6	43,9	15,0	44,3	16,4
Ensilaje de sorgo	-	-	-	27,6	-	24,3
Heno de moha	2,1	6,3	0,8	1,7	4,6	-
Grano de maíz	17,9	22,0	15,5	19,1	17,4	21,0
Harina de soja	9,6	9,8	8,3	10,5	11,7	7,2
Harina de colza	-	7,3	-	-	5,8	-
Expeler girasol	-	5,2	-	-	5,8	-
Cascara de soja	-	9,8	-	-	7,7	-
Afrechillo de trigo	24,6	-	21,3	22,7	-	24,1
DDGS	9,6	-	8,3	-	-	3,1
Vitaminas y minerales	2,2	2,5	1,9	3,7	2,5	3,9

<sup>1</sup>Tratamiento = vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y vacas con dieta mixta (T0).

La oferta (cuadro 7) de la DM en ambos experimentos estuvo entre 12-14 kg MS/v/d mientras que la oferta de DTM fue de 29 kg MS/v/d aprox. En cuanto a la oferta de pastura, las asignaciones de forraje promedio se mantuvieron dentro del rango objetivo (25-30 kg MS/v/d).



Cuadro 7. Oferta de pastura y DTM (promedio y desvío estándar) según experimento y tratamiento

Experimento	Otoño			Primavera		
	T0	T21	T0 y T21	T0	T21	T0 y T21
Tratamiento <sup>1</sup>						
Semana posparto	0-3		4-9	0-3		4-9
<i>Oferta, Kg MS/v/d</i>						
AF <sup>2</sup>	27,5 ± 4,3	-	24,4 ± 4,0	27,6 ± 0,6	-	27,1 ± 4,5
DTM y DM <sup>3</sup>	12,6 ± 0,4	29,0 ± 1,2	14,1 ± 1,2	13,3 ± 0,5	29,9 ± 3,5	13,1 ± 0,8

<sup>1</sup>Tratamientos = vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y vacas con dieta mixta (T0). <sup>2</sup>En el suelo. <sup>3</sup>Oferta total DTM contabilizando el desperdicio de los comederos y 10 % de rechazo para T21.

Cuadro 8. Composición química (base seca) de la DTM y la dieta mixta (DM + pastura) según experimento y tratamiento.

Experimento	Otoño			Primavera		
	T0	T21	T0 y T21	T0	T21	T0 y T21
Tratamiento <sup>1</sup>						
Semana posparto	0-3		4-9	0-3		4-9
%						
MS	47,2	53,3	45,4	44,5	50,2	42,0
PC	15,1	17,0	16,1	15,8	17,1	15,3
FDN	41,0	35,4	37,1	32,9	33,3	33,5
FDA	17,7	19,7	16,3	17,2	26,9	18,0
Cenizas	8,5	8,0	8,6	8,4	7,4	8,9
ENL* (Mcal/kg MS)	1,78	1,72	1,80	1,74	1,75	1,66
pastura:TMR <sup>2</sup>	34:66	0:100	35:65	40:60	0:100	42:58

<sup>1</sup>Tratamiento = vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y vacas con dieta mixta (T0). <sup>2</sup>proporción calculada según balance de energía NRC. MS = materia seca, PC = proteína cruda, FDN = fibra detergente neutro, FDA = fibra detergente ácido, ENL = energía neta de lactación. \*Calculado según NRC 2001.

### 3.2. EXPERIMENTO OTOÑO

#### 3.2.1. Producción de leche, composición, sólidos y energía en leche

El manejo diferencial de la alimentación durante los primeros 21 dpp (directa) tuvo efecto en vacas multíparas (M), donde vacas T21 lograron 16,6 % más litros de leche que T0 (cuadro 9). Hubo efecto de la semana posparto, donde la producción de leche fue mayor en la semana 2 y 3 con respecto a la 1 (33,8 y 35,6 vs. 30,1 l/v/d, semana 2 y 3 vs. 1 respectivamente;  $p < 0,05$ ). Para vacas primíparas (P), no hubo efecto del manejo diferencial de la alimentación y únicamente se detectó efecto de la semana posparto, donde la semana 3 fue mayor que la 1 (27,3 vs. 22,3 l/v/d semana 3 vs. 1, respectivamente;  $p = 0,008$ ).

Para la respuesta residual (22-60 dpp) en M, solo se detectó tendencia de la semana posparto, mientras que en P T0 solo se encontró tendencia a presentar mayor producción de leche con respecto a T21.

El cambio de manejo y alimentación a los 22 dpp (T21) no implicó descensos significativos en la producción de leche del tratamiento T21 en M (38,7 vs. 37,9 l/v/d: semana 3 vs. 4;  $p > 0,05$ ), ni en P (28,7 vs. 27,2; semana 3 vs. 4;  $p > 0,05$ ; figura 3). No se detectaron efectos de la interacción tratamiento x semana en M o P.

Al evaluar la respuesta total (0-60 dpp), se encontró que en vacas M, T21 logró 7 % más litros de leche con respecto a T0 ( $p < 0,01$ ) y hubo efecto de la semana posparto ( $p < 0,01$ ). En cambio, en vacas P solo hubo efecto de la semana posparto.

Cuadro 9. Producción de leche de vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y de vacas con dieta mixta (T0)

Producción (l/v/d)	Tratamientos <sup>1</sup>		EE	<i>p</i> -valor <sup>2</sup>		
	T0	T21		T	S	S x T
Respuesta <sup>3</sup>						
Directa						
M	30,6 <b>b</b>	35,7 <b>a</b>	1,38	< 0,01	< 0,01	0,64
P	24,5	25,3	1,51	0,65	0,01	0,59
Residual						
M	37,8	38,9	0,82	0,17	0,06	0,17
P	31,5	30,1	0,82	0,09	0,20	0,93
Total						
M	35,4 <b>b</b>	37,9 <b>a</b>	0,71	< 0,01	< 0,01	0,05
P	29,2	28,4	0,73	0,30	< 0,01	0,64

<sup>a,b,c</sup> letras diferentes en la misma fila muestran diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ). <sup>1</sup>Tratamiento = vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y vacas con dieta mixta (T0). <sup>2</sup>T = tratamiento, S = semana de lactación, P = paridad. <sup>3</sup>Respuesta: directa (0-21 DPP), residual (22-60 dpp), total (0-60 DPP). M = multíparas, P = primíparas.

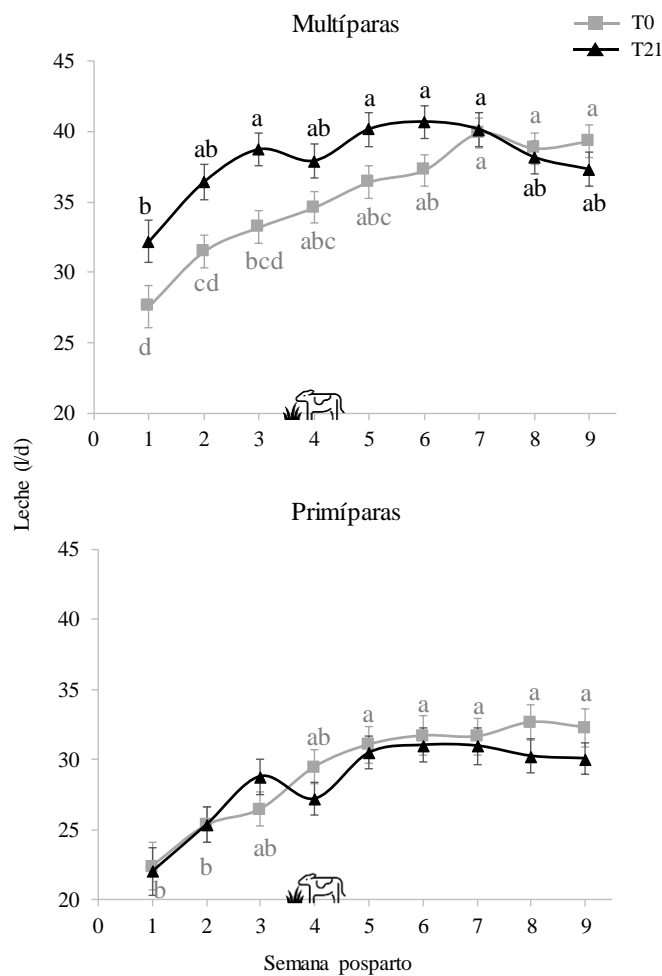


Figura 3. Producción de leche a lo largo de las semanas de lactación de vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y de vacas con dieta mixta (T0) según paridad (multíparas y primíparas). <sup>a,b,c</sup> Letras diferentes corresponden a diferencias estadísticas dentro de cada tratamiento (■T0 y ▲T21), la no existencia de letras indica que no existieron diferencias significativas. Barras verticales indican el error estándar.

Con respecto a la composición de leche y producción de sólidos (cuadro 10), no se detectó efecto tratamiento para contenido de grasa (%) para el período total (0-60 dpp), aunque las vacas M tendieron a presentar mayor concentración en el período directo con respecto al residual (efecto período). En vacas P no se detectó ningún efecto. En cuanto a la producción de grasa (kg), hubo efecto del tratamiento solo en M; T21, al haber obtenido mayor producción de leche, se tradujo en mayor cantidad

de grasa producida. Adicionalmente, para esta variable, la producción evolucionó diferente en cada tratamiento según período (interacción tratamiento x período, figura 5), donde vacas M en T0 tendieron a incrementar la producción de grasa al pasar del período directo al residual (1,17 vs. 1,39, directo vs. residual,  $p = 0,059$ ), mientras que en T21 la producción de grasa descendió significativamente al pasar desde una alimentación 100 % DTM a una mixta (1,68 vs. 1,34, directo vs. residual,  $p = 0,01$ ). En vacas P, no se detectó ningún efecto para dicha variable.

Con respecto a la concentración de proteína, no hubo efecto del tratamiento. Se encontró efecto período en vacas M; al igual que en grasa, presentaron mayor concentración durante el período directo. Para vacas P, no fue posible estimar los valores debido a pérdida de datos del T21 durante los primeros 21 dpp. En cuanto a la producción de proteína, no se detectaron diferencias entre tratamientos.

En cuanto a la concentración de lactosa, no hubo diferencia entre tratamientos, pero se encontró efecto del período tanto para M como P, que presentaron mayores valores en el período residual. La producción de lactosa (kg) no difirió según tratamiento, aunque en M se detectó efecto período: durante el período residual las vacas produjeron más con respecto al período directo (1,80 vs. 1,96, directo vs. residual,  $p = 0,02$ ). Esto estuvo dado principalmente por un aumento de los valores en el tratamiento T0 (efecto interacción tratamiento x período, 1,64 vs. 1,96, directo vs. residual,  $p = 0,01$ ). En cambio, en vacas P únicamente se detectó efecto del período; en general, obtuvieron mayor producción durante el período residual (1,22 vs. 1,55, directo vs. residual, respectivamente,  $p = 0,05$ ).

En relación con la energía en leche, no hubo diferencias entre tratamientos. En vacas M se detectó efecto de la interacción, vacas T0 tendieron a aumentar la energía en leche en el período residual (24,0 vs. 27,8, directo vs. residual,  $p = 0,056$ ). En vacas P, dado la pérdida de los datos de proteína, no fue posible estimar la variable.

Cuadro 10. Composición de la leche y producción de sólidos promedio de todo el período (0-60 dpp) de vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y de vacas con dieta mixta (T0).

	Tratamientos <sup>1</sup>			<i>p</i> -valor <sup>2</sup>		
	T0	T21	EE	T	Per	T x Per
<b>Grasa</b>						
M						
%	3,57	3,78	0,20	0,31	0,07	0,11
kg	1,28 <b>b</b>	1,51 <b>a</b>	0,11	0,05	0,38	<0,01
P						
%	3,47	4,09	0,34	0,10	0,62	0,82
kg	0,98	1,10	0,17	0,52	0,61	0,98
<b>Proteína</b>						
M						
%	3,43	3,38	0,07	0,49	< 0,01	0,29
kg	1,23	1,31	0,07	0,31	0,95	0,02
P						
%	3,41			*NE		
kg	1,00			*NE		
<b>Lactosa</b>						
M						
%	5,03	4,97	0,05	0,57	0,03	0,07
kg	1,80	1,97	0,11	0,13	0,02	0,04
P						
%	5,14	5,08	0,08	0,26	<0,01	0,74
kg	1,36	1,40	0,14	0,79	0,05	0,72
<b>Energía en leche (Mcal/d)</b>						
M						
	25,9	28,4	2,0	0,23	0,60	0,02
P						
	21,7			*NE		

<sup>1</sup>Tratamiento = vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y vacas con dieta mixta (T0). <sup>2</sup>T = tratamiento, Per = período. M = multíparas, P = primíparas. \*NE = no estimado.

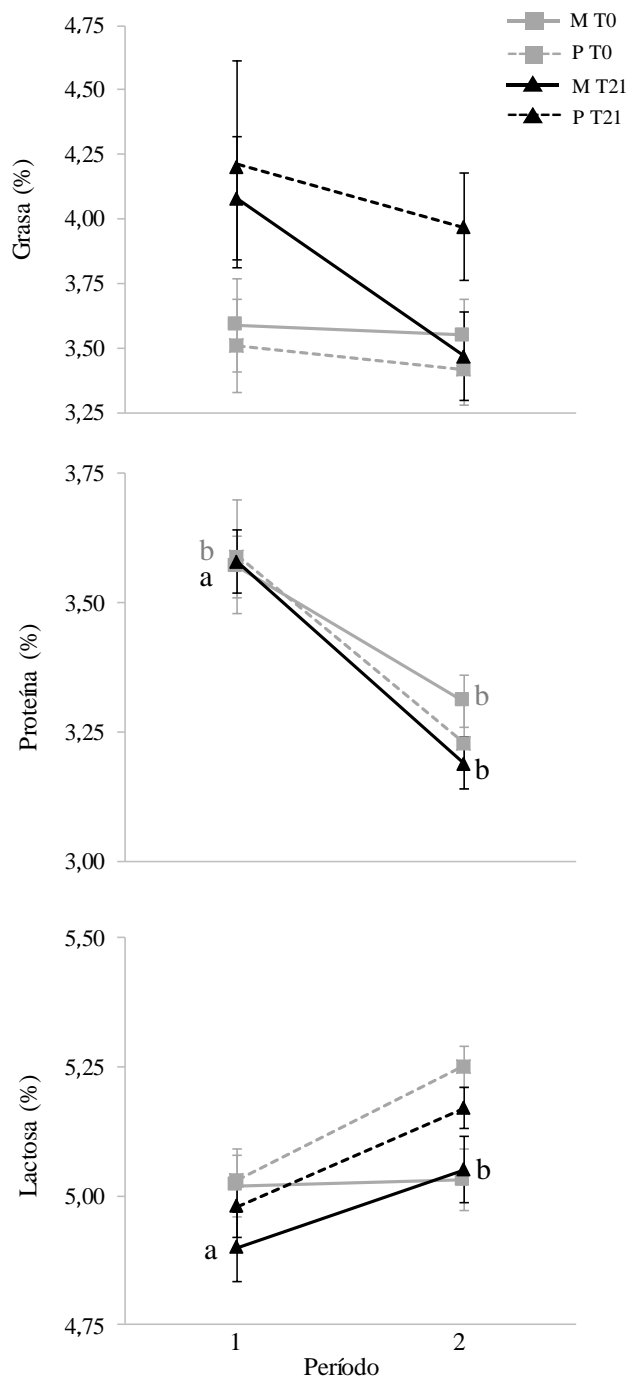


Figura 4. Evolución de la concentración de grasa, proteína y lactosa en leche según período (interacción T x Per), 1 (directo, 0-21 dpp) y 2 (residual, 22-60 dpp) de vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (▲ T21) y de vacas con dieta mixta (■ T0) según paridad múltiparas (M) y primíparas (P). <sup>a,b,c</sup> letras diferentes para un período muestran diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) dentro del tratamiento. Barras verticales indican el error estándar.

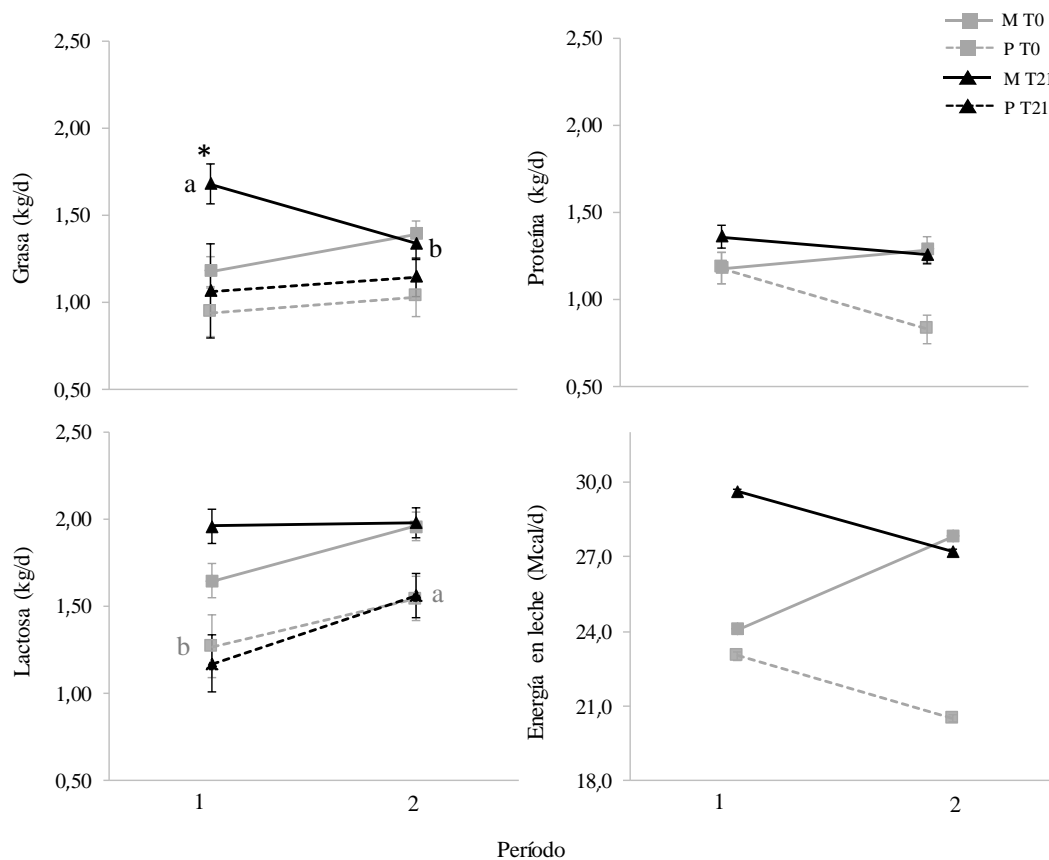


Figura 5. Evolución de sólidos y energía en leche según período, 1 (directo, 0-21 dpp) y 2 (residual, 22-60 dpp) de vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp ( $\blacktriangle$  T21) y de vacas con dieta mixta ( $\blacksquare$  T0) según paridad múltiparas (M) y primíparas (P). <sup>a,b,c</sup> letras diferentes para un período muestran diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) dentro del tratamiento. Asteriscos indican diferencia significativa entre tratamientos en múltiparas, (\*;  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$ ; ns sin diferencias). Barras verticales indican el error estándar.

### **3.2.2. Condición corporal y peso vivo**

El manejo diferencial de la alimentación no generó diferencias en la CC y PV promedio (cuadro 11), ambos tratamientos perdieron CC a lo largo de los días posparto (efecto período, figura 6). Sin embargo, no se constataron diferencias entre los tratamientos a lo largo de las semanas.

Cuadro 11. Condición corporal y peso vivo promedio de todo el período (0-60 dpp) de vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y de vacas con dieta mixta (T0).

Variable	Tratamiento <sup>1</sup>			p-valor <sup>2</sup>		
	T0	T21	EE	T	Per	T x Per
<b>CC<sup>3</sup></b>						
M	3,01	3,02	0,07	0,84	< 0,01	0,52
P	2,92	2,97	0,09	0,66	0,08	0,58
<b>PV (kg)</b>						
M	648	641	29,0	0,81	-	-
P	555	562	39,7	0,87	-	-

<sup>1</sup>Tratamiento = vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y vacas con dieta mixta (T0). <sup>2</sup>T = tratamiento, Per = período (cada 15 días). <sup>3</sup>Escala de 5 puntos (1 = flaca, 5 = gorda; Edmonson et al., 1989). M = multíparas, P = primíparas.

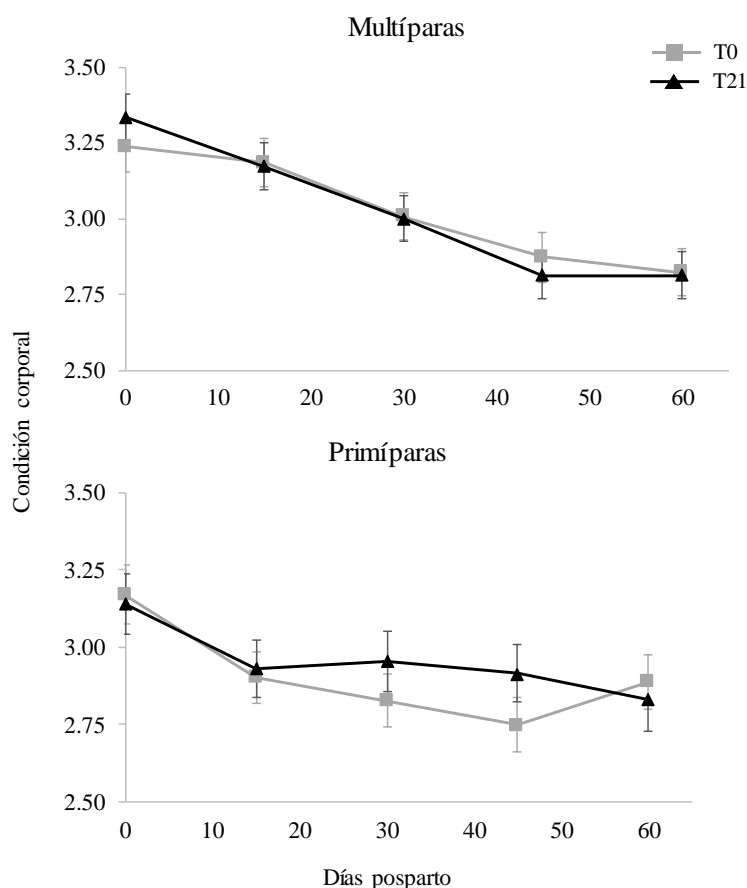


Figura 6. Condición corporal (escala 1-5) a lo largo de todo el período (0-60 dpp) de vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (▲ T21) y de vacas con dieta mixta (■ T0) según paridad (multíparas y primíparas). Barras verticales indican el error estándar.



### **3.2.3. Comportamiento en pastoreo**

El tiempo de acceso promedio a la pastura fue de  $564 \pm 54$  minutos. El tiempo dedicado a las actividades (pastoreo, rumia e inactividad) no difirió según tratamiento dentro de cada paridad (cuadro 12) para el periodo residual (22-60 dpp).

La evolución del tiempo de pastoreo (figura 7) indica que vacas que ingresan al pastoreo inmediato al parto (T0) presentaron un aumento gradual del tiempo dedicado a pastorear: vacas M aumentaron 39 % el tiempo dedicado a pastorear desde la semana 1 a la 9, mientras que, en vacas P, el aumento fue de 29 %. Vacas que ingresan al pastoreo luego de los 21 días posparto (T21) tanto M como P lo hacen al mismo nivel que vacas T0 ya adaptadas al pastoreo.

En cuanto a la rumia, no hubo diferencias entre tratamientos ni de la interacción, únicamente se encontró efecto de la semana en P: el tiempo dedicado a la rumia aumentó hasta la semana 7, cuando se encontró el mayor valor (188 min), diferenciándose estadísticamente con la semana 4 (188 vs. 140 min, semana 7 y 4, respectivamente;  $p = 0,04$ ) y la 9 (188 vs. 107, semana 7 y 9, respectivamente;  $p = 0,02$ ).

Cuadro 12. Actividad en pastoreo desde los 22-60 dpp en vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y de vacas con alimentación mixta (T0).

Tiempo (min) <sup>2</sup>	Tratamientos <sup>1</sup>			<i>p</i> -valor <sup>2</sup>		
	T0	T21	EE	T	S	T x S
<b>Pastoreo</b>						
M	287	293	7,4	0,44	0,34	0,91
P	269	261	13,1	0,57	0,93	0,86
<b>Rumia</b>						
M	155	158	5,8	0,52	0,77	0,81
P	150	149	11,4	0,95	0,02	0,33

<sup>1</sup>Tratamientos = vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y vacas con dieta mixta (T0). <sup>2</sup>T = tratamiento, S = semana. M = multíparas, P = primíparas.

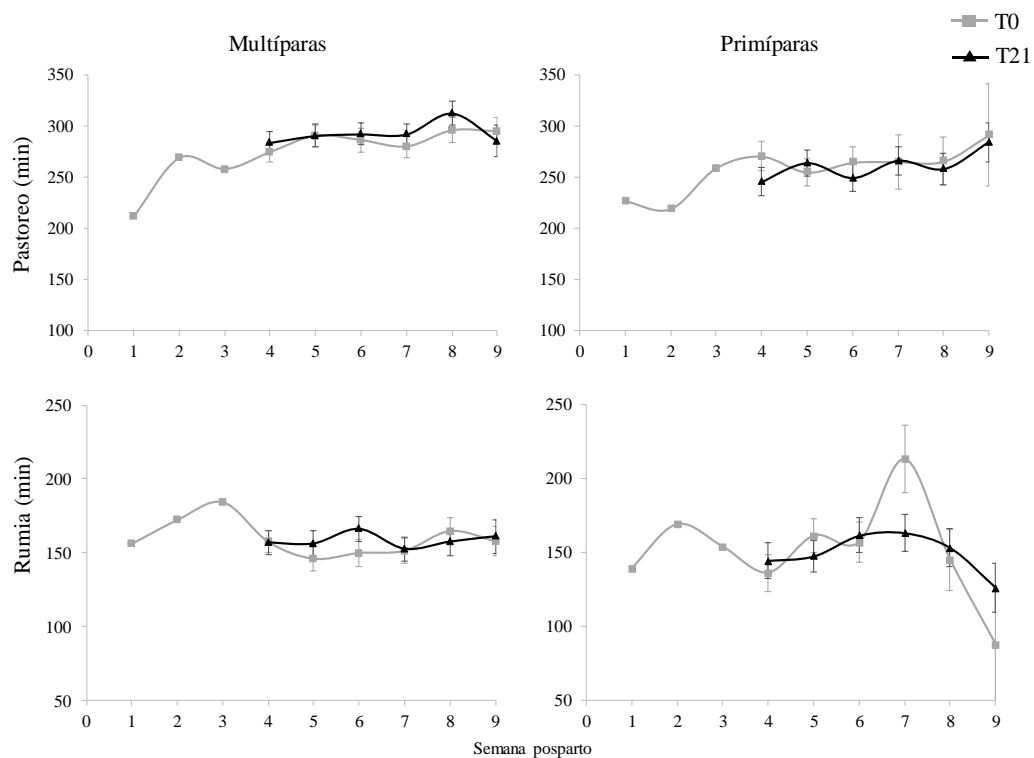


Figura 7. Evolución de cada actividad (min) de vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (▲ T21) y de vacas con dieta mixta (■ T0) según paridad (multíparas y primíparas). Barras verticales indican el error estándar.

### 3.3. EXPERIMENTO PRIMAVERA

#### 3.3.1. Producción de leche, composición, sólidos y energía en leche

La alimentación diferencial durante los primeros 21 dpp (directa) generó diferencias en producción de leche (cuadro 13) entre tratamientos para vacas M: el tratamiento T21 produjo 14,5 % más de leche con respecto a T0. En vacas P, T21 tendió a presentar mayor producción de leche con respecto a T0 y solo se detectó efecto significativo de la semana posparto. Durante el período residual, vacas M T21 tendieron a presentar mayor producción de leche con respecto a T0. En cambio, en vacas P no se detectaron diferencias entre tratamientos.

Al considerar el período total, se encontró que el encierro durante los primeros 21 dpp (T21) generó un impacto positivo expresado en mayor producción de leche en vacas M con respecto a aquellas que deben ingresar al pastoreo luego del parto (T0). Ese efecto no se expresó en vacas P.

Cuadro 13. Producción de leche de vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y de vacas con dieta mixta (T0)

Producción (l/v/d)	Tratamientos <sup>1</sup>		EE	<i>p</i> -valor <sup>2</sup>		
	T0	T21		T	S	S x T
Respuesta <sup>3</sup>						
Directa						
M	35,1 <b>b</b>	40,2 <b>a</b>	1,8	< 0,01	0,02	0,76
P	26,6	28,6	1,1	0,08	< 0,01	0,93
Residual						
M	38,3	39,9	0,86	0,07	0,79	0,74
P	31,5	30,6	0,60	0,13	0,22	0,23
Total						
M	37,4 <b>b</b>	39,9 <b>a</b>	0,81	< 0,01	0,13	0,44
P	29,8	29,9	0,53	0,93	< 0,01	0,12

<sup>a,b,c</sup> letras diferentes en la misma fila muestran diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ). <sup>1</sup>Tratamientos = vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y vacas con dieta mixta (T0). <sup>2</sup>T = tratamiento, S = semana posparto. <sup>3</sup>Respuesta: directa (0-21 DPP), residual (22-60 DPP), total (0-60 DPP). M = multíparas, P = primíparas.

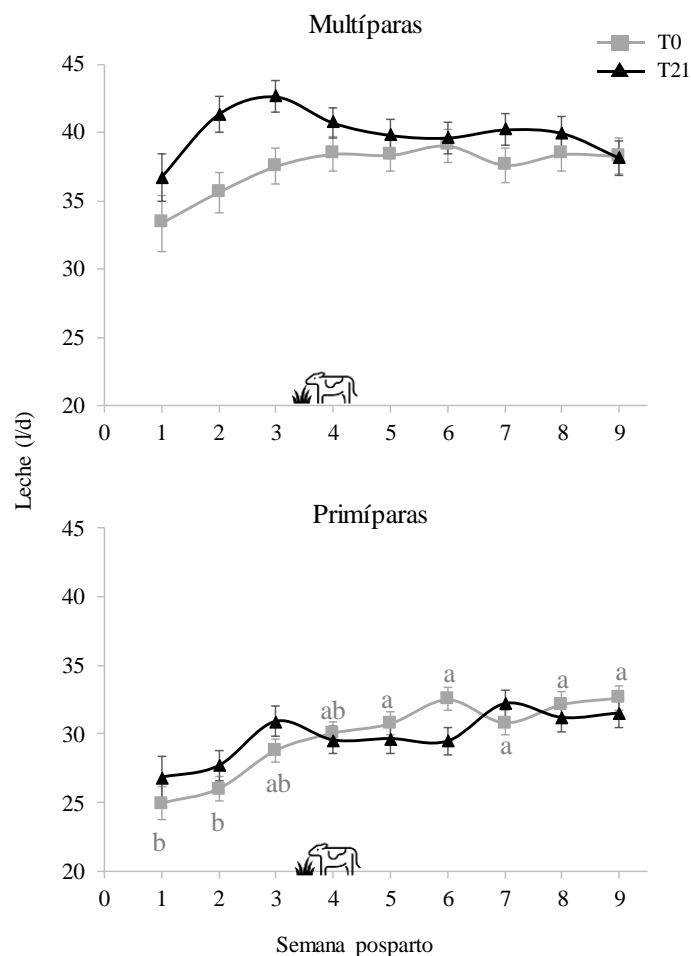


Figura 8. Producción de leche a lo largo de las semanas de lactación de vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y de vacas con dieta mixta (T0) según paridad (multíparas y primíparas). Letras diferentes corresponden a diferencias estadísticas dentro de cada tratamiento (■T0 y▲T21). Barras verticales indican el error estándar.

En cuanto a la composición de la leche y la producción de sólidos (cuadro 14), para el contenido de grasa no hubo diferencias entre tratamientos: en vacas M se encontró efecto del período, presentaron mayor concentración durante el período directo con respecto al residual. En vacas P, solo hubo efecto del período: al igual que en M, presentaron mayores niveles durante el período directo con respecto al residual. En cuanto a la producción de grasa (kg), no se detectó ningún efecto en vacas M o P.

Para la concentración de proteína, no se encontraron diferencias entre tratamientos. En vacas M, hubo efecto del período: al igual que lo sucedido en grasa,

la concentración fue mayor en el período directo con respecto al residual. Lo mismo sucedió en vacas P. En cuanto a la producción (kg) de este componente, se encontraron diferencias entre tratamientos en vacas M a favor del tratamiento T21. Adicionalmente, hubo efecto de la interacción: T21 logró mayor producción en el período directo con respecto a T0 (figura 10). En cambio, en vacas P, solo se detectó efecto de la interacción, el cambio de alimentación en T21 produjo un descenso en la producción de proteína (figura 10).

Para el contenido lactosa, no se detectó ningún efecto. En cambio, para la producción de lactosa (kg), se encontró efecto del tratamiento en vacas M: T21 logró mayores niveles con respecto a T0. No se detectó efecto período, pero sí de la interacción: T0 aumentó los valores desde el período directo al residual (figura 10), mientras que T21 no experimentó variaciones entre períodos. Al comparar entre tratamientos, se encontró que T21 alcanzó mayor producción en el período directo con respecto a T0 (2,17 vs. 1,67, T21 y T0, respectivamente,  $p = 0,0002$ ). En cuanto a P, no se encontró ningún efecto.

Con respecto a la energía en leche, no se encontraron diferencias entre tratamientos. En vacas P, a pesar de haber detectado efecto de la interacción, no hubo diferencias entre o dentro de los tratamientos a lo largo de los períodos.

Cuadro 14. Composición de la leche y producción de sólidos promedios de todo el período (0-60 dpp) de vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y de vacas con dieta mixta (T0)

	Tratamientos <sup>1</sup>			<i>p</i> -valor <sup>2</sup>		
	%	T0	T21	EE	T	Per
<b>Grasa</b>						
<b>M</b>						
%	3,83	3,79	0,10	0,74	0,02	0,09
kg	1,42	1,56	0,09	0,14	0,61	0,58
<b>P</b>						
%	4,05	3,97	0,12	0,54	0,02	0,64
kg	1,16	1,16	0,06	0,98	0,81	0,08
<b>Proteína</b>						
<b>M</b>						
%	3,46	3,44	0,06	0,77	< 0,01	0,43
kg	1,29 <b>b</b>	1,44 <b>a</b>	0,07	0,04	0,08	< 0,01
<b>P</b>						
%	3,49	3,54	0,06	0,44	< 0,01	0,06
kg	0,99	1,03	0,06	0,61	0,06	< 0,01
<b>Lactosa</b>						
<b>M</b>						
%	5,04	5,1	0,03	0,08	0,25	0,11
kg	1,83 <b>b</b>	2,10 <b>a</b>	0,09	< 0,01	0,09	< 0,01
<b>P</b>						
%	5,05	5,18	0,08	0,14	0,81	0,72
kg	1,44	1,47	0,09	0,79	0,78	0,056
<b>Energía en leche (Mcal/d)</b>						
<b>M</b>						
	27,9	30,4	1,70	0,17	0,28	0,13
<b>P</b>						
	22,2	23,3	1,22	0,36	0,40	< 0,01

<sup>1</sup>Tratamiento = vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y vacas con dieta mixta (T0). <sup>2</sup>T = tratamiento, Per = período (directo y residual). M = multíparas, P = primíparas.

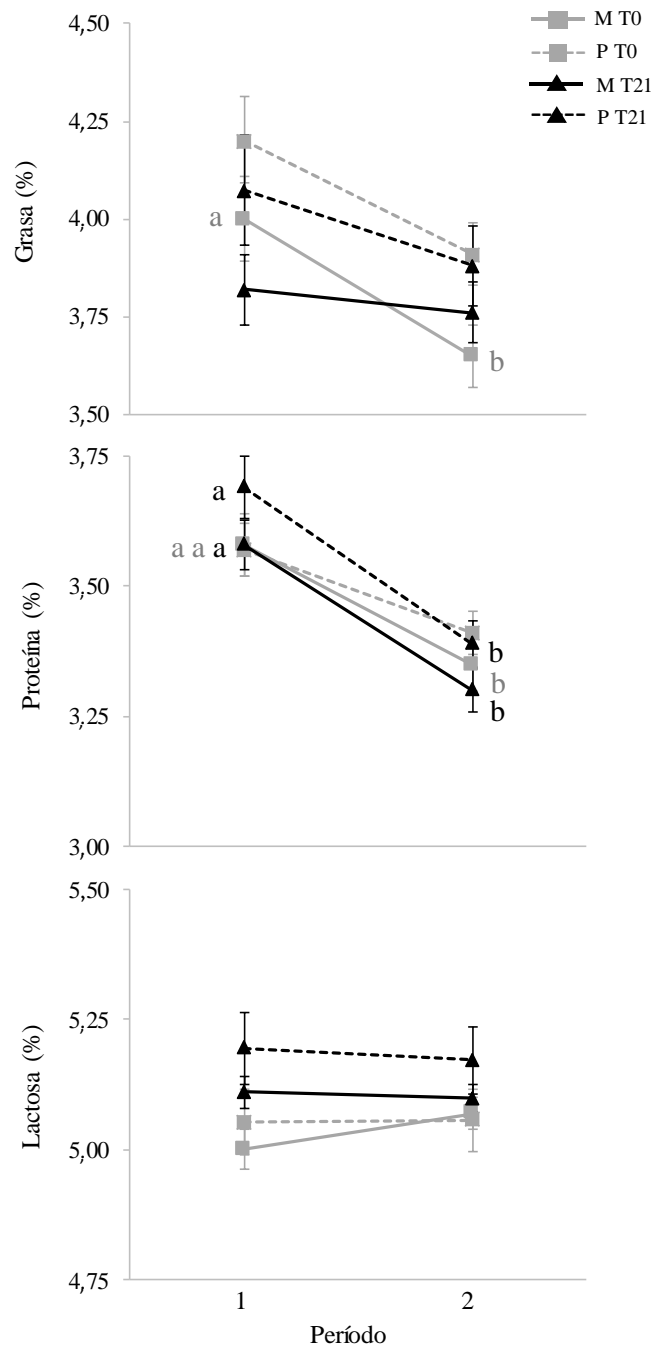


Figura 9. Evolución de la concentración de grasa, proteína y lactosa en leche según período, 1 (directo, 0-21 dpp) y 2 (residual, 22-60 dpp) de vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (▲ T21) y de vacas con dieta mixta (■ T0) según paridad múltiparas (M) y primíparas (P). <sup>a,b,c</sup> letras diferentes para un período muestran diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) dentro del tratamiento. Barras verticales indican el error estándar.

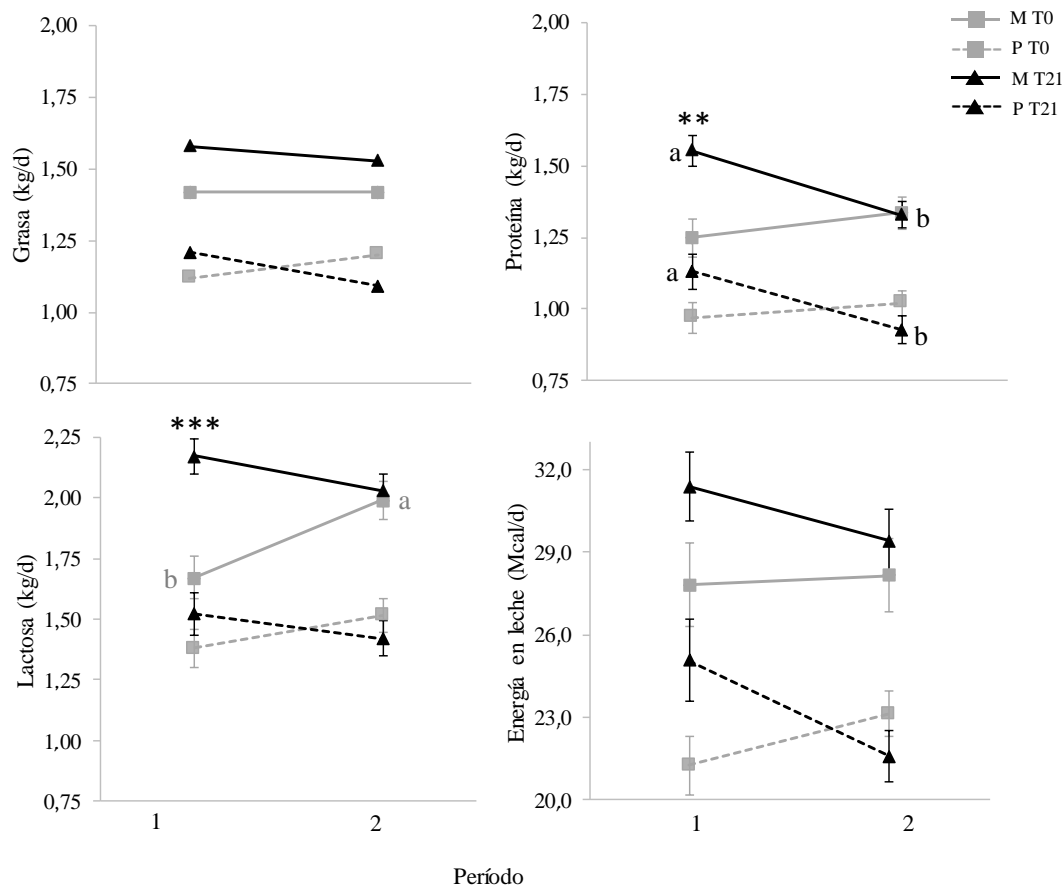


Figura 10. Evolución de sólidos y energía en leche desde el período 1 (directo, 0-21 dpp) al 2 (residual, 22-60 dpp) de vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (▲ T21) y de vacas con dieta mixta (■ T0) según paridad múltiparas (M) y primíparas (P). <sup>a,b,c</sup> letras diferentes para un período muestran diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) dentro del tratamiento. Asteriscos indican diferencia significativa entre tratamientos en múltiparas, (\*;  $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$ ; ns sin diferencias). Barras verticales indican el error estándar.

### **3.3.2. Condición corporal y peso vivo**

La CC y PV promedio no difirieron según tratamiento (cuadro 15) para ninguna paridad. Vacas P perdieron CC a lo largo de los días posparto (efecto período, figura 11), siendo mayor esta pérdida luego de los 21 dpp.



Cuadro 15. Condición corporal y peso vivo promedio de todo el período (0-60 dpp) de vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y de vacas con dieta mixta (T0).

Variable	Tratamiento <sup>1</sup>			<i>p</i> -valor <sup>2</sup>		
	T0	T21	EE	T	Per	T x Per
<b>CC</b>						
M	3,0	3,10	0,08	0,24	0,24	0,61
P	3,06	3,11	0,04	0,27	< 0,01	0,20
<b>PV (kg)</b>						
M	595	641	31,4	0,15	-	-
P	523	543	20,4	0,34	-	-

<sup>1</sup>Tratamiento = vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y vacas con dieta mixta (T0). <sup>2</sup>T = tratamiento, Per = período (cada 15 días). <sup>3</sup>Escala de 5 puntos (1 = flaca, 5 = gorda; Edmonson et al., 1989). M = multíparas, P = primíparas

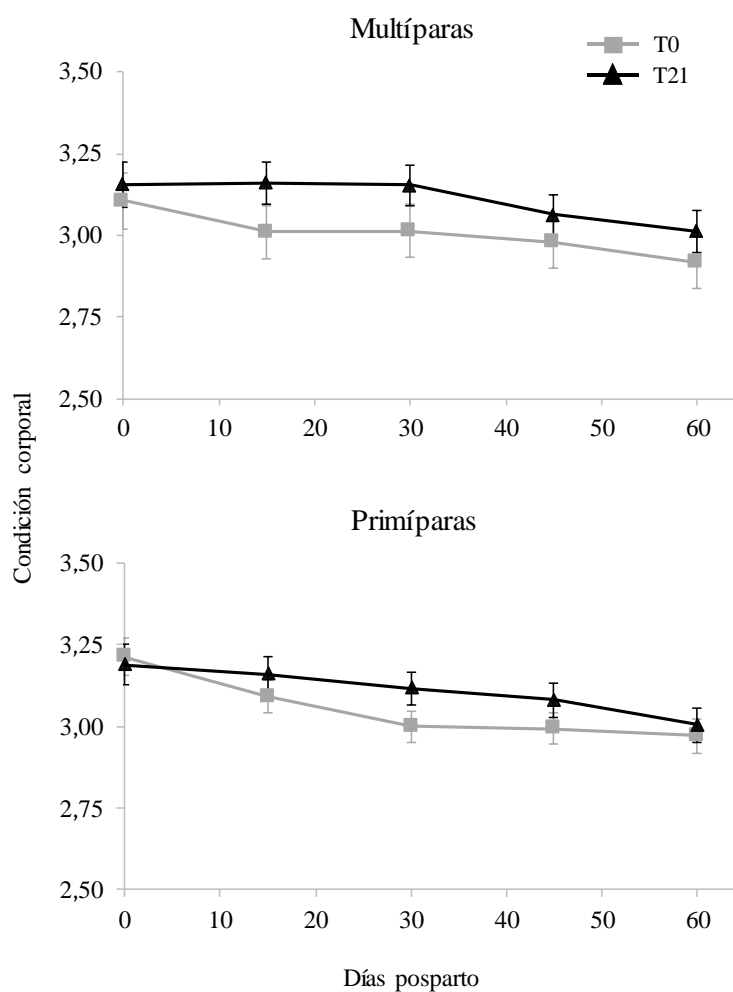


Figura 11. Condición corporal (escala 1-5) a lo largo de todo el período (0-60 dpp) de vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (▲ T21) y de vacas con dieta mixta (■ T0) según paridad (multíparas y primíparas). Barras verticales indican el error estándar.

### **3.3.3. Comportamiento en pastoreo**

Durante el periodo residual (22-60 dpp) el tiempo de acceso a la pastura fue de  $480 \pm 48$  min/d. Para vacas M no se detectó efecto del tratamiento para el tiempo dedicado a pastorear (cuadro 16), mientras que en vacas P hubo diferencias estadísticas entre tratamientos, T0 destinó 23 minutos adicionales con respecto a T21. Adicionalmente, el efecto semana para esta variable en P se expresó en un aumento del tiempo de pastoreo a lo largo de las semanas posparto, evidenciado en diferencias estadísticas de la semana 4 vs. 5, 6, 7 y 8 ( $p < 0,05$ ).

Al evaluar la evolución de esta variable, se observa que vacas que ingresan al pastoreo inmediato al parto (T0) presentan aumento gradual del tiempo destinado a pastorear. Este aumento fue de 22 y 43 % para vacas P y M, respectivamente, al comparar la semana 1 vs. 9 posparto.

El tiempo de rumia en pastoreo no difirió según tratamiento, solamente se detectó efecto de la semana posparto en vacas P. Contrario al tiempo de pastoreo, la rumia disminuyó durante las semanas posparto, manifestado en las diferencias observadas entre la semana 5 vs. 9 (102 vs. 86 min/d, semana 5 vs. 9, respectivamente;  $p = 0,03$ ).

Cuadro 16. Actividad en pastoreo desde los 22-60 dpp en vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y de vacas con alimentación mixta (T0).

Tiempo (min)	Tratamientos <sup>1</sup>		<i>p</i> -valor <sup>2</sup>			
	T0	T21	EE	T	S	T x S
<b>Pastoreo</b>						
M	238	239	8,9	0,86	0,16	0,06
P	249 <b>a</b>	226 <b>b</b>	8,9	0,01	0,02	0,46
<b>Rumia</b>						
M	104	107	6,4	0,67	0,37	0,31
P	99	97	3,9	0,56	0,02	0,45

<sup>a,b,c</sup> letras diferentes en la misma fila muestran diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ). <sup>1</sup>Tratamientos = vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (T21) y vacas con dieta mixta (T0). <sup>2</sup>T = tratamiento, S = semana posparto. M = multíparas, P = primíparas.

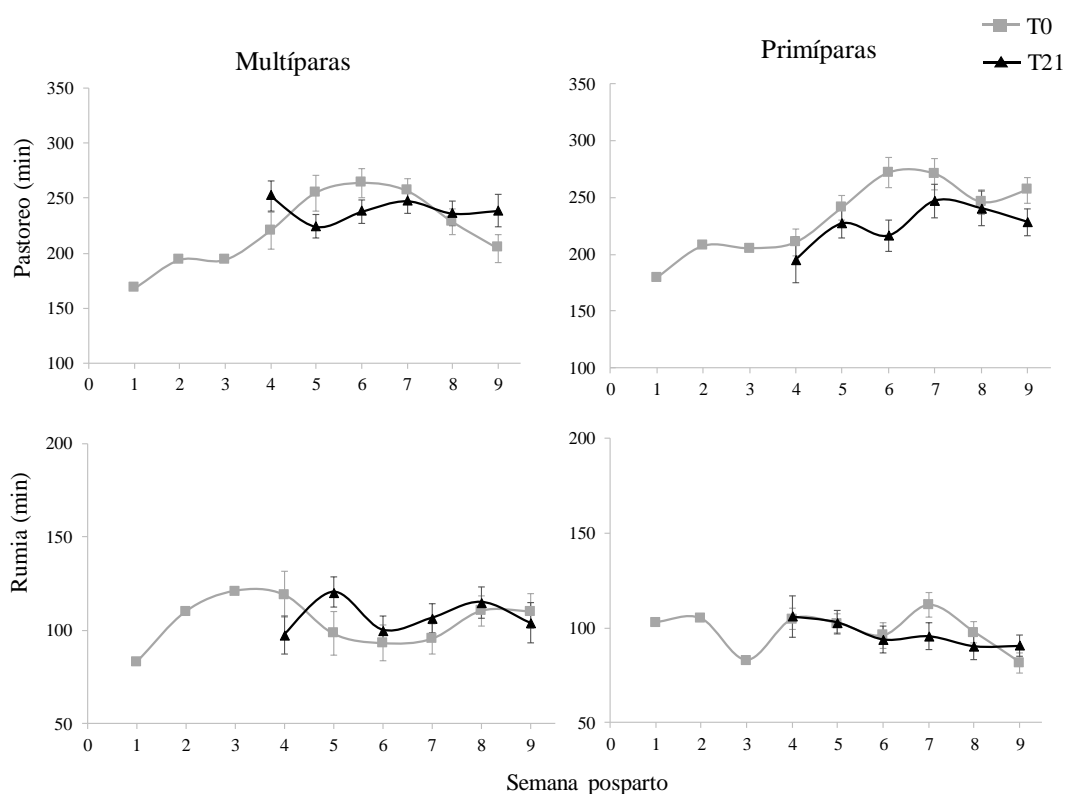


Figura 12. Evolución de cada actividad (min) de vacas que fueron alimentadas únicamente con DTM durante los primeros 21 dpp (▲ T21) y de vacas con dieta mixta

(■ T0) según paridad (multíparas y primíparas). Barras verticales indican el error estándar.

## **4. DISCUSIÓN**

### **4.1. EXPERIMENTO OTOÑO**

#### **4.1.1. Período directo**

La alimentación con DTM durante los primeros 21 dpp generó una respuesta directa de 16,6 % más litros de leche (+5,1 l/d) en vacas M con respecto a vacas con dieta mixta (T0), mientras que, en vacas P, el manejo diferencial de la alimentación no impactó en la producción de leche.

Los resultados encontrados en vacas M están en línea con los trabajos que evaluaron el efecto de la alimentación con DTM en lactancia temprana (Brady et al., 2021, Salado et al., 2018, Fajardo et al., 2015, Acosta et al., 2010), media (Vibart et al., 2008, Bargo et al., 2002, Soriano et al., 2001) y lactancia completa (Méndez et al., 2023, Salado et al., 2020). Las mayores respuestas en leche se explican por mayores niveles de CMS y energía (Salado et al., 2018, Kolver y Muller 1998) combinada con menores gastos energéticos asociados a caminata, búsqueda y pastoreo (Bargo et al., 2002). Las respuestas en leche reportadas en la literatura varían entre 6 y 40 %, posiblemente asociadas a nivel de consumo total, ingredientes y calidad de la DTM, proporción y calidad de la pastura en la dieta de los animales suplementados (Salado et al., 2018, Vibart 2008), etapa de lactancia y, principalmente, paridad de las vacas utilizadas (paridad mixta, P o M).

Por otro lado, los trabajos reportados difieren en la duración de los tratamientos, siendo muy escasos aquellos que reportan alimentación diferencial durante los primeros 30 dpp. Uno de los experimentos de menor duración y muy similar al reportado en esta tesis fue el de Brady et al. (2021), quienes evaluaron, en vacas de paridad mixta, 2 tratamientos, DTM: vacas sometidas a una alimentación *ad libitum* con DTM durante los primeros 30 dpp, seguida de una alimentación mixta (pastoreo + 2,6 kg MS de concentrado) hasta los 100 dpp y CTR: vacas con dieta mixta desde el parto hasta los 100 dpp. A diferencia de los demás trabajos, estos autores, en los primeros 30 dpp, no encontraron efecto del manejo nutricional en la producción de leche, a pesar de haber encontrado diferencias estadísticas en el CMS a favor del tratamiento DTM (18 vs. 16,8 kg MS/v/d DTM vs. CTR, respectivamente). Sin embargo, mencionan que la diferencia entre tratamientos en los valores de CMS fue

de menor magnitud con respecto a otros trabajos (Bargo et al., 2002) como para generar respuestas en la producción de leche y que también los valores de PC y almidón de la DTM fueron bajos (15,5 y 20,1 % BS, respectivamente) con respecto a otras investigaciones.

En el presente trabajo, debido a que se manejaron P y M en conjunto, no fue posible separar las estimaciones de consumo por paridad. La mayor producción de leche lograda por M T21 se puede asociar al mayor CMS estimado con respecto a T0 (22,6 vs. 17,8 kg MS/v/d T21 y T0, respectivamente). Antecedentes como Gaillard et al. (2016), quienes evaluaron diferentes manejos nutricionales en ambas paridades, encontraron que vacas M sometidas a un manejo nutricional de alta energía en lactancia temprana lograron rápidas respuestas en leche asociadas a un posible incremento más rápido del CMS con respecto a vacas P. Lo mencionado, sumado a que la diferencia productiva entre paridades dentro de T21 fue de un 40 % (+10,4 l/d en M), cuando lo esperable es entre 15-25 % mayor en M (Morales et al., 2016), podría indicar que puede que hayan ocurrido situaciones de competencia en los comederos, a pesar de haber controlado el espacio asignado por animal en los corrales y cama caliente y así haber alcanzado menores niveles de CMS.

Con respecto a la composición de la leche (%), la literatura reporta diversas respuestas según el nivel de alimentación de los tratamientos (proporción de pastura en la dieta, ingredientes de la DTM) y etapa de lactancia. En vacas M, los resultados obtenidos en el contenido de grasa en leche coinciden con los reportados en la literatura (Salado et al., 2018, Fajardo et al., 2015, Vibart et al., 2008), que no halló diferencias entre tratamientos. La mayor producción obtenida en T21 con respecto a T0 se tradujo en mayor producción de grasa.

En cuanto a la concentración de proteína, se conoce que varía debido a múltiples factores tanto nutricionales como no nutricionales; la ingesta de energía es uno de los factores que tiene mayor influencia y está sujeta al CMS y la densidad energética de la dieta (Bachman, 1992). Las dietas de ambos tratamientos fueron similares en términos de densidad energética (1,78 vs. 1,73 Mcal/kg MS; T0 vs. T21, respectivamente) y el CMS estimado fue mayor en T21. Dado esto, se esperaban mayores concentraciones de este componente en vacas que fueron alimentadas con

DTM (T21), como lo reporta la literatura (Méndez et al., 2023, Salado et al., 2020, Bargo et al., 2002, Kolver y Muller, 1998). Sin embargo, no se encontraron diferencias entre tratamientos; resultados similares fueron reportados por Fajardo et al. (2015) en lactancia temprana, asociado a un déficit de la fracción proteína no degradable en rumen de la dieta. Es posible que la interpretación de los resultados obtenido requiera bajar un nivel y analizar la contribución de las diferentes fracciones de la proteína de la DTM de T21, así como a la relación energía:proteína en rumen.

En cuanto al contenido de la lactosa, al ser un componente más estable y con menor variación de acuerdo al manejo de la alimentación (Sutton, 1989), no se esperaban diferencias entre tratamientos, al igual que lo encontrado por otros autores (Brady et al., 2021, Fajardo et al., 2015). Sin embargo, en la literatura se han reportado mayores concentraciones en vacas alimentadas con DTM con respecto a una dieta mixta (Salado et al., 2020), asociado a una mayor ingesta de energía del tratamiento DTM con respecto a la dieta mixta (45,0 vs. 43,1 Mcal/d; DTM vs. mixta, respectivamente). En relación con la energía en leche, al no haber detectado diferencia en ninguno de los componentes, no difirió entre tratamientos.

En vacas P, según la literatura recopilada, se esperaba que, un período de 21 días de alimentación con DTM, logran mayores niveles productivos dada la mayor magnitud de los cambios que atraviesa esta categoría al inicio de la lactancia con respecto a vacas M. Sin embargo, no hubo diferencias en la producción de leche entre tratamientos; estos resultados coinciden con lo reportado por Jasinsky et al. (2019): vacas alimentadas con DTM y en condiciones de pastoreo + suplementación (24 % pastura, 22 % concentrado y 54 % DM) no presentaron diferencias en la performance productiva. Lo mismo sucedió para la concentración de grasa, proteína y lactosa en leche, al igual que lo reportado en el presente experimento. Sin embargo, encontraron que P en pastoreo presentaron mayor movilización de reservas corporales. En contraste, en el presente trabajo, no se detectaron diferencias entre tratamientos, posiblemente debido a la menor duración de los tratamientos (21 días) con respecto a dicho antecedente (60 días) y/o al nivel de alimentación del presente experimento.

Sin embargo, en el trabajo de Meikle et al. (2013) con vacas P y diferentes AF (baja, media y alta, 7,5, 15 y 30 kg MS/v/d, respectivamente) durante los primeros 60

dpp encontraron que la alimentación con DTM generó respuestas en leche de 5,3 % y 32 % mayores vs. media/alta y baja AF, respectivamente. Dado el período de adaptación y dada la similitud del tratamiento de alta AF (30 kg MS/v/d) de Meikle et al. (2013) con el evaluado en el presente trabajo (T0), se podrían esperar respuestas similares o incluso de mayor magnitud en un lapso de tiempo menor y principalmente al inicio de la lactancia (primeros 21 dpp). La no detección de diferencias entre tratamientos podría ser resultado del mayor nivel de suplementación en T0 con respecto a lo evaluado por Meikle et al. (2013) (11,8 vs. 8 kg MS/d; otoño vs. Meikle et al., 2013).

En esta categoría, un período de 21 días de encierro no fue suficiente para generar diferencias en lo productivo, lo que podría indicar que presentan una doble adaptación a la lactancia con respecto a M: atraviesan su primer parto, con todo el estrés que conlleva (Sepúlveda-Varas y Wittwer, 2017, Meikle et al., 2013), y, más aún, deben adaptarse al manejo de una vaca lechera (rutina de ordeño, alimentación, nueva infraestructura y contacto humano).

#### **4.1.2. Período residual**

El cambio de una alimentación basada en DTM en condiciones de confinamiento hacia una mixta a los 22 días posparto (T21) no implicó descensos significativos en la producción de leche en vacas M, mientras que las P tendieron a producir menos con respecto a T0. La no detección de diferencias entre tratamientos durante este período posiblemente esté asociado a los mayores niveles de energía en la pastura ofrecida (1,54 vs. 1,73 Mcal/kg MS; directo vs. residual), concomitante al aumento gradual del consumo (Grummer et al., 1995) en ambos tratamientos y a la etapa de la lactancia, donde los niveles productivos continúan aumentando hasta los 60-90 dpp.

Los resultados de producción de leche en vacas M están en línea con lo reportado en el ámbito nacional (Fajardo et al., 2015): vacas que fueron alimentadas con DTM desde el parto hasta los 60 dpp y luego introducidas a un sistema mixto no mostraron diferencias productivas con vacas alimentadas con dieta mixta desde el parto ni tampoco las hubo en cuanto al comportamiento en pastoreo.



No obstante, cabe destacar que estos resultados parecen señalar que existieron mecanismos que operaron para mantener la producción de leche de M T21, principalmente en las primeras 3 semanas luego del cambio (semana 4, 5 y 6, figura 3). Luego de la semana 6, las curvas de producción de ambos tratamientos comenzaron a juntarse. Esto indica que las vacas son capaces de censar el escenario en el que están y de poder adaptarse a los diferentes planos de alimentación (Delaby et al., 2009) en respuesta a las variaciones del flujo de nutrientes ruminal y hepático, ajustando los niveles productivos con cierta elasticidad conductual (Chilibroste et al., 2011) para satisfacer sus necesidades fisiológicas (Philips, 2002).

En vacas P, el cambio de alimentación generó un impacto negativo en lo productivo dado que tendieron a presentar menor producción con respecto a T0. Similares resultados, pero de mayor magnitud, fueron reportados por Gaillard et al. (2016), quienes encontraron que vacas P alimentadas con alta densidad energética (A) desde el inicio de lactancia hasta el final del período de pérdida de PV (42 dpp) y luego alimentadas con baja densidad energética (B) produjeron menos leche que las alimentadas con B durante todo el período. Parece que esta categoría es más susceptible a cambios en la alimentación debido a que está en continua adaptación a nuevos manejos como también por presentar requerimientos adicionales con respecto a M, ya que continúa en crecimiento, puesto que al comienzo de su primera lactancia las demandas competitivas de la glándula mamaria se superponen con los requisitos de crecimiento (Wathes et al., 2007).

En lo comportamental, en T21, el cambio de alimentación a una dieta mixta implicó una rápida adaptación al pastoreo en ambas paridades, expresado en la no detección de diferencias en el tiempo dedicado a pastorear y rumiar entre tratamientos. Esto parece ser un resultado positivo debido a que el cambio abrupto de alimentación no implicó disminuciones en los niveles productivos en vacas M, como han encontrado otros autores (Hartwiger et al., 2018, Schären et al., 2016ab). Hartwiger et al. (2018), en vacas de paridad mixta durante lactancia media, reportan que el cambio gradual desde una alimentación con DTM *ad libitum* (durante 2 semanas) hacia una mixta (pastoreo + suplementación con 4,5 kg MS de concentrado/día) generó disminuciones en los niveles productivos en el orden de 12 % a partir del aumento en el tiempo de

acceso a 12 horas/día. Schären et al. (2016ab) reportan resultados similares, pero de mayor magnitud, con la diferencia de un menor nivel de suplementación (1,75 kg MS de concentrado/día). Parece ser que el nivel de alimentación posterior al cambio es uno de los factores determinantes de las respuestas productivas: cuando es un cambio grande en términos de cantidades ofrecidas, como lo reportado en estos estudios (pasaje de alimentación *ad libitum* hacia suplementación con 1,75-4,5 kg MS/v/d), el impacto es negativo, mientras que, en el presente trabajo, T21 pasó a una alimentación con alto nivel de suplementación (13,2 kg MS/v/d DM) y buena condición de la pastura (2054 kg MS/ha y 23 cm de altura) sin generar disminuciones en la producción de leche ni tampoco en la CC (Fajardo et al., 2015).

En cuanto a la composición de la leche, la mayoría de las investigaciones reportan los resultados durante el período de aplicación de dieta con DTM y muy pocos trabajos lo hacen durante en el período residual y su comparación. Los resultados encontrados en este período (22-60 dpp) están en línea con los hallazgos de Fajardo et al. (2015), quienes reportaron que, en vacas M pos-encierro con DTM y con dieta mixta, no encontraron diferencias en contenido de grasa, proteína o lactosa. De igual manera sucedió en el experimento de Acosta et al. (2010) durante el período residual. En el presente trabajo, al evaluar la transición (0-21 vs. 22-60 dpp), se encontró que vacas M T21 disminuyeron la concentración de proteína en leche al cambiar a la dieta mixta. Esto puede ser explicado así: la transición desde una alimentación 100 % DTM a una mixta implica disminución en la ingesta total de materia seca y energía y, por ende, en el flujo de nutrientes hacia al rumen, lo que pudo haber derivado en menor producción de proteína microbiana y, finalmente, en el contenido de proteína en leche como un resultado de la adaptación al cambio de dieta. Lo mismo ocurrió para la concentración de proteína en M T0, aunque, en este caso, no parece estar relacionado a factores nutricionales debido a que la concentración de PC en la dieta fue mayor en el período residual (15,1 vs. 16,1 % PC; directo vs. residual, respectivamente), por lo que se esperaría lo contrario. Estos resultados en T0 podrían estar asociados a movilización de reservas corporales como el músculo o al efecto dilución por el aumento de la producción de leche (Sutton, 1998). Con respecto a la concentración de

lactosa, el incremento en el período residual en M T21 pudo deberse al aumento progresivo del CMS a lo largo de los dpp.

Al analizar todo el período (0-60 dpp), se encuentra que vacas en condiciones de pastoreo desde el parto (T0), tanto M como P, aumentan el tiempo dedicado a pastorear a lo largo de los dpp (figura 12). González et al. (2023) evaluaron la adaptación a la lactancia en un grupo de vacas de paridad mixta con la misma base de alimentación que el presente trabajo, 1 turno de pastoreo matutino y suplementación vespertina con DM ( $16,4 \pm 3$  kg de MS). Estos autores reportan que vacas al inicio de la lactancia presentan un período de adaptación al pastoreo en las primeras 6 semanas posparto, con aumentos en el tiempo de pastoreo (en términos de porcentaje del tiempo pastoreando con respecto a la semana 1) en vacas P de mayor magnitud (62 %) que en M (40 %). En este experimento, el aumento del tiempo dedicado a pastorear desde la semana 6 con respecto a la semana 1 fue de 52 % y 57 % para P y M, respectivamente. Los resultados del presente trabajo reafirman la existencia de un período de adaptación al pastoreo al iniciar la lactancia en ambas paridades que puede variar llegar a variar entre 6 a 7 semanas posparto.

En conclusión, en vacas M, las respuestas residuales presentan una persistencia limitada y se observan principalmente en las primeras semanas luego del cambio, mientras que la mayoría de los antecedentes abarcaron períodos residuales muy largos donde los efectos que se pudieron haber generado no se logran detectar (Kennedy et al., 2015, Delaby et al., 2009). El plano de alimentación, la duración del tratamiento y el nivel de suplementación posalimentación diferencial son los factores más importantes en la definición de las respuestas residuales (Jørgensen et al., 2016). En este experimento, los tratamientos evaluados no fueron muy contrastantes en términos de alimentación (nivel de suplementación, energía e inclusión de pastura en la dieta): T21 cambió a una dieta mixta con un alto nivel de suplementación con DTM que abarcó un 65 % de la dieta en BS (calculado por NRC según requerimientos de energía); esta pudo haber sido una de las razones de las respuestas obtenidas. Cuando la transición de un plano de alimentación a otro es más abrupta en términos de contenido o cantidad de energía, se logran detectar mayores respuestas residuales (Broster y Broster, 1984).

El impacto del manejo diferencial de una alimentación en concepto amplio (productivo, salud, metabolismo) depende de las condiciones que estemos comparando. Al no haber sido un cambio radical en términos de alimentación, las vacas lograron adaptarse rápidamente. Al evaluar todo el período, parece ser que el impacto del manejo de la alimentación es mayor en vacas M. En P no hubo diferencias; puede que la energía consumida durante los primeros 21 dpp haya tenido otro destino o podría estar impactando a otro nivel, como el metabólico, por lo que es necesario evaluar varios aspectos y no únicamente el productivo para determinar el efecto de una alimentación (Astessiano et al., 2017, Meikle et al., 2013, Chilbroste et al., 2012).

## **4.2. EXPERIMENTO PRIMAVERA**

### **4.2.1. Período directo**

El impacto de la alimentación con DTM en el posparto inmediato difirió de acuerdo a la paridad: en vacas M generó un 14,5 % (+5,1 l/d) más de litros de leche con respecto a vacas con dieta mixta (T0). Estos resultados son consistentes de acuerdo a los antecedentes mencionados y se explica principalmente por el mayor CMS respecto a T0 (25,6 vs. 20,4 kg MS/v/d, estimados para T21 vs. T0, respectivamente) como también a los menores requerimientos de mantenimiento de T21 por estar en condiciones de confinamiento (Bargo et al., 2002, Kolver y Muller, 1998).

En vacas P, el manejo de la alimentación durante los primeros 21 dpp no tuvo impacto en la producción de leche, únicamente se encontró que T21 tendió a presentar 7,5 % (+2 l/d) más litros de leche con respecto a T0, en línea con lo reportado por Jasinsky et al. (2019). Al igual que lo encontrado en el experimento de otoño, parece ser que 21 días de alimentación diferencial no fueron suficientes en P para poder expresar diferencias significativas.

Es de notar que, a pesar de las mejores condiciones de alimentación en T21, no se detectaron diferencias en la CC promedio para ninguna de las paridades. Estos resultados están en línea con antecedentes con manejos diferenciales en lactancia temprana (Brady et al., 2021, Fajardo et al., 2015), mientras que en experimentos que evalúan períodos más largos (+100 días) se logran detectar diferencias entre tratamientos a favor de vacas alimentadas con DTM (Méndez et al., 2023, Salado et

al., 2020). Sin embargo, el estatus energético evaluado en varios de estos experimentos fue mejor en vacas alimentadas con DTM, expresado en menores concentraciones de metabolitos como BHB y NEFA. Por lo que, a pesar de no haber encontrado efecto en la CC, puede que haya generado un impacto a nivel metabólico.

En cuanto a la composición de la leche (%), en vacas M no hubo diferencia en el contenido de grasa, proteína y lactosa entre tratamientos, al igual que lo encontrado en otoño y por otros autores (Salado et al., 2018, Fajardo et al., 2015, Vibart et al., 2008). Sin embargo, antecedentes de otros trabajos muy similares, como el de Brady et al. (2021), encontraron diferencias en el contenido de proteína, explicado por la mayor ingesta de energía alcanzada y una dieta más constante (en términos de cantidad y contenido de proteína) con respecto a vacas con dieta mixta, quienes se enfrentan a cambios en la concentración de proteína y energía diariamente (Smit et al., 2004). Con respecto a la producción de sólidos, la mayor producción de proteína y lactosa alcanzada en M T21 parece deberse a la mayor producción de leche, al igual que lo reportado por Salado et al. (2020). En cuanto a la energía en leche, Fajardo et al. (2015) encontraron diferencias en la energía en leche de 2,16 Mcal/d entre DTM vs. dieta mixta (26,2 vs. 24,04 Mcal/d  $p = 0,03$ , DTM vs. dieta mixta, respectivamente), mientras que en este experimento durante los primeros 21 dpp fueron de 3,58 Mcal/d a favor de T21, aunque sin alcanzar niveles de significación estadística. Es posible que la menor cantidad de animales y lo corto del período de evaluación (21 vs. 60 dpp) puedan explicar la falta de detección de diferencias estadísticas.

Con respecto a vacas P, la concentración de grasa obtenida fue similar a lo reportado por Jasinsky et al. (2019), quienes tampoco encontraron diferencias entre animales consumiendo DTM o dieta mixta (4,09-4,2 % de grasa), al igual que en proteína y lactosa, pero con mayores valores alcanzados en el presente experimento (proteína: 3,57-3,69 vs. 3,1-3,2 %; lactosa: 5,2 vs. 5,0 %; primavera vs. Jasinsky et al., 2019, respectivamente), posiblemente relacionado a la etapa de lactancia evaluada.

#### **4.2.2. Período residual**

La transición de DTM en condiciones de confinamiento hacia un sistema basado en pastoreo con suplementación no implicó cambios significativos en los niveles productivos en ambas paridades.

La alimentación diferencial en T21 generó efectos residuales en vacas M, las cuales tendieron a presentar mayor producción (+4,2 l/d) con respecto a T0; esto se pudo visualizar principalmente durante las primeras semanas luego del cambio (figura 8). Con el avance de la lactancia, esas diferencias se fueron reduciendo y las curvas de producción de los tratamientos se fueron aproximando dada la disminución en la ingesta total de materia seca y de energía en T21, como también el aumento de los requerimientos de mantenimiento (Hartwiger et al., 2018b). Los mecanismos que operaron para lograr estos resultados pueden explicarse a partir de la glándula mamaria o del metabolismo, dado que en lo comportamental no se encontraron diferencias entre tratamientos. Adicionalmente, este último hallazgo, junto a la mantención de los niveles productivos, manifiesta la rapidez de adaptación de T21 a las condiciones de pastoreo, opuesto a lo reportado por otros autores (Hartwiger et al., 2018a, Schären et al., 2016ab).

En vacas P, al no haber encontrado mayores respuestas durante los primeros 21 dpp con respecto a T0, tampoco se detectaron efectos residuales en la producción de leche. El cambio del manejo y alimentación provocó que dedicaran menor tiempo a pastorear con respecto a vacas en condiciones de pastoreo desde el parto (T0). En este caso, el encierro durante el período de transición posparto no resolvió el período de adaptación al pastoreo que presenta esta categoría (Chilibroste et al., 2012). A pesar de esto, no se vio reflejado en la producción de leche ni en la CC.

La mayoría de los antecedentes de investigación reportan que vacas alimentadas con DTM presentan mayor CC (Salado et al., 2020) dado por diferencias en el CMS y menores requerimientos de mantenimiento, mientras que vacas con dieta mixta presentan mayor movilización de reservas corporales y un balance energético más severo que vacas alimentadas con DTM (Brady et al., 2021, Jasinsky et al., 2019, Asstesiano et al., 2017, Meikle et al., 2013). Sin embargo, en el presente trabajo no se

pudo constatar lo mencionado: no hubo diferencias en la CC (Brady et al., 2021) entre tratamientos ni en las paridades. Esto puede ser considerado como una respuesta positiva, dado que las vacas de T21 al cambiar de alimentación no exhibieron una pérdida de CC significativa como se ha reportado en otros trabajos (Hartwiger et al., 2018b).

Al igual que lo reportado en el período residual de otoño, no se detectaron diferencias (22-60 dpp) en la concentración de grasa, proteína y lactosa entre tratamientos y paridades, en línea con algunos de los autores mencionados. Sin embargo, al evaluar la transición de la alimentación (0-21 vs. 22-60 dpp) se encontró que ambas paridades en T21 descendieron significativamente la concentración y producción de proteína al ingresar al pastoreo, posiblemente relacionado a la disminución de la ingesta total de energía y proteína como también a la movilización de proteína corporal que ocurre al inicio de la lactancia. Del mismo modo lo hizo el tratamiento T0 para la concentración de proteína, además de la movilización de reservas corporales, esto podría estar asociado a cambios en la composición química en la dieta consumida, principalmente en la pastura donde la concentración de PC de la pastura disminuyó en el período residual (20,6 vs. 18,7 % PC, directo vs. residual), dado a que durante los primeros 21 dpp (directo) el recurso forrajero predominante fue alfalfa, mientras que durante 22-60 dpp (residual) se pastorearon principalmente gramíneas (avena y raigrás). Adicionalmente, M T0 aumentaron la producción de lactosa durante el período residual con respecto al directo, dado el aumento de la producción de leche y del CMS.

Al evaluar todo el período experimental se encuentra que vacas que ingresaron al pastoreo luego del parto (T0), tanto P como M, presentan un comportamiento similar en términos de evolución y aumento del tiempo pastoreando a lo largo de las semanas posparto. El aumento del tiempo dedicado a pastorear de la semana 6 (semana en la cual lograron el tiempo máximo de tiempo pastoreando) con respecto a la semana 1 fue de 52 y 57 % para P y M, respectivamente. Los resultados del presente trabajo reafirman nuevamente la existencia de un período adaptación al pastoreo.

Al igual que en el experimento de otoño, al evaluar la producción de leche durante todo el período experimental, se encuentra que, en M, el efecto del manejo

diferencial de la alimentación (T21) permanece, contrario a lo reportado por otros trabajos, donde las respuestas directas obtenidas se diluyen al evaluar períodos largos (Delaby et al., 2009). Mientras que, en P, no se constató efecto de la alimentación diferencial en ningún período. Lo mencionado junto al experimento de otoño refuerza que, en vacas P, el manejo diferencial de la alimentación no impacta en lo productivo y que las respuestas podrían estar a otro nivel no reportado en este trabajo (metabolismo y reproducción).



## **5. CONCLUSIONES**

La respuesta a la alimentación con DTM en vacas Holando durante los primeros 21 dpp difirió de acuerdo a la paridad. En vacas M, las respuestas fueron consistentes en términos de mayor producción de leche (+ 14,5 a 16,6 %) y sólidos (grasa en otoño, proteína y lactosa en primavera) con respecto a vacas que ingresan al pastoreo al inicio de la lactancia; mientras que, en vacas P, no hubo impacto productivo. La paridad es un factor animal determinante en la definición de la respuesta en la performance productiva y principalmente al inicio de la lactancia. Las vacas P, independientemente del sistema (confinamiento o pastoril), parecen presentar una doble adaptación a la lactancia respecto a M debido a que, por un lado, atraviesan el inicio de la lactancia con todos sus cambios (cambios en el CMS, CC, requerimientos) y, por el otro, deben atravesar su primer parto, con todo el estrés que implica, y adaptarse al nuevo manejo que conlleva una vaca lechera (rutina de ordeño, alimentación, nueva infraestructura y contacto humano).

Asimismo, ambas paridades en los dos experimentos exhibieron una rápida adaptación al cambio de alimentación y al pastoreo que se reflejó en el aumento gradual del tiempo dedicado a pastorear concomitante al transcurso de los días posparto, relacionado al aumento del CMS y el progreso de la lactancia.

Las respuestas residuales encontradas en vacas M parecen ocurrir principalmente en las primeras semanas luego del cambio de alimentación con una limitada persistencia y sugieren que aún queda aspectos importantes por investigar, desde los mecanismos centrales que controlan el proceso hasta el impacto en la lactancia actual y próximas. Esta investigación indica que en M existen mecanismos que operaron y exhibieron efectos residuales, pero aún no se logran identificar con exactitud, por lo que es necesario profundizar en esta área.

La adaptación a la lactancia y la fisiología de la vaca lechera durante el período de transición es compleja, con procesos multifactoriales y cambios que juegan en la manifestación de las enfermedades junto con las pérdidas económicas asociadas y el compromiso del bienestar animal (Spaans et al., 2022). Estos cambios comienzan antes del parto (Dervishi et al., 2018), por lo que sería relevante analizar un período de mayor duración, como todo el período de transición e incluso el período seco (Daros

et al., 2022), con el fin de identificar dónde se pueden generar mayores impactos en la performance animal y abordarlo con una perspectiva integrada desde la salud, el estatus metabólico, la reproducción, el bienestar animal y el impacto ambiental.

## **6. BIBLIOGRAFÍA**

- Acosta Y, Karlen H, Villanueva N, Mieres JM, La Manna A. 2010. Intensificación: el rol de la alimentación. Jornada Técnica de Lechería. Serie actividades de difusión N.º 610. San José. P. 55-62.
- Adrien ML, Mattiauda DA, Artegoitia V, Carriquiry M, Motta G, Bentancur O, Meikle A. 2012. Nutritional regulation of body condition score at the initiation of the transition period in primiparous and multiparous dairy cows under grazing conditions: milk production, resumption of post-partum ovarian cyclicity and metabolic parameters. *Animal*, 6(2), 292-299. doi: 10.1017/S175173111100142X.
- Aguerre M, Méndez MN, Torterolo S, Chilbroste P. 2018. Pasture base dairy farm intensification: the role of growth strategy (stocking rate vs. individual milk production) and availability of infrastructure. *J. Dairy Sci.* 101, 255-256.
- Astessiano A, Carriquiry M, Mattiauda D, Adrien M, Chilbroste P, Meikle A. 2017. Endometrial gene expression in primiparous dairy cows at the end of the voluntary waiting period is affected by nutrition: total mixed ration vs increasing levels of herbage allowance. *Reproduction in Domestic Animals*, 52(5), 798-805. doi: 10.1111/rda.12981.
- Bakshi MPS, Wadhwa M, Makkar HPS. 2017. Feeding of high-yielding bovines during transition phase. *CABI Reviews*, 2017, 1-8. doi: 10.1079/PAVSNR201712006.
- Bargo F, Muller LD, Delahoy JE, Cassidy TW. 2002. Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *Journal of Dairy Science*, 85(11), 2948-2963. doi:10.3168/jds.s0022-0302(02)74381-6.
- Barthram, G. T. (1986). "Experimental techniques: the HFRO sward stick," in *Biennial Report of the Hill Farming Research Organization*, ed M. M. Alcock (Midlothian: HFRO), 29–30
- Brady EL, Pierce KM, Lynch MB, Fahey AG, Mulligan FJ. 2021. The effect of nutritional management in early lactation and dairy cow genotype on milk

- production, metabolic status, and uterine recovery in a pasture-based system. *Journal of Dairy Science*, 104(5), 5522-5538. doi: 10.3168/jds.2020-19329
- Broster WH, Broster VJ. 1984. Reviews of the progress of Dairy Science: Long term effects of plane of nutrition on the performance of the dairy cow. *Journal of Dairy Research*, 51(1), 149-196. doi: 10.1017/S0022029900023414.
- Broster WH. 1972. Effect on milk yield of the cow of the level of feeding during lactation. *J. Dairy Sci.* 34:23.
- Burke CR, Williams YJ, Hofmann L, Kay J K, Phyn CVC, Meier S. 2010. Effects of an acute feed restriction at the onset of the seasonal breeding period on reproductive performance and milk production in pasture-grazed dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 93(3), 1116-1125. doi: 10.3168/jds.2009-2562.
- Caixeta LS, Omontese BO. 2021. Monitoring and improving the metabolic health of dairy cows during the transition period. *Animals*, 11(2), 352. doi: 10.3390/ani11020352.
- Cajarville C, Mendoza A, Santana A, Repetto JL. 2012. En tiempos de intensificación productiva... ¿cuánto avanzamos en el conocimiento de los nuevos sistemas de alimentación de la vaca lechera? *Veterinaria*. 48(1):35-39.
- Capuco AV, Choudhary RK. 2020. Symposium review: determinants of milk production: understanding population dynamics in the bovine mammary epithelium. *Journal of Dairy Science*, 103(3), 2928-2940. doi: 10.3168/jds.2019-17241.
- Capuco AV, Ellis SE, Hale SA, Long E, Erdman RA, Zhao X, Paape MJ. 2003. Lactation persistency: insights from mammary cell proliferation studies. *Journal of Animal Science*, 81(15\_suppl\_3), 18-31. doi: 10.2527/2003.81suppl\_318x.
- Cavestany D, Viñoles C, Crowe MA, La Manna A, Mendoza A. 2009. Effect of prepartum diet on postpartum ovarian activity in Holstein cows in a pasture-based dairy system. *Animal Reproduction Science*, 114(1-3), 1-13. doi: 10.1016/j.anireprosci.2008.08.007.

- Charlton GL, Rutter SM, East M, Sinclair LA. 2011. Effects of providing total mixed rations indoors and on pasture on the behavior of lactating dairy cattle and their preference to be indoors or on pasture. *Journal of Dairy Science*, 94(8), 3875-3884. doi: 10.3168/jds.2011-4172.
- Chilibroste P, Mattiauda DA, Bentancur O, Soca P, Meikle A. 2012. Effect of herbage allowance on grazing behavior and productive performance of early lactation primiparous Holstein cows. *Animal Feed Science and Technology*, 173(3-4), 201-209. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2012.02.001
- Chilibroste P, Soca P, Mattiauda DA. 2011. Balance entre oferta y demanda de nutrientes en sistemas pastoriles de producción de leche: potencial de intervención al inicio de la 5<sup>a</sup> lactancia. En: XV Congreso Latinoamericano de Buiatría, XXXIX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú. P. 91-96.
- Chilibroste P, Ibarra D, Laborde D. 2004a. Producción de leche y alimentación: resultado del relevamiento de 37 predios comerciales durante el período abril-noviembre del 2003. Proyecto: «Interacción Alimentación – Reproducción» informe final 2003. CONAPROLE.
- Chilibroste P, Ibarra D, Zibil S, Laborde D. 2004b. Monitoreo de vacas de parición de otoño en sistemas comerciales: 1. Resultados productivos. 27 Congreso de la Asociación Argentina de Producción Animal, Tandil, 2004. Anales/Proceedings: Revista Argentina de Producción Animal, 24 Editorial: Revista Argentina de Producción Animal, Mar del Plata.
- Chilibroste P. 2002 Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño – invernal. XXV Jornadas Uruguayas de Buiatría. 0-21.
- Chilliard Y. 1999. Metabolic adaptations and nutrient partitioning in the lactating animal. Pages 503-552 in *Biology of Lactation*. J. Martinet, L. M. Houdebine, and H. H. Head, ed. INRA Éditions, Paris, France.
- Coulon JB, Hour PD, Garel JP, Petit M. 1994. Level and pattern of winter concentrate allocation in dairy cows: Results in first lactation cows. *Anim. Sci.* 59:11-20

- Daros RR, Weary DM, Von Keyserlingk MAG. 2022. Invited review: Risk factors for transition period disease in intensive grazing and housed dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 105(6), 4734-4748. doi: 10.3168/jds.2021-20649.
- Delaby L, Faverdin P, Michel G, Disenhaus C, Peyraud JL. 2009. Effect of different feeding strategies on lactation performance of Holstein and Normande dairy cows. *Animal*, 3(6), 891-905. doi: 10.1017/S1751731109004212.
- Dervishi E, Zhang G, Mandal R, Wishart DS, Ametaj BN. 2018. Targeted metabolomics: New insights into pathobiology of retained placenta in dairy cows and potential risk biomarkers. *Animal*, 12(5), 1050-1059. doi: 10.1017/S1751731117002506.
- Drackley JK. 1999. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *Journal of Dairy Science*, 82(11), 2259-2273. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(99)75474-3.
- Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farver T, Webster G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 72(1), 68-78. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(89)79081-0.
- Salado E, Maciel G, Bretschneider G, Cuatrin A, Gagliostro A. 2020. Productive response and reproductive performance of dairy cows subjected to different feeding systems. *Open Journal of Animal Sciences*, 10(01), 10-32. doi: 10.4236/ojas.2020.101002.
- Fajardo M, Mattiauda DA, Motta G, Genro TC, Meikle A, Carriquiry M, Chilibroste P. 2015. Use of mixed rations with different access time to pastureland on productive responses of early lactation Holstein cows. *Livestock Science*, 181, 51-57. doi: 10.1016/j.livsci.2015.09.023.
- Grille L, Adrien ML, Olmos M, Chilibroste P, Damián JP. 2019. Diet change from a system combining total mixed ration and pasture to confinement system (total mixed ration) on milk production and composition, blood biochemistry and behavior of dairy cows. *Anim Sci J*. 2019;00:1–11. doi:10.1111/asj.13288.

- Tapki I, Şahin A. 2006. Comparison of the thermoregulatory behaviours of low and high producing dairy cows in a hot environment. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 99, 1-11. doi: 10.1016/j.applanim.2005.10.003.
- Fariña SR, Chilibroste P. 2019. Opportunities and challenges for the growth of milk production from pasture: the case of farm systems in Uruguay. *Agricultural Systems*, 176, 102631. doi: 10.1016/j.agsy.2019.05.001.
- Friggens N, Emmans GC, Robertson S, Chamberlain DG, Whittemore CT, Oldham JD. 1995. The lactational responses of dairy cows to amount of feed and to the source of carbohydrate energy. *Journal of Dairy Science*, 78(8), 1734-1744. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(95)76799-6.
- Gagliostro GA, Quilaguy-Ayure GA, Antonacci LE, Cangiano CA. 2018. Effects of partial mixed rations on production, composition and nutritional value of milk in lactating dairy cows in temperate region of Argentina. *Agricultural Sciences*, 09(07), 852-872. doi: 10.4236/as.2018.97059.
- Gaillard C, Friggens NC, Taghipoor M, Weisbjerg MR, Lehmann JO, Sehested, J. (2016). Effects of an individual weight-adjusted feeding strategy in early lactation on milk production of Holstein cows during extended lactation. *Journal of Dairy Science*, 99(3), 2221-2236. doi: 10.3168/jds.2015-10359.
- Ganche E, Delaby L, O'Donovan M, Boland TM, Kennedy E. (2014). Short-term response in milk production, dry matter intake, and grazing behavior of dairy cows to changes in postgrazing sward height. *Journal of Dairy Science*, 97(5), 3028-3041. doi: 10.3168/jds.2013-7475.
- González M, Svidirenko L. 2023. Adaptación de vacas lecheras primíparas y multíparas al pastoreo durante lactancia temprana en sistemas intensivos de producción de leche. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 55 p.
- Grant RJ, Albright JL. 1995. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. *Journal of Animal Science*, 73(9), 2791. doi: 10.2527/1995.7392791x.
- Grummer RR, Hoffman PC, Luck ML, Bertics SJ. 1995. Effect of prepartum and postpartum dietary energy on growth and lactation of primiparous Cows.

Journal of Dairy Science, 78(1), 172-180. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(95)76627-9.

Hartwiger J, Schären M, Gerhards U, Hüther L, Frahm J, Von Soosten D, Klüß J, Bachmann M, Zeyner A, Meyer U, Isselstein J, Breves G, Dänicke S. 2018a. Effects of a change from an indoor-based total mixed ration to a rotational pasture system combined with a moderate concentrate feed supply on the health and performance of dairy cows. *Animals*, 8(10), 169. doi: 10.3390/ani8100169.

Hartwiger J, Schären M, Gerhards U, Hüther L, Frahm J, Von Soosten D, Klüß J, Bachmann M, Zeyner A, Meyer U, Isselstein J, Breves G, Dänicke S. 2018b. Effects of a change from an indoor-based total mixed ration to a rotational pasture system combined with a moderate concentrate feed supply on the health and performance of dairy cows. *Animals*, 8(10), 169. doi: 10.3390/ani8100169.

Haydock K, Shaw N. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 15(76), 663. doi: 10.1071/EA9750663.

International Farm Comparison Network. 2018 Dairy Outlook 2030. Accessed July 27, 2022. [https://ifcndairy.org/wp-content/uploads/2018/06/IFCN-Dairy-Outlook-2030- Brochure.pdf](https://ifcndairy.org/wp-content/uploads/2018/06/IFCN-Dairy-Outlook-2030-Brochure.pdf).

INUMET (Instituto Uruguayo de Meteorología). Estadísticas climatológicas. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 10 octubre. 2022. Disponible en <https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/tablas-estadisticas>

Jasinsky A, Mattiauda DA, Ceriani M, Casal A, Carriquiry M. 2019. Heat production and body composition of primiparous Holstein cows with or without grazing pastures in early lactation. *Livestock Science*, 225, 1-7. doi: 10.1016/j.livsci.2019.04.017.

Jørgensen CH, Spörndly R, Bertilsson J, Østergaard S. 2016. Invited review: carryover effects of early lactation feeding on total lactation performance in



- dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(5), 3241-3249. doi: 10.3168/jds.2014-9043.
- Kennedy E, Lewis E, Murphy JP, Galvin N, O'Donovan M. 2015. Production parameters of autumn-calving cows offered either a total mixed ration or grazed grass plus concentrate during early lactation. *Journal of Dairy Science*, 98(11), 7917-7929. doi: 10.3168/jds.2014-8945.
- Kennedy E, O'Donovan M, O'Mara FP, Murphy, JP, Delaby L. 2007. The effect of early-lactation feeding strategy on the lactation performance of spring-calving dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 90(6), 3060-3070. doi: 10.3168/jds.2006-579.
- Kolver ES. 2003. Nutritional limitations to increased production on pasture-based systems. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62(2), 291-300. doi: 10.1079/PNS2002200.
- Kolver ES, Muller LD. 1998. Performance and nutrient intake of high producing holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*, 81(5), 1403-1411. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(98)75704-2.
- McEvoy M, Kennedy E, Murphy JP, Boland TM, Delaby L, O'Donovan M. 2008. The effect of herbage allowance and concentrate supplementation on milk production performance and dry matter intake of spring-calving dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 91(3), 1258-1269. doi: 10.3168/jds.2007-0710.
- Mee J, Boyle L. 2020. Assessing whether dairy cow welfare is “better” in pasture-based than in confinement-based management systems. *New Zealand Veterinary Journal*, 68(3), 168-177. doi: 10.1080/00480169.2020.1721034.
- Meikle A, Brun VD, Carriquiry M, Soca P, Sosa C, Adrien MDL, Chilibroste P, Abecia JA. 2018. Influences of nutrition and metabolism on reproduction of the female ruminant. *Animal Reproduction*, 15(Suppl. 1), 899-911. doi: 10.21451/1984-3143-AR2018-0017.
- Meikle A, Cavestany D, Carriquiry M, Adrien ML, Artegoitia V, Pereira I, Rupprechter G, Pessina P, Rama G, Fernández A, Breijo M, Laborde D, Pritsch O, Ramos JM, de Torres E, Nicolini P, Mendoza A., Dutour J.,

- Fajardo M, Astessiano AL, Olazábal L, Mattiauda D, Chilibroste P. 2013. Avances en el conocimiento de la vaca lechera durante el período de transición en Uruguay: un enfoque multidisciplinario. *Agrociencia* 17, 141-152.
- Meikle A, Adrien MDL, Mattiauda DA, Chilibroste P. 2013. Effect of sward condition on metabolic endocrinology during the early postpartum period in primiparous grazing dairy cows and its association with productive and reproductive performance. *Animal Feed Science and Technology*, 186(3-4), 139-147. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2013.10.003.
- Meikle A, Kulcsar M, Chilliard Y, Febel H, Delavaud C, Cavestany D, Chilibroste P. 2004. Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow. *Reproduction*, 127(6), 727-737. doi: 10.1530/rep.1.00080.
- Méndez MN, Grille L, Mendina GR, Robinson PH, Adrien MDL, Meikle A, Chilibroste P. 2023. Performance of autumn and spring calving holstein dairy cows with different levels of environmental exposure and feeding strategies. *Animals*, 13(7), 1211. doi: 10.3390/ani13071211.
- Mendoza A, Cajarville C, Repetto JL. 2016. Short communication: Intake, milk production, and milk fatty acid profile of dairy cows fed diets combining fresh forage with a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*, 99(3), 1938-1944. doi: 10.3168/jds.2015-10257.
- Nørgaard J, Sørensen A, Sørensen MT, Andersen JB, Sejrsen K. 2005. Mammary cell turnover and enzyme activity in dairy cows: effects of milking frequency and diet energy density. *Journal of Dairy Science*, 88(3), 975-982. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72765-X.
- National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7<sup>th</sup> rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington DC.
- O'Neill BF, Deighton MH, O'Loughlin BM, Mulligan FJ, Boland TM, O'Donovan M, Lewis E. 2011. Effects of a perennial ryegrass diet or total mixed ration diet offered to spring-calving Holstein-Friesian dairy cows on methane

- emissions, dry matter intake, and milk production. *Journal of Dairy Science*, 94(4), 1941-1951. doi:10.3168/jds.2010-3361.
- Phillips C (Ed.). 2002. *Cattle behaviour and welfare*. Oxford: Blackwell Science Ltd. (2<sup>nd</sup> edition). 247 p
- Pomiés N. 2014. *Combinación de diferentes niveles de forraje fresco y ración totalmente mezclada en dietas de vacas lecheras: efecto sobre el aprovechamiento digestivo*. Tesis MSc. Montevideo, Uruguay. Facultad de Veterinaria. 46 p.
- Roche JR. 2007. Milk production responses to pre- and postcalving dry matter intake in grazing dairy cows. *Livestock Science*, 110(1-2), 12-24. doi: 10.1016/j.livsci.2006.08.016.
- Roche JR, Kay JK, Rius AG, Grala TM, Sheahan AJ, White HM, Phyn CVC. 2013. Short communication: Immediate and deferred milk production responses to concentrate supplements in cows grazing fresh pasture. *Journal of Dairy Science*, 96(4), 2544-2550. doi: 10.3168/jds.2012-4626.
- Schären M, Jostmeier S, Ruesink S, Hüther L, Frahm J, Bulang M, Meyer U, Rehage J, Isselstein J, Breves G, Dänicke S. 2016. The effects of a ration change from a total mixed ration to pasture on health and production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(2), 1183-1200. doi: 10.3168/jds.2015-9873.
- Schären M, Seyfang GM, Steingass H, Dieho K, Dijkstra J, Hüther L, Frahm J, Beineke A, Von Soosten D, Meyer U, Breves G, Dänicke S. 2016. The effects of a ration change from a total mixed ration to pasture on rumen fermentation, volatile fatty acid absorption characteristics, and morphology of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(5), 3549-3565. doi: 10.3168/jds.2015-10450.
- Sepúlveda-Varas P, Wittwer Menge F. 2017. *Periodo de transición: importancia en la salud y bienestar en vacas lecheras*. ISBN: 978-956-390-030-9
- Soriano FD, Polan CE, Miller CN. 2001. Supplementing pasture to lactating holsteins fed a total mixed ration diet. *Journal of Dairy Science*, 84(11), 2460-2468. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(01)74696-6.

- Spaans OK, Kuhn-Sherlock B, Hickey A, Crookenden MA, Heiser A, Burke CR, Phyn CVC, Roche JR. 2022. Temporal profiles describing markers of inflammation and metabolism during the transition period of pasture-based, seasonal-calving dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 105(3), 2669-2698. doi: 10.3168/jds.2021-20883.
- Sutton JD. 1989. Altering milk composition by feeding. *Journal of Dairy Science*, 72(10), 2801-2814. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(89)79426-1.
- Vibart RE, Fellner V, Burns JC, Huntington GB, Green JT. 2008. Performance of lactating dairy cows fed varying levels of total mixed ration and pasture. *Journal of Dairy Research*, 75(4), 471-480. doi: 10.1017/S0022029908003361.
- Wathes DC, Cheng Z, Bourne N, Taylor VJ, Coffey MP, Brotherstone S. 2007. Differences between primiparous and multiparous dairy cows in the inter-relationships between metabolic traits, milk yield and body condition score in the periparturient period. *Domestic Animal Endocrinology*, 33(2), 203-225. doi: 10.1016/j.domaniend.2006.05.004.
- White SL, Benson GA, Washburn SP, Green JT. 2002. Milk Production and economic measures in confinement or pasture systems using seasonally calved holstein and jersey cows. *Journal of Dairy Science*, 85(1), 95-104. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74057-5.
- Wu Z, Kanneganti VR, Massingill LJ, Wiltbank MC, Walgenbach RP, Satter LD. 2001. Milk production of fall-calving dairy cows during summer grazing of grass or grass-clover pasture. *Journal of Dairy Science*, 84(5), 1166-1173. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(01)74577-8.

## **7. ANEXOS**

### **7.1. IMAGEN DEL GALPÓN CON SISTEMA COMPOST BARN (A), VACAS ECHADAS EN LA CAMA DE COMPOST (B), VACAS ALIMENTÁNDOSE DE FORMA COLECTIVA (C)**



### **7.2. IMAGEN DE LA PLAZA DE ALIMENTACIÓN CON COMEDEROS DE NYLON.**



### 7.3. ADAPTATION OF FRESH LACTATING DAIRY COWS TO GRAZING

Hopkins, A., & Elgersma, A. (2022). Grassland at the heart of circular and sustainable food systems. *Grass and Forage Science*, 77(4), 233-234.

<https://doi.org/10.1111/gfs.12599>

Publicado en: <https://www.europeangrassland.org/en/infos/printed-matter/proceedings.html>

Rivoir C<sup>1</sup>. Adrien L<sup>2</sup>. Mattiauda D. A<sup>1</sup>. Klaus R<sup>2</sup>. Menegazzi G<sup>1</sup>. Chilibroste P<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía EEMAC, Paysandú, Uruguay, route 3 km 363.

<sup>2</sup>Facultad de Veterinaria EEMAC, Paysandú, Uruguay.

#### Abstract

An experiment was carried out to study the productive performance and grazing behavioral adaptation of multiparous and primiparous dairy cows exposed to different feeding strategies during the first 21 days postpartum. Two treatments were compared: T21 (N = 15) where cows were fed in a compost barn a TMR diet ad-libitum during the first 21 DIM and T0 (N=15) where cows started grazing the day after calving and were fed a TMR ( $13.6 \pm 1.7$  kg DM cow<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) after pm milking. At day 22 the T21 cows were moved to T0 treatment till 60 DIM. During the first 21 DIM milk production was higher for T21 than T0 (30.5 vs 27.7 kg cow<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>;  $P < 0.01$ ) and for multiparous than primiparous cows (+ 7.2 kg). Actual grazing time was higher for T21 than T0 during 22 to 60 days postpartum (281 vs. 257 min<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>;  $P < 0.0;1$ ) without difference in rumination time ( $164.4 \pm 4.1$  min<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>). Changes in feeding management during the first 21 DIM had an impact on production and behavioural adaptation of multiparous dairy cows during grazing.

**Keywords:** fresh dairy cow, adaptation to grazing, feeding strategy

#### Introduction

Intensification of dairy production systems in Uruguay has involved the implementation of strategies that incorporate confinement with TMR either in dry lots or in low cost barns. Despite the positive potential impact of these strategies on cows productivity, there is also an increased concern on animal welfare (Chilibroste 2021). Grazing systems are perceived to offer greater freedom for natural behavior when compared to confinement systems (Arnott *et al.* 2016). The main objective of this research is to study the productive performance and behavioral adaptation of dairy cows after a period of differential feeding management during the first 21 days postpartum.

#### Materials and methods

The experiment was performed according to the protocol approved by the Animal Experimentation Committee (CHEA) of the Universidad de la República (UdelaR,

Uruguay). It was carried out at the Research Station “Dr. Mario A. Cassinoni” of the School of Agronomy (Paysandú, Uruguay). After calving, 30 Holstein dairy cows blocked by parity, body weight, body condition score and due calving date, were randomly distributed between two treatments: T21 (N = 15; 5 primiparous and 10 multiparous): cows were fed a TMR diet ad-libitum ( $25.9 \pm 1.5$  kg DM cow<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) during the first 21 DIM in a compost barn and T0 (N = 15: 5 primiparous y 10 multiparous): cows started grazing the day after calving. The cows accessed the grazing paddocks between am and pm milking (8 hours) and were supplemented ( $13.6 \pm 1.7$  kg DM cow<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) after pm milking. At day 22 the T21 cows were moved to T0 treatment till 60 DIM. All cows were equipped with Boumatic devices fixed on a collar and placed around the cow neck. The Boumatic collars are being successfully validated for our production systems (Fast, 2021. *unpublished results*).

The TMR diet offered to the T21 cows was composed, on a DM basis (g kg<sup>-1</sup>), of corn silage (366), moha hay (62), corn grain (220), soybean meal (97), canola meal (73.2), sunflower meal (52), soybean hulls (97), vitamin and minerals (29). The feeding of grazing treatments consisted of direct grazing and supplementation with TMR (13 kg DM cow<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>). Both treatments grazed a mixture of grasses and legumes in a 7-d rotational system with a mean herbage allowance above the ground level of  $24 \pm 4.5$  kg DM cow<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>, and  $2142 \pm 638$  and  $1156 \pm 361$  of herbage mass pre and post grazing (kg DM ha<sup>-1</sup>), respectively.

Data were analyzed as a complete randomized block design using the SAS System program (SAS® University Edition, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). The model includes effect of treatments (n = 2), parity (n = 2), grazing week (n = 6) and the interactions between effects. The chemical composition of TMR for T0 and T21 and pasture were 341, 353 and 461 g kg<sup>-1</sup> for NDF, 138, 131 and 189 g kg<sup>-1</sup> for CP and 572, 560 and 228 g kg<sup>-1</sup> for DM, respectively.

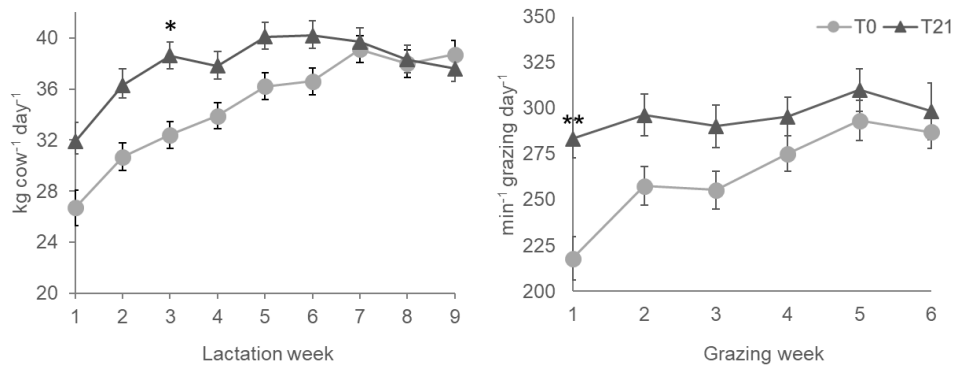
## Results and discussion

During the first 3 weeks of differential feeding management, milk production of T21 cows was higher than T0 cows ( $30.5$  vs.  $27.7$  kg cow<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>,  $P = 0.02$ ). The average milk yield produced during the first 21 DIM was significantly higher for the multiparous than the primiparous cows (+ 7.2 kg;  $P < .0001$ ). After the differential management, T21 cows maintained numerally higher values of milk production, with a residual effect in the next 3 weeks (+3.8 kg;  $P = 0.08$ ) for multiparous (Figure 1) but was not detected a residual effect for primiparous cows ( $P > 0.1$ ). The differences found between T21 and T0 were in line with national antecedents (Fajardo et al., 2015) that compared grazing cows + TMR vs full TMR with dairy cows during the first 60 DIM.

The daily access time to the grazing paddocks was on average  $569 \pm 56$  minutes per day and the mean grazing time (GT) was 9% higher in T21 than T0 ( $281$  vs.  $257$  min<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>,  $P < 0.01$ ). Rumination time during the grazing session was not different between treatments ( $164.4 \pm 4.1$  min<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>). These differences might be related to the higher milk production (and surely higher DMI) of T21 cow during the first 21 DIM as well as changes in grazing strategies and ultimately selectivity (Chilibroste et al.,

2015; Menegazzi et al., 2021). A similar pattern was observed for parity where multiparous cows spent more time grazing (8%) than primiparous cows (279 vs. 259 min<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>,  $P < 0.01$ ). This reflects the difficulty of primiparous cows to adapt to graze in early lactation as previously described by Chilibröste et al (2012).

Figure 1. Milk production and grazing time of multiparous according treatments (\*;  $P < 0.05$ ; \*\*\*  $P < 0.01$ )



## Conclusion

Changes in feeding strategy during the first 21 DIM positively impacted on productivity and grazing ingestive behaviour of dairy cows. The impact was different according to parity with multiparous cows exhibiting a higher direct and residual effect on milk production than primiparous cows. Further research is required for a more comprehensive understanding of the adaptation of dairy cows to grazing during the first weeks in milk.

## Acknowledgements

The authors thank the National Cooperative of Milk Producers (Conaprole) and Prolesa for supporting the experiment.

## References

- Arnott, G., Ferris, C. P., & O'Connell, N. E. (2016). Review: welfare of dairy cows in continuously housed and pasture-based production systems. *Animal*, *11*(02), 261–273. doi:10.1017/s1751731116001336
- Chilibröste P. A major challenge for the Uruguayan dairy industry: sustainable growth. *Agrociencia Uruguay* [Internet]. 2021;25(2): e970. Available from: <http://agrocienciauruguay.uy/ojs/index.php/agrociencia/article/view/970>.
- Chilibröste, P., Gibb, M. J., Soca, P., and Mattiauda, D. A. (2015). Behavioural adaptation of grazing dairy cows to changes in feeding management: do they follow a predictable pattern? *Anim. Prod. Sci.* *55*, 328–338. doi: 10.1071/AN14484
- Chilibröste P., Mattiauda D.A., Bentancur O., Soca P., Meikle A. (2012). Effect of herbage allowance on grazing behavior and productive performance of early lactation primiparous Holstein cows. *Animal Feed Science and Technology* *173*, 201–209
- Fajardo, M., Mattiauda, D.A., Motta, G., Genro, T.C., Meikle, A., Carriquiry, M. and Chilibröste, P. (2015) Use of Mixed Rations with Different Access Time to Pastureland on Productive Responses of Early Lactation Holstein Cows. *Livestock Science*, *181*, 51-57. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.09.023>



Menegazzi G, Giles PY, Oborsky M, Fast O, Mattiauda DA, Genro TCM and Chilibroste P (2021) Effect of Post Grazing Sward Height on Ingestive Behavior, Dry Matter Intake, and Milk Production of Holstein Dairy Cows. *Front. Anim. Sci.* 2:742685. doi: 10.3389/fanim.2021.742685

#### 7.4. COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN PROMEDIO DE LAS CALIBRACIONES (R<sup>2</sup>)

Experimento	Otoño		Primavera	
	Entrada	Salida	T0	T0 y T21
Festuca	0,94	0,82	0,90	0,88
Alfalfa + Dactylis	0,89	0,78	0,92	0,89
Avena	0,95	0,91	0,88	0,94
Rg + Ach + Tr	-	-	0,94	0,87
Alfalfa	-	-	0,91	0,86