

Interacción genotipo – nivel de alimentación en sistemas pastoriles de producción de leche

Cow genotype – feeding level interactions in pasture-based systems

Rossi, J.L.; Macdonald, K.A.¹; Holmes C.W.²

Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina

Email: JRossi@agro.uba.ar

¹ Dexcel Limited, Hamilton, Nueva Zelanda

² IVABS, Massey University, Palmerston North, Nueva Zelanda

Resumen

Se comparó la producción de tres genotipos de vacas Holstein-Friesian de diferente origen y mérito genético manejados en sistemas con diferente oferta de alimento por vaca. Se utilizaron dos genotipos modernos de alto mérito genético, uno originado en Nueva Zelanda bajo pastoreo (NZ90) y otro originado en el hemisferio norte bajo dietas totalmente mezcladas (NA90); además, se utilizó un tercer genotipo de bajo mérito genético y origen neocelandés (NZ70). El genotipo NZ90 presentó mayor adaptación a las condiciones pastoriles y niveles nutricionales utilizados (proporción de suplemento en la dieta inferior al 20 %), resultando en mayor producción de grasa butirosa y proteína durante la lactancia bajo el manejo aplicado.

Palabras clave: sistemas pastoriles, producción de leche, biotipo de vaca, alimentación

Abstract

Milk yield and composition was measured for cows of three different Holstein-Friesian genotypes managed in systems with different feed allowance. Two modern genotypes were high merit cows originated either in New Zealand on pasture (NZ90) or in the northern hemisphere with concentrate diets (NA90), a third genotype was a low merit originated in New Zealand, representing the genotype used in the early 70's (NZ70). The NZ90 genotype was better adapted to the pastoral conditions, management and level of nutrition utilized in the present experiment (supplement lower than 20% in all diets), and resulted in higher fat and protein yields during lactation.

Key words: pasture-based systems, milk production, cow genotype, feeding level

Introducción

Vacas de alto mérito genético tienen mayores requerimientos de energía y consumen más alimento (Buckley *et al.*, 2000), pero su capacidad productiva no se expresa con inadecuada nutrición (Mayne y Gordon, 1995). Cuando la oferta de alimento es limitada las diferencias productivas entre vacas de alto y bajo mérito genético serían de pequeña magnitud, entonces, las ventajas de utilizar animales más productivos desaparecen. Las interacciones genotipo – ambiente no son evidentes cuando la diferencia nutricional es baja pero la probabilidad de detectarlas aumentaría cuando las diferencias en mérito genético entre individuos son marcadas (Holmes, 1995); entonces, la producción de leche en animales de alto mérito genético estará limitada cuando el alimento es escaso pero aumentará si la oferta de alimento mejora, a una tasa mayor que en animales de bajo mérito genético. El objetivo de este trabajo fue comparar la producción de tres genotipos de vacas Holstein-Friesian de diferente origen y mérito genético manejados en sistemas donde la oferta de alimento fue diferente.

Materiales y Métodos

Este trabajo se realizó entre 2001-2004 en el tambo N° 2 de Dexcel, Hamilton, Nueva Zelanda (NZ), e involucró tres periodos productivos (junio-mayo) bajo pastoreo. Se comparó la productividad de sistemas estacionales de producción, con parición de fin de invierno. Estos sistemas combinaron tres genotipos (G) de la raza Holstein-Friesian con tres o cuatro niveles de alimentación (A). Dos genotipos fueron de alto mérito genético, representativos de biotipos modernos utilizados en NZ o en el hemisferio norte (NA) durante la década de 1990. El genotipo NZ moderno se originó por mejoramiento genético en sistemas bajo pastoreo con mínima suplementación (NZ90), mientras el genotipo NA a partir de vacas seleccionadas por producción de leche en dietas totalmente mezcladas (NA90). Además, se utilizaron vacas

de bajo merito genético que representaron el biotipo neocelandés utilizado en la década de 1970 (NZ70). Se compararon once sistemas, sin repeticiones, con 15 o 20 animales de dos años cada uno asignados al azar en junio 2001, balanceando por peso vivo, fecha de parto y condición corporal. Estos animales se mantuvieron en el mismo tratamiento durante todo el experimento. En junio de cada año aquellos animales no preñados fueron reemplazados por animales de dos años preñados. La oferta de alimento por vaca varió entre 4,5 y 7,0 t materia seca (MS) vaca⁻¹ año⁻¹ (Cuadro 1). Las vacas rotaron por los potreros asignados a cada sistema, se cambiaron diariamente de potrero luego del ordeño de la mañana y se suplementaron según el nivel previsto (Cuadro 1) Se estimó la biomasa forrajera en cada potrero mediante observaciones visuales calibradas semanalmente. Por diferencia entre biomasa antes y después del pastoreo se estimó el consumo de MS; por diferencia de las biomásas promedio en potreros no pastoreados se estimó la tasa de crecimiento entre observaciones. Se pesó la cantidad de suplemento ofrecido (MS) y se estimó el desperdicio ocurrido. Se recolectaron y analizaron muestras de pastura y suplemento (%MS y NIRS). Se registró semanalmente la producción de leche de cada vaca, además se determinó el contenido de grasa butirosa, proteína y lactosa de una muestra de leche de cada vaca. Se valoró el peso vivo y la condición corporal (escala 1-10) de cada animal. Los datos se analizaron utilizando el procedimiento de SAS para modelos mixtos no balanceados, con vaca o potrero como unidad experimental. Los G se compararon al nivel de A promedio y los niveles de A se compararon para el promedio de los G (Cuadro 1).

Resultados y Discusión

Oferta de pastura y consumo de alimento

El crecimiento de las pasturas no fue diferente entre G ni A (51 kg MS ha⁻¹ día⁻¹; 18,6 t MS ha⁻¹ año⁻¹), mayor en primavera (75 – 110 kg MS ha⁻¹ día⁻¹) y menor en invierno (5 – 20 kg MS ha⁻¹ día⁻¹). La calidad del forraje ofrecido fue similar entre tratamientos (2,7 Mcal kg⁻¹ MS en 2001-02 y 2002-03), levemente superior en 2003-04, mejorando en otoño – invierno y empeorando desde octubre en adelante. Las biomásas antes y después de cada pastoreo fueron similares entre G y entre niveles de A (3500 y 2100 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ en 2001-02; 3100 y 1900 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ en 2002-03 y 2003-04). La remoción de forraje fue 1400 kg MS ha⁻¹ en 2001-02 e inferior en los dos periodos siguientes (1230 kg MS ha⁻¹), decreció en verano (fin de lactancia) y fue máxima en invierno (vacas secas).

El nivel de alimentación planeado para cada sistema estuvo definido por la cantidad de suplemento ofrecido y la carga animal (Cuadro 1). Esto determinó diferencias de manejo entre sistemas. El crecimiento de las pasturas fue mayor al esperado y determinó mayor oferta de alimento que la planeada (9 % en NZ70 y NZ90, y 3 % en NA90; Cuadro 2), diferente entre G. Las diferencias fueron menores entre niveles de A (0,74 t MS t⁻¹ MS ofrecida según diseño experimental). La proporción del forraje ofrecido anual que fue consumido (PU) fue similar entre G y nivel de A. El menor consumo total de alimento se registró en NZ70 y el mayor en NA90 (4,68 y 5,33 t MS vaca⁻¹ año⁻¹), mejorando con el nivel de A (0,63 t MS t⁻¹MS planeada). Los valores de PU sugieren que NZ70 y NZ90 reemplazaron pastura por suplemento en mayor medida que NA90 (Linnane *et al.*, 2004). Se observó menor PU en sistemas con vacas de alto merito genético suplementadas al final de la lactancia. Estos genotipos habrían deprimido su producción en lactancia temprana por menor consumo de alimento (Kolver *et al.*, 2002). Esto coincide con las diferencias de peso vivo y condición corporal observadas entre tratamientos (datos no presentados, ver Macdonald *et al.*, 2006) afectando la producción en lactancia intermedia y tardía. La inclusión de suplemento mejora el consumo de alimento total y la producción pero afectó el consumo de pastura en NZ90 más que en NA90, sugiriendo que la estrategia de suplementación debería diferir entre genotipos.

Producción de leche y sólidos

La producción total de grasa butirosa y proteína (GP) por hectárea fue levemente mayor en NZ90, intermedia en NA90 y menor en NZ70 (1237; 1155 y 1088 kg GP ha⁻¹; Cuadro 2); y aumentó a razón de 91 kg GP ha⁻¹ t⁻¹MS de alimento ofrecido por vaca (67 kg GP ha⁻¹ t⁻¹MS planeado). La producción de GP por vaca presentó la misma tendencia (395; 377 y 333 kg GP vaca⁻¹ en NZ90, NA90 y NZ70) y mejoró unos 59 kg GP vaca⁻¹ t⁻¹MS de alimento ofrecido. La mayor producción de GP por hectárea se alcanzó en NZ90 durante 2003-04 (1673 kg GP ha⁻¹ y 540 kg GP vaca⁻¹), 7% mayor que NA90. Considerando el menor peso vivo y menor potencial de producción de vacas NZ90 que NA90 (Kolver *et al.*, 2002), podría interpretarse que el balance energético habría sido más favorable para NZ90.

Si bien no se observaron diferencias significativas en producción de leche por vaca (lactancia total) entre G durante 2001-02 (Cuadro 3), la producción de GP fue mayor en NZ90. Las diferencias entre G aumentaron en 2002-03 y más aún en 2003-04 donde la producción de leche y GP por vaca de NZ90 y NA90 superó a la obtenida con NZ70, y la producción de GP de NZ90 mayor a NA90. Esta mejora puede explicarse parcialmente porque los animales siguieron creciendo entre periodos; sin embargo, vacas con menor peso

adulto pueden alcanzar su potencial anticipadamente. La producción de leche y GP por vaca mejoró significativamente con el nivel de A en cada periodo, sin embargo en 2003-04 la cantidad de leche y lactosa producida creció a una tasa mayor en NA90 que en NZ90 y NZ70 (G x A). Las lactancias se extendieron entre el primer y el tercer periodo, más en NZ90 y NZ70 que en NA90.

La producción de leche y GP por vaca día mejoró entre periodos productivos, y fue mayor en NA90 y NZ90 que en NZ70. La producción de leche diaria en NA90 fue mayor que en NZ90 durante 2002-03 y 2003-04, aunque la producción de GP diaria fue similar, debido al mayor contenido de sólidos en leche de NZ90. En 2002-03 y 2003-04 la producción diaria de leche y lactosa aumentó con el nivel de A, a una tasa mayor en NA90 que en NZ90 y NZ70; por el contrario, la concentración de proteína en leche creció más que proporcionalmente en NZ90 que en NZ70, pero no se modificó en NA90 (G x A). La producción de GP diaria mejoró significativamente con el nivel de A en cada periodo.

Como los G más pesados (NZ90 y NA90) tardan más en madurar y alcanzar su peso adulto, el nivel de producción alcanzado habría estado limitado en 2001-02, determinando una menor probabilidad de detectar interacción G x A. Este resultado coincide con aquel de Linnane *et al.* (2004), asociado al menor consumo de MS de animales jóvenes. También justifica el mayor número de interacciones observadas en periodos sucesivos, cuando las vacas de mayor merito genético habrían expresado mayor consumo de alimento. Si bien el consumo de alimento y la producción de leche fueron superiores en NA90 y mejoraron con el nivel de A, estos animales no habrían alcanzado el potencial de producción, determinado genéticamente, en este experimento. La marcada diferencia en el merito genético entre genotipos justificaría el mayor número de interacciones detectadas, aunque el contraste nutricional entre sistemas fue inferior al planeado.

Conclusiones

En el rango de alimentación utilizado (proporción de suplemento en la dieta inferior al 20 %) NZ90 presentó mayor producción de sólidos. La producción de leche mejoró con la proporción de animales adultos en los sistemas y creció con el nivel de A en todos los genotipos, y más que proporcionalmente en NA90. Estos resultados sugieren menor capacidad en NA90 para expresar su potencial genético bajo pastoreo.

Literatura Citada

- Buckley, F.; Dillon, P.; Crosse, S.; Flynn, F.; Rath, M. 2000: The performance of Holstein Friesian dairy cows of high and medium genetic merit for milk production on grass-based feeding systems. *Livestock Production Science* 64: 107-119.
- Holmes, C.W. 1995: Genotype x environment interactions in dairy cattle: a New Zealand perspective. In: *Breeding and feeding the high merit dairy cow*. Occasional Publication N° 19; British Society of Animal Science. p. 51-58.
- Kolver, E.S.; Roche, J.S.; de Veth, M.J.; Thorne, P.L.; Napper, A.R. 2002: Total mixed rations versus pasture diets: Evidence for a genotype x diet interaction in dairy cow performance. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 62: 246-251.
- Linnane, M.; Horan, B.; Connolly, J.; O'Connor, P.; Buckley, F.; Dillon, P. 2004: The effect of strain of Holstein-Friesian and feeding system on grazing behaviour, herbage intake and productivity in the first lactation. *Animal Science* 78: 169-178.
- Macdonald K.A.; Thorrold B.S.; Glassey C.B.; Lancaster J.A.S.; Verkerk G.A.; Pryce J.E.; Colmes C.W. 2006. Farm performance from Holstein-Friesian cows of three genetic strains on grazed pasture. *Proceedings of a satellite workshop of the XXth International Grassland Congress, July 2005, Cork, Ireland*. p. 175.
- Mayne, C.S.; Gordon, F.J. 1995: Implications of genotype x nutrition interactions for efficiency of milk production systems. In: *Breeding and feeding the high merit dairy cow*. Occasional Publication N° 19; British Society of Animal Science. p. 67-77.

Cuadro 1. Descripción de sistemas que combinan tres genotipos con niveles de alimentación crecientes

Genotipo	Nivel de alimentación	Sistemas										
		NZ70			NZ90				NA90			
		A1	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
Carga	Vacas ha ⁻¹	3,8	3,1	3,1	3,4	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Pastura	T vaca ⁻¹ año ⁻¹	4,5	5,5	5,5	5,0	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Suplemento	T vaca ⁻¹ año ⁻¹	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	1,0	0,0	0,5	1,0	1,5
A (total) ⁽¹⁾	T vaca ⁻¹ año ⁻¹	4,5	5,5	6,0	5,0	5,5	6,0	6,5	5,5	6,0	6,5	7,0
A (promedio) ⁽¹⁾	T vaca ⁻¹ año ⁻¹	5,33			5,75				6,25			

(1) Valores planeados para cada sistema determinados según el crecimiento de las pasturas (17 t MS ha⁻¹ año⁻¹), peso vivo adulto y producción esperada. El nivel de alimentación por vaca (A) aumenta desde 1 a 4 según valores planeados.

Cuadro 2. Producción de sólidos, nutrición, consumo y utilización de forraje en sistemas manejados con diferente genotipo y oferta de alimento

	Genotipo					Nivel de alimentación				
	NZ70	NZ90	NA90	ESD	G	PEND	ESD	A	G*A	
GP (kg ha ⁻¹ año ⁻¹)	1108	1251	1168	52,07	0,080	64,02	36,46	0,123	0,062	
GP (kg GP vaca ⁻¹ año ⁻¹)	333	395	377	8,22	***	43,43	5,76	***	NS	
Alimento ofrecido (t vaca ⁻¹ año ⁻¹)	5,79	6,28	6,44	0,14	**	0,74	0,09	***	NS	
Pastura ofrecida (t vaca ⁻¹ año ⁻¹)	5,50	5,82	5,83	0,21	NS	0,35	0,15	0,05	0,112	
Suplemento ofrecido (t vaca ⁻¹ año ⁻¹)(1)	0,29	0,47	0,61	0,10	*	0,20	0,03	***	0,054	
Pastura utilizada	0,79	0,78	0,81	0,03	NS	0,00	0,02	NS	NS	
Consumo (t vaca ⁻¹ año ⁻¹)	4,57	4,91	5,24	0,10	***	0,63	0,07	***	NS	

(1) Silaje (maíz) solo o mezclado con grano de maíz; GP: grasa butirosa más proteína; G: genotipo; A: nivel de alimentación; ESD: error estándar de la diferencia; PEND: pendiente, *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001; NS: no significativo

Cuadro 3. Producción de leche y sólidos por lactancia y promedio diario, y concentración de proteína en leche de sistemas pastoriles manejados con diferente genotipo y nivel de alimentación en tres periodos diferentes

	Genotipos			Nivel de alimentación									
	NZ70	NZ90	NA90	ESD				ESD				G	A
Periodo 2001-02													
Leche (litros vaca ⁻¹ año ⁻¹)	3755	3880	3922	107	3638	3932	3921	3919	119	NS	0,06	NS	
GP (kg vaca ⁻¹ año ⁻¹)	284	308	291	7,78	282	294	299	302	8,64	**	0,06	NS	
Leche (litros vaca ⁻¹ día ⁻¹)	14,1	15,1	15,8	0,42	14,3	15,7	14,9	15,1	0,46	***	*	NS	
GP (kg vaca ⁻¹ día ⁻¹)	1,06	1,19	1,17	0,03	1,11	1,17	1,14	1,16	0,03	***	NS	NS	
Lactosa (kg vaca ⁻¹ día ⁻¹)	0,70	0,75	0,77	0,02	0,70	0,78	0,73	0,74	0,02	**	*	NS	
Proteína (g kg ⁻¹)	31,3	34,2	33,1	0,04	33,1	32,4	32,9	33,0	0,05	***	NS	NS	
Periodo 2002-03													
Leche (litros vaca ⁻¹ año ⁻¹)	4213	4952	5011	139	4162	4516	5054	5168	154	***	***	NS	
GP (kg vaca ⁻¹ año ⁻¹)	325	408	381	10,7	330	350	397	409	11,9	***	***	NS	
Leche (litros vaca ⁻¹ día ⁻¹)	15,4	18,4	20,1	0,53	17,2	17,8	18,3	18,6	0,59	***	0,05	*	
GP (kg vaca ⁻¹ día ⁻¹)	1,19	1,51	1,53	0,03	1,36	1,37	1,43	1,47	0,04	***	**	NS	
Lactosa (kg vaca ⁻¹ día ⁻¹)	0,75	0,90	0,97	0,03	0,83	0,88	0,88	0,91	0,03	***	0,06	*	
Proteína (g kg ⁻¹)	32,7	35,7	34,6	0,05	34,2	33,6	34,5	35,1	0,05	***	0,15	*	
Periodo 2003-04													
Leche (litros vaca ⁻¹ año ⁻¹)	4816	5632	5945	163	4906	5087	5847	6018	184	***	***	*	
GP (kg vaca ⁻¹ año ⁻¹)	378	471	452	11,8	389	394	467	485	13,4	***	***	NS	
Leche (litros vaca ⁻¹ día ⁻¹)	17,5	19,9	22,4	0,49	18,6	20,2	20,3	20,6	0,56	***	***	0,05	
GP (kg vaca ⁻¹ día ⁻¹)	1,37	1,66	1,71	0,03	1,48	1,56	1,62	1,66	0,04	***	***	NS	
Lactosa (kg vaca ⁻¹ día ⁻¹)	0,84	0,97	1,07	0,02	0,90	0,98	0,97	0,99	0,03	***	***	*	
Proteína (g kg ⁻¹)	32,9	36,3	34,4	0,04	34,3	33,5	34,9	35,5	0,04	***	***	**	

GP: grasa butirosa más proteína; G: genotipo; A: nivel de alimentación; ESD: error estándar de la diferencia; *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001; NS: no significativo