



Sistemas de alimentación combinando pastura y ración totalmente mezclada: respuesta productiva y comportamiento reproductivo de vacas lecheras.

Salado, E.E., Maciel, M., Bretschneider, G., Cuatrin, A. y Castignani, H. INTA EEA Rafaela.

Introducción

La competencia de la agricultura por el uso de la tierra y su consecuente aumento de valor ha generado interrogantes sobre la continuidad de los sistemas ganaderos con alternativas de dedicarse a la actividad agrícola, convertirse a sistemas mixtos o implementar estrategias que permitan aumentar la producción y ser más eficientes en el uso de la tierra. Este contexto generó una demanda creciente de información sobre sistemas de alimentación intensificados, que incluyan estrategias de confinamiento parcial o completo en reemplazo del pastoreo.

Los sistemas de producción de leche parecen tender a la intensificación con distintas variantes. Una de ellas consiste en la estabulación completa y el reemplazo total del pastoreo por raciones equilibradas llamadas raciones totalmente mezcladas (TMR, por sus siglas en inglés). Entre las principales ventajas atribuidas a este sistema de alimentación se destacan la de permitir la expresión del potencial de producción de leche en vacas de alto mérito genético, pero como contrapartida, los costos de producción suelen ser altos, principalmente de alimentación y mano de obra, los cuales representan en conjunto más del 50% de los mismos (Short, 2004). Otra alternativa a la intensificación es la combinación de TMR y pastoreo, lo cual se conoce como raciones parcialmente mezcladas (PMR, por sus siglas en inglés) debido a que la pastura no es una parte física dentro de las TMR. Este sistema de alimentación semiconfinado podría ser una alternativa útil para los productores lecheros que evalúan la transición hacia la adopción de sistemas confinados. El uso de la pastura como parte de la dieta reduciría los costos de las TMR y mejoraría la salud (pietín y mastitis) del rodeo (Soriano, Polan y Miller, 2001).

Estudios conducidos en EEUU comparando sistemas confinados vs. pastoriles (con o sin suplementación) mostraron consistentemente reducciones en el consumo de materia seca (MS), en la producción de leche, en el peso vivo (PV) y en la nota de condición corporal (CC) para los sistemas basados en pasturas (Vibart y col., 2012), sin efectos significativos sobre la eficiencia reproductiva (Washburn y col., 2002). Sin embargo, la mayoría han sido de corta duración. Pocos estudios comparativos de largo plazo o de lactancia completa han sido conducidos en el extranjero (White y col., 2002; Fontaneli y col., 2005) y ninguno en el país.



El ensayo

En el presente artículo se presentan resultados obtenidos a partir de un ensayo realizado en el tambo experimental de la EEA Rafaela del INTA, cuyo objetivo fue evaluar los efectos de dos sistemas de alimentación (confinado vs. pastoril con suplementación) sobre la respuesta productiva y el desempeño reproductivo de vacas lecheras en un ensayo de larga duración. Adicionalmente, se evaluó la viabilidad económica de los 2 sistemas utilizando indicadores simples.

Se utilizaron 50 vacas Holando Argentino de parición otoñal ($34,3 \pm 4,4$ kg leche, $586,6 \pm 59,4$ kg PV y $52,6 \pm 16,4$ días de lactancia al inicio) en un ensayo de 27 semanas. Durante las 3 semanas previas las vacas recibieron la dieta control (100% TMR) y luego fueron asignadas aleatoriamente en partes iguales a uno de 2 tratamientos (sistemas de alimentación): **Sistema confinado:** 100% TMR sin acceso a pastura (**TMR_100**) y **Sistema pastoril con suplementación:** 75% TMR + 25% verdeo de avena (Av) durante otoño-invierno (**PMR_75**) y pastura de alfalfa (Al) + concentrado ($7,0 \text{ kg cab}^{-1} \text{ día}^{-1}$) durante la primavera (**P+C**). El Sistema pastoril con suplementación se definió en base a los resultados de ensayos previos realizados por el grupo de trabajo, cuyo objetivo fue generar estrategias de suplementación para sistemas pastoriles mejorados ajustadas por tipo de suplemento (concentrado o TMR) según época del año (primavera u otoño-invierno) a fines de mejorar la respuesta productiva del rodeo (Salado y col., 2011; Salado y col., 2012).

Para el suministro de la TMR las vacas se alojaron en un corral seco con piso consolidado con suelo cal (dry-lot). La ración fue distribuida en dos ofertas diarias a las 6:00h y 16:00h: 50%/50% y 80%/20%, para TMR_100 y PMR_75, respectivamente. Las vacas del grupo PMR_75 permanecieron en el corral de alimentación hasta que finalizaron el consumo de la cantidad preestablecida de TMR (12 h/día) y luego fueron conducidas a la parcela de pastoreo. La ración del grupo TMR_100 fue ajustada en función de los requerimientos al comienzo de la segunda mitad de la lactancia. Se determinó para el Sistema 2 una asignación de pastura (Av y Al) no limitante del consumo. El remanente de pastura dejado por el "rodeo ensayo" fue aprovechado con otro rodeo.

La TMR de otoño-invierno (51,1% MS, 17,7% proteína bruta - PB, 35,4% fibra detergente neutro - FDN y 70,3% digestibilidad *in vitro* de la MS - DIVMS) estuvo compuesta (% MS) por silaje de maíz planta entera (37,1%), concentrado pelletizado (19,2%), grano de maíz molido (5,3%), pellet de soja (9,7%), semilla de algodón (6,7%), poroto de soja (8,1%) y heno de alfalfa (14,0%). La TMR de primavera (49,4% MS, 16,4% PB, 37,8% FDN y 71,5% DIVMS) estuvo compuesta (% MS) por silaje de maíz planta entera (42,6%), concentrado pelletizado (16,1%), grano de maíz molido (6,0%), pellet de soja (8,8%), semilla de algodón (5,2%), poroto de soja (2,6%) y heno de alfalfa (18,7%). La mitad del concentrado (90,0% MS, 18,3% PB, 18,4% FDN y 88,5% DIVMS) ofrecido a cada

tratamiento se suministró con la TMR y la mitad restante en la sala de ordeño. La composición química de Av y Al (promedio±desvío estándar) fue 19,6±1,6% y 22,4±1,5% MS, 22,0±2,6% y 26,8±2,8% PB, 50,7±5,3% y 40,6±4,2% FDN, 82,7±1,8% y 76,0±3,5% DIVMS, respectivamente.

El rodeo experimental fue inseminado a tiempo fijo al inicio de la temporada de servicio (Mayo-Julio) y posteriormente, en el retorno, con detección de celo. El diagnóstico de gestación se realizó a través de ultrasonografía transrectal a los 30 y 60 días de comenzado el servicio.

Resultados y Discusión

Los resultados se analizaron considerando 2 períodos: otoño-invierno (**Período I**) y primavera (**Período II**). En el Cuadro 1 se observa que la mayoría de las variables de producción y composición de leche analizadas resultaron significativamente mayores en TMR_100 para los dos períodos, excepto el tenor de grasa durante el Período I que resultó similar entre tratamientos. A su vez, el consumo de MS (CMS) total resultó significativamente mayor en TMR_100, mientras que la eficiencia de conversión (EC, kg Leche kg MS⁻¹) resultó similar entre tratamientos para el Período I y mayor en P+C para el Período II.

Cuadro 1: Producción y composición de leche, consumo de MS y eficiencia de conversión según períodos y tratamientos.

Variable	Período I		Probabilidad Tratamiento ¹	Período II		Probabilidad Tratamiento ¹
	TMR_100	PMR_75		TMR_100	P+C	
Leche, kg d ⁻¹	33,7	32,3	***	28,8	27,8	***
LGC4%, kg d ⁻¹	33,4	31,6	***	28,3	25,1	***
Grasa, kg d ⁻¹	1,33	1,24	**	1,10	0,92	***
Grasa, %	3,95	3,84	NS	3,87	3,30	***
Proteína, kg d ⁻¹	1,19	1,13	**	0,99	0,93	***
Proteína, %	3,53	3,47	**	3,42	3,31	***
Lactosa, %	5,04	4,99	***	4,95	4,88	***
CMS, kg día ⁻¹						
TMR	22,4	15,9		21,1	-	
Concentrado	4,4	3,3		3,4	6,3	
Avena, verdeo	-	6,4		-	-	
Alfalfa, pastura	-	-		-	15,8	
Total	26,8	25,6	***	24,5	22,1	***
EC						
kg Leche kg MS ⁻¹	1,26	1,27	NS	1,18	1,26	**
Kg LGC4% kg MS ⁻¹	1,24	1,24	NS	1,15	1,14	NS



¹Efecto tratamiento: *** (altamente significativo, $p < 0,01$), ** (significativo, $0,01 < p < 0,05$), * (tendencia, $0,05 < p < 0,1$) y NS (no significativo, $p > 0,1$). LGC4%= leche grasa corregida al 4%.

Estos resultados sugieren que los efectos favorables del Sistema confinado sobre la producción de leche estarían asociados a un mayor CMS. En este sentido, Kolver (2003) indicó que en vacas de alto mérito genético el 61% de la diferencia en producción entre un sistema puramente pastoril y uno confinado con suministro de TMR se explicaría por el mayor CMS de la TMR, mientras que la caminata y actividad de pastoreo y la eliminación de urea explicarían sólo el 24% y el 12%, respectivamente. En línea con lo expresado, a partir de una revisión bibliográfica, nosotros demostramos que a medida que aumenta la complejidad del sistema de alimentación (pastoreo + concentrado energético < semiconfinado [pastoreo + TMR] < confinado [TMR]) aumenta la producción de leche a expensas de un mayor CMS. Como consecuencia, la EC es pobremente modificada. Con respecto a los otros dos sistemas de alimentación, el sistema confinado [TMR] mejoró la EC en un rango del 5 al 10%. Esta información está disponible en la Cartilla técnica N°8 (2010) de la EEA Rafaela (<http://inta.gob.ar/documentos/ficha-tecnica-8-sistemasconfinados-vs-pastoriles/>).

El tratamiento TMR₁₀₀ incrementó la Δ PV y CC (Cuadro 2), sin efectos significativos sobre los niveles circulantes de AGNE (parámetro indicador de lipomovilización). La pérdida de PV de las vacas del tratamiento P+C durante el Período II, estaría indicando movilización endógena de energía para sostener la producción de leche y contribuiría a explicar la mayor EC (kg Leche kg MS⁻¹) observada en este tratamiento.

Cuadro 2 : Variación (Δ) PV, CC y metabolitos plasmáticos según períodos y tratamientos.

Variable	Período I		Probabilidad Tratamiento ¹	Período II		Probabilidad Tratamiento ¹
	TMR_100	PMR_75		TMR_100	P+C	
Δ PV (kg/día)	0,694	0,336	***	0,437	-0,014	***
Δ CC	0,07	0,03	NS	0,11	0,05	***
AGNE (μ Eq l ⁻¹)	159,1	168,8	NS	125,5	140,1	NS

¹Efecto tratamiento: *** (altamente significativo, $p < 0,01$), ** (significativo, $0,01 < p < 0,05$), * (tendencia, $0,05 < p < 0,1$) y NS (no significativo, $p > 0,1$). AGNE= ácidos grasos no esterificados.

A pesar de los efectos positivos del Sistema confinado sobre la ganancia de PV y CC, los indicadores reproductivos evaluados resultaron similares entre tratamientos (Figura 1).

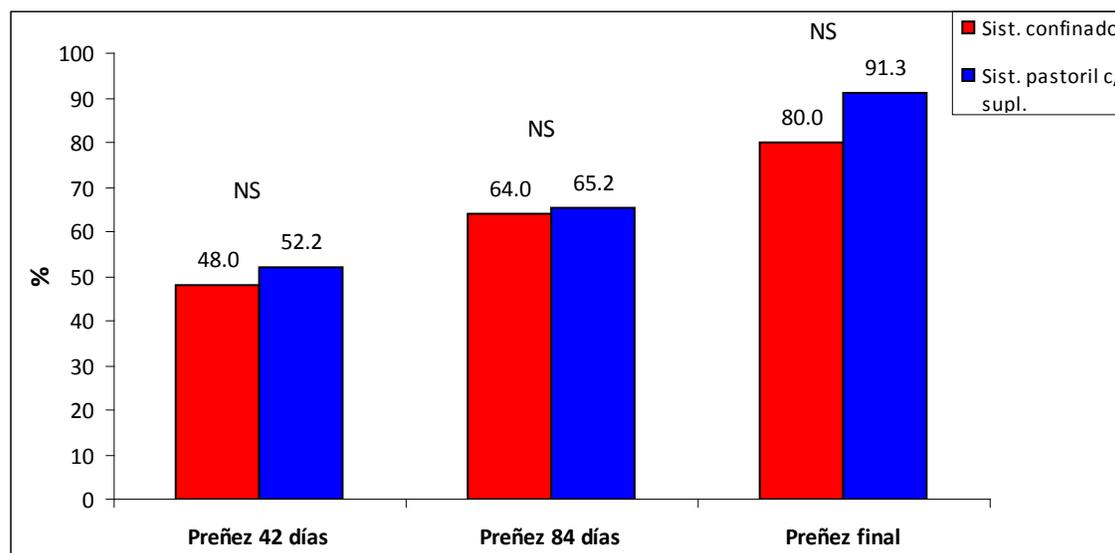


Figura 1: Desempeño reproductivo según tratamientos. NS: efecto tratamiento no significativo, ($p > 0,1$).

Estos resultados coinciden con los de Washburn y col. (2002), quienes evaluaron los efectos de dos sistemas de alimentación (pastoril con suplementación vs. confinado) sobre la respuesta productiva y el desempeño reproductivo de vacas lecheras, en un estudio de 4 años involucrando 282 vacas Holstein y 222 Jersey. En dicho estudio, las vacas en condiciones de pastoreo tuvieron menores notas de CC y PV que las confinadas, sin embargo el comportamiento reproductivo no difirió significativamente entre sistemas de alimentación, con porcentajes de preñez promedio en 75 días de servicio de 64,2% y 71,7% para los grupos confinado y en pastoreo, respectivamente.

La evaluación económica de los sistemas de alimentación estudiados se realizó utilizando como indicador el ingreso libre del costo de alimentación, expresado en litros leche vaca⁻¹ día⁻¹ (Litros libres de alimentación, Cuadro 3). Este es un indicador comúnmente utilizado (White y col., 2002), ya que incluye la fuente primaria de ingresos de una explotación lechera (venta de leche) y el principal componente del costo de producción (alimentación).

Cuadro 3: Evaluación económica según períodos y tratamientos.



¹Precio del litro de leche: \$3.00. ²Precios a Junio de 2014. Para el cálculo se consideró la MS ofrecida. En el caso del costo de la MS de pastura (Av y Alf) se consideró una eficiencia de cosecha de 70%. VO= vaca ordeño.

A pesar de los mayores ingresos del sistema confinado (+4,3%) con respecto al sistema pastoril con suplementación, los litros libres de alimentación resultaron inferiores (-2,7%), debido a los mayores costos de la ración (+ 27,8%). Vale aclarar que para el cálculo de los costos de la ración no se tuvieron en cuenta los gastos de suministro, que serían mayores en el sistema confinado.

Estos resultados coinciden con los de la bibliografía internacional que indica que el retorno económico de los sistemas basados en pasturas resultó mayor (Soriano y col., 2001; Tucker y col., 2001; White y col., 2002) o igual (Fontaneli y col., 2005) con respecto al de los tradicionales sistemas confinados basados en TMRs. Sólo en uno de los trabajos revisados (Tozer, Bargo y Muller, 2003), el ingreso neto del sistema confinado para vacas

Variable	Período I		Período II		Período total	
	TMR_100	PMR_75	TMR_100	P+C	Sist. confinado	Sist. pastoril con supl.
Ingresos leche (\$ VO ⁻¹ día ⁻¹) ¹	101,1	96,9	86,4	83,4	94,5	90,6
Costo ración (\$ VO ⁻¹ día ⁻¹) ²	29,2	25,4	22,8	15,0	26,2	20,5
Ingresos libres alimentación (%)	71,1	73,8	73,6	82,0	72,3	77,4
Litros libres alimentación	23,9	23,8	21,2	22,8	22,8	23,4

de alto mérito genético (45 kg leche día⁻¹ al inicio) resultó superior a pesar de presentar los mayores costos de producción. Sin embargo, el análisis de sensibilidad de los resultados mostró que en escenarios de bajo precio de la leche y alto costo del alimento (situaciones no poco frecuentes en nuestro país) el sistema pastoril con suplementación resultó más rentable que el confinado.

Por otro lado, Elbehri y Ford (1995), citados por Tozer y col. (2003), informaron que los sistemas con pastoreo intensivo serían más rentables que los sistemas confinados basados en TMRs, siempre que la producción de leche de los primeros sea hasta un 6% inferior con respecto a la del rodeo confinado. En el presente trabajo, la diferencia en producción de leche a favor del sistema confinado estuvo dentro del rango informado por estos autores y fue de 4,3% (31,5 vs. 30,2 kg/día).

Conclusiones:

En las condiciones del presente trabajo, el grupo de vacas bajo el sistema pastoril con suplementación produjo menos leche, tuvo menores costos de alimentación, más



litros libres de alimentación y similar comportamiento reproductivo comparado con el grupo confinado.

Aunque muchos factores contribuyen al éxito económico de una empresa lechera, los resultados de este estudio indican que el sistema pastoril con suplementación puede ser una alternativa económicamente competitiva comparada con el sistema confinado.

Por lo tanto, una estrategia de alimentación viable para vacas de parición otoñal en la cuenca lechera central sería utilizar una PMR (75% TMR + 25% pastura) durante otoño-invierno que permita sostener altas producciones de leche y luego en primavera, cuando las vacas están en etapas más avanzadas de lactancia, aprovechar los menores costos del pastoreo y utilizar las pasturas con una suplementación estratégica.

Finalmente, hay que tener en cuenta que para el confinamiento total de las vacas se requiere una elevada inversión en instalaciones (*dry lot, free-stall*), mientras que para un confinamiento parcial combinado con pastoreo sólo se requeriría una pista de alimentación (*feed-pad*) definida como un área de superficie dura diseñada únicamente para alimentación.

Referencias bibliográficas:

Bretschneider y Salado, 2010. INTA Proyecto Lechero, Ficha Técnica N° 8. <http://inta.gob.ar/documentos/ficha-tecnica-8-sistemasconfinados-vs-pastoriles/>; Fontaneli y col., 2005. J. Dairy Sci. 88:1264–1276; Kolver, 2003. Proc. Nutr. Soc. 62:291-300; Salado y col., 2011. Rev. Arg. Prod. Anim. 31 (supl. 1): 340; Salado y col., 2012. Rev. Arg. Prod. Anim. 32 (supl. 1): 177; Short, 2004. USDA Statistical Bulletin No. 974–6. 20 pp. ARMS of Milk Producers, USDA, ERS; Soriano, Polan y Miller, 2001. J. Dairy Sci. 84:2460–2468; Tozer, Bargo y Muller, 2003. J. Dairy Sci. 86: 808-818; Tucker, Rude y Wittayakun, 2001. Prof. Anim. Sci. 17:195–201; Vibart y col., 2012. J. Dairy Sci. 95:997-1010; Washburn y col., 2002. J. Dairy Sci. 85:105–111; White y col., 2002. J. Dairy Sci. 85:95–104.