

## Productividad, consumo y eficiencia biológica en vacas Frisón Neozelandés y F<sub>1</sub> (Jersey-Frisón Neozelandés) paridas a fines de invierno en la X Región, Chile

Productivity, intake and biological efficiency in New Zealand Friesian and F<sub>1</sub> (Jersey-New Zealand Friesian) cows calved during late winter in the X<sup>th</sup> Region, Chile

H González-Verdugo\*, J C Magofke, C Mella.

### SUMMARY

At Oromo Experimental Station, University of Chile, X<sup>th</sup> Region, Chile (41°08' S; 73°09' W), 47 primiparous cows, 23 New Zealand Friesian (NZF) and 24 Jersey-NZF (F<sub>1</sub>), were used to estimate productivity, intake and biological efficiency, under grazing conditions. The information was obtained in 3 experimental periods (21 days each one), at which the cows were at 66, 126 and 220 days of lactation, respectively. The animals were weighed daily in order to estimate mean live weight (LW) and live weight changes. Milk production (MP) was measured 9 times each period, and weekly, a sample of milk was used to measure fat and protein content. Pasture dry matter intake (PDMI) was estimated relating metabolizable energy requirements (MER) and pasture ME content (PMEC); then  $PDMI = MER/PMEC$ . MER values were estimated by means of the equations described by AFRC (1993). Pasture was sampled at each period and PMEC, gross energy and crude protein content were measured. A factorial experimental design, with repeated measures, was used for statistical analysis. The MP was similar, with 18.2 and 17.6 kg/cow in F<sub>1</sub> and NZF, respectively ( $P = 0.3581$ ). F<sub>1</sub> had 45.8 g/kg fat content, exceeding NZF in an 8.3% ( $P = 0.0094$ ). Also F<sub>1</sub> was better than NZF ( $P \leq 0.0156$ ) in fat (12.1%) and protein production (6.6%); energetic content per kg of milk (4.9%); energetic content in total daily MP (8.3%); 4% fat corrected MP (8.3%) and solids corrected MP (8.3%). LW of NZF was 435.6 kg/cow, being 45 kg higher than F<sub>1</sub> ( $P = 0.0001$ ). In terms of productions per LW units, differences between both strains were highly significant ( $P = 0.0001$ ), favoring F<sub>1</sub> cows. The largest differences were found in fat production (24.6%) and 4% fat corrected MP (20.5%). PDMI values were not significantly different ( $P = 0.1642$ ). However, if the values are expressed in relation to 100 kg of LW, F<sub>1</sub> tended to have a higher pasture consumption ( $P = 0.0615$ ). Milk and solids production differences per unit of PDMI were highly significant ( $P \leq 0.0284$ ), favoring F<sub>1</sub>. The highest superiority was obtained in fat production (17.4%); in this case F<sub>1</sub> reached a value of 63.88 g/kg of PDMI. The relationship between protein production and crude protein intake had values of 32.70 and 29.33% ( $P = 0.0003$ ), in F<sub>1</sub> and NZF, respectively. Net energy of daily MP in F<sub>1</sub> was 37.13% of the metabolizable energy intake; increasing to 41.38% if a correction by the use of corporal reserves was considered. These percentages were lower ( $P \leq 0.0002$ ) in NZF. It was concluded that due to higher milk solid production, lower LW, and a better crude protein and metabolizable energy utilization, F<sub>1</sub> showed a greater biological efficiency than NZF. The aforementioned abilities confer crossbred cows comparative advantages in systems where production and contents of milk solids are rewarded.

*Palabras clave:* ganado lechero, evaluación racial, pastoreo.

*Key words:* dairy cattle, breed evaluation, grazing.

### INTRODUCCION

En países de zonas templadas los cruzamientos han sido poco utilizados para mejorar la producción de leche o sólidos lácteos. La principal razón radica en la clara superioridad alcanzada por los diferentes tipos Holstein o Frisón respecto de otras razas especializadas. Este hecho es importante, dado que el vigor híbrido corresponde al desvío de la progenie mestiza con respecto al promedio productivo de las razas participantes en el cruzamiento. Siendo la heterosis para producción de leche de baja magnitud, al existir diferencias importantes en la productivi-

dad de las razas difícilmente el mestizo podrá superar a la de mejor desempeño.

La situación es diferente en zonas tropicales y en países en los cuales la pradera, y los productos generados a partir de ella, son la única fuente de alimentos o representa un componente importante de la dieta. El uso de cruzamientos en el trópico ha sido relevante, al permitir superar importantes problemas reproductivos de las razas *Bos taurus*, confiriéndole al mestizo una resistencia adecuada a un gran número de enfermedades y problemas parasitarios comunes en dichas zonas. En Nueva Zelanda, donde la pradera constituye por razones de tipo económico prácticamente la única fuente de alimento, se ha demostrado que la productividad de las razas Frisón Neozelandés (FN) y Jersey (J) es semejante, motivo por el cual la heterosis es capaz de aportar una ventaja significativa (López-Villalobos y col 2000, López-Villalobos y Garrick 2002).

Aceptado: 17.01.05.

\* Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Producción Animal, Universidad de Chile. Casilla 1004, Santiago, Chile.

En pastoreo, a diferencia de los sistemas con estabulación permanente, la principal meta productiva es la maximización de la respuesta por unidad de superficie. Este objetivo se logra en desmedro de la producción individual, hecho que tiende a equiparar el desempeño de las diferentes razas. A la vez, para elevar la carga animal es menester optimizar la producción por kilogramo de peso vivo, favoreciéndose el empleo de vacas de menor tamaño (Viglizzo 1981). La mayor fertilidad de los mestizos es otro aspecto a considerar, ante la necesidad de contar con pariciones concentradas que permitan sincronizar el crecimiento de las pasturas con los requerimientos alimenticios del rebaño (Holmes y col 2002). En el largo plazo, este factor debiera aumentar la longevidad de las vacas, disminuir las eliminaciones involuntarias y, por consiguiente, la tasa de reemplazo (López-Villalobos y Garrick 2002).

El objetivo de este trabajo es evaluar productividad, consumo y diferentes parámetros de eficiencia biológica de vacas FN y mestizas J-FN ( $F_1$ ), en un sistema pastoril de producción de leche.

## MATERIAL Y METODOS

*Ubicación geográfica y manejo de los animales.* El trabajo se realizó con 47 vacas primíparas, 23 FN y 24  $F_1$ , paridas entre el 23 de julio y el 27 de septiembre de 2001, en la Estación Experimental Oromo de la Universidad de Chile, Purranque, X Región (41°08' lat. Sur y 73°09' long. Oeste). Las  $F_1$  fueron obtenidas mediante la inseminación de vacas FN con tres reproductores J de origen neozelandés. Dichas hembras pertenecen al primer ciclo de un sistema de cruzamiento rotacional con dos razas, actualmente en desarrollo. Los progenitores de las vacas FN fueron tres toros con valores genéticos similares al de los J, empleados para producir la generación  $F_1$ . La edad promedio al parto fue de 23,9 y 24,1 meses en el FN y  $F_1$ , respectivamente. En el mismo orden, los pesos postparto fueron de 427,9 y 416,6 kg. Estos son superiores a los informados por LIC (2003), donde se señalan pesos a los dos años de 409 y 374 kg para el FN y mestizos Frisón Jersey, respectivamente. Otro antecedente importante, es que los pesos de secado llegaron a 483,5 kg en FN y 442,5 kg en las mestizas. El sistema de crianza de vaquillas para reemplazo y el manejo general del rebaño es descrito por González y col. (1997).

La información analizada se recopiló durante tres períodos experimentales, cada uno de 21 días de duración, iniciados el 22 de octubre y 21 de diciembre de 2001 y el 25 de marzo de 2002. Al comienzo de éstos, las vacas se encontraban en 66, 126 y 220 días de lactancia, en promedio. Durante todos los períodos los animales fueron pesados cada 24 horas, después de la ordeña matinal (8 a.m.). A diario se siguió la misma rutina, con la finalidad

de minimizar eventuales sesgos producidos por variaciones en el nivel de llenado del tracto digestivo. Con el mismo propósito, todos los animales accedieron y fueron retirados simultáneamente de los sectores de pastoreo. Los datos así obtenidos permitieron el cálculo del peso promedio y de la tasa de variación de peso individual, empleando análisis de regresión. Generalmente la relación entre peso vivo (PV) y día de observación se ajustó a un modelo lineal. Durante el primer período, sin embargo, en algunas vacas que pasaban de una fase de pérdida a otra de ganancia de peso se logró un mejor ajuste mediante un modelo cuadrático. En este caso, la tasa de cambio de peso vivo (CPV), dentro del período, se calculó como el promedio de la primera derivada de la ecuación cuadrática, evaluada en los 21 días correspondientes.

La producción de leche diaria se evaluó nueve veces por período (tres veces por semana). Se consideró como tal, a la sumatoria de las producciones de la tarde del primer día de control más la correspondiente a la mañana del día siguiente. Semanalmente se obtuvo una muestra compuesta de leche para la determinación del contenido de grasa y proteína láctea. Todas las evaluaciones se realizaron individualmente.

Durante el ensayo, la alimentación de los animales se basó exclusivamente en la utilización de praderas permanentes, dominadas por ballica perenne (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*), manejadas mediante pastoreo rotativo. Riveros y Triviño (1995) describen en detalle la producción y composición botánica de la pastura utilizada. Los animales de ambos biotipos pastorearon en forma conjunta. Con el propósito de evitar efectos de competencia y al mismo tiempo no restringir el consumo, se mantuvo siempre una alta disponibilidad procurando un residuo superior a 1.500 kg MS/ha.

*Estimación de consumo de la pradera.* El consumo de pradera se estimó relacionando los requerimientos totales diarios de energía metabolizable (EM) y el contenido de ésta en la materia seca ingerida, según el método propuesto por Baker (1985). De acuerdo a éste, el consumo individual de pradera está determinado por la ecuación:

$$\text{CMS} = (\text{RTEM}/\text{CEMP})$$

Donde:

CMS (kg MS/día) = Consumo de materia seca (pradera).

RTEM (MJ/día) = Requerimiento total individual de EM.

CEMP (MJ/kg MS) = Contenido de EM de la pradera consumida.

Para caracterizar químicamente la pradera ingerida, en cada período experimental, se obtuvo una muestra compuesta, constituida de 30 submuestras. Estas fueron obtenidas por recolección manual siguiendo la metodología descrita por Le Du y Penning (1985). Esta requiere identificar con acuciosidad cuáles especies y estructuras son consumidas por el animal, para luego simular dicho proceso manualmente. Con el fin de asegurar una mayor exactitud, este procedimiento se realizó durante todo el día, aumentando la frecuencia en los momentos de mayor actividad ingestiva. En la muestra compuesta se determinaron los contenidos de energía bruta, proteína cruda y EM (cuadro 1). Los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

La cuantificación de RTEM se realizó empleando las ecuaciones compiladas por AFRC (1993), correspondiendo a la sumatoria de los requerimientos de EM de las diferentes funciones fisiológicas, corregidos por el nivel de alimentación, de acuerdo a la ecuación:

$$\text{RTEM (MJ/día)} = C_L \times (E_m/k_m + E_l/k_l + E_g/k_g + E_c/k_c)$$

Donde:

RTEM (MJ/día) = Requerimientos totales de EM.

$C_L$  = Factor de corrección por nivel de alimentación.

$E_m/k_m$  (MJ/día) = Requerimientos de EM para mantención.

$E_l/k_l$  (MJ/día) = Requerimientos de EM para lactancia.

$E_g/k_g$  (MJ/día) = Requerimientos de EM para cambio de peso durante la lactancia.

$E_c/k_c$  (MJ/día) = Requerimientos de EM para gestación.

Por tanto,  $E_m$ ,  $E_l$ ,  $E_g$  y  $E_c$  representan la energía neta requerida para mantención, secretada en la leche, retenida o movilizada por CPV y la retenida para gestación, respectivamente. A su vez, los índices  $k_m$ ,  $k_l$ ,  $k_g$  y  $k_c$  expresan la eficiencia de utilización de la EM para cubrir dichos requerimientos. Estos son considerados funciones lineales de la metabolibilidad del alimento (Ecuaciones N°s 6, 7, 9 y 10 en AFRC 1993) que corresponde al cociente entre la EM y la energía bruta. Los valores de estas variables, para los distintos períodos experimentales, se entregan en el cuadro 1.

En los requerimientos de mantención se incluyeron los necesarios para satisfacer el metabolismo basal, los derivados de desplazamientos y cambios posturales (Ecuación N° 39 en AFRC 1993).

El valor de  $E_g$  se calculó mediante la ecuación cuadrática descrita por AFRC (1993). En su cálculo se consideran: PV, nivel de alimentación, tasa de maduración y sexo del animal. Alternativamente, al existir movilización de reservas corporales, como aporte energético para producción de leche, se asumió una eficiencia de 84% ( $k_l = 0,84$ ) y un contenido de 19 MJ de energía neta en cada kilogramo de PV perdido (Holmes y col 2002).

En las vacas gestantes (22 FN y 20 F<sub>1</sub>), el valor de  $E_c$  (Ecuación N° 71 en AFRC 1993) se calculó empleando los días de gestación transcurridos entre la fecha de concepción y el décimo primer día de cada período experimental. En dicha estimación se emplearon, además, los pesos al nacimiento de los terneros. Las vacas gestantes empleadas en el ensayo parieron entre julio y septiembre de 2002, siendo pesadas sus crías dentro de las primeras 24 horas de vida. Para  $k_c$  se asumió un valor constante de 0,133 (AFRC 1993).

La corrección por efecto del nivel de alimentación ( $C_L$ ) asume que los requerimientos de EM se incrementan en 1,8% por cada múltiplo sobre los requerimientos a nivel de mantención (AFRC 1993).

**Cuadro 1.** Composición química, metabolibilidad de la pradera y eficiencia de utilización de la energía metabolizable<sup>1</sup> para mantención ( $k_m$ ), lactancia ( $k_l$ ) y aumento de peso ( $k_g$ ) en cada período experimental.

Chemical composition, pasture metabolisability and efficiency of utilization of metabolisable energy at each experimental period.

Período Experimental	Energía Bruta (EB) (MJ/kg MS)	Energía Metabolizable (EM) (MJ/kg MS)	Proteína Cruda (%)	Metabolibilidad ( $q_m = EM/EB$ )	$k_m$	$k_l$	$k_g$
1	21,0	14,2	18,2	0,679	0,741	0,658	0,625
2	19,4	11,2	11,3	0,578	0,705	0,622	0,591
3	19,7	12,7	15,7	0,642	0,728	0,645	0,613

<sup>1</sup> Calculados según AFRC (1993).

*Variables analizadas y diseño estadístico.* La evaluación de la productividad contempló el análisis de las producciones diarias de leche sin corregir (PLSC), de grasa y de proteína, así como los contenidos de estas dos últimas. Además, la producción de leche se corrigió a 4% de materia grasa (PLCG) y de acuerdo a su contenido de sólidos (PLCS) (Baker 1985). El valor energético de un kilogramo de leche se estimó de acuerdo a la ecuación de Tyrell y Reid (1965):

$$VE_1 (\text{MJ/kg}) = 0,098 + (0,0376 \times \text{CMG}) + (0,0209 \times \text{CPL})$$

Donde:

$VE_1$  (MJ/kg) = Valor energético del kilogramo de leche.

CMG (g/kg) = Contenido de materia grasa.

CPL (g/kg) = Contenido de proteína láctea.

Por consiguiente, la valoración energética de la producción de leche diaria (energía neta producida) corresponde a la expresión:  $E_1$  (MJ/día) = PLSC (kg/día) x  $VE_1$  (MJ/kg). Otras variables, de importancia productiva, analizadas fueron PV, peso metabólico ( $PV^{0,75}$ ) y CPV. El CMS se expresó en valor absoluto, por cada 100 kg de PV y en g de MS por kg de  $PV^{0,75}$ .

La eficiencia biológica se estimó a través de diferentes parámetros. En primer término se calcularon las producciones de leche y sólidos lácteos por unidad de PV. La eficiencia de conversión alimenticia (ECA) se obtuvo mediante el cociente entre dichas expresiones productivas y el CMS. Adicionalmente, se analizaron la eficiencia energética (EEB) y proteica (EPB) brutas. La primera se calculó como el cociente entre  $E_1$  y la EM consumida. La EPB corresponde a la relación entre la proteína cruda secretada en la leche respecto de la proteína cruda consumida. Debido a que se detectaron diferencias en CPV, entre ambos biotipos, fue necesario corregir la EEB por este factor.

Al existir incremento de peso, fue menester restar de la EM consumida la fracción empleada para este efecto. Por tanto la ecuación utilizada fue:

$$EEBC (\%) = (E_1 / (\text{EMC} - E_g/k_g)) \times 100$$

Donde:

EEBC (%) = Eficiencia energética bruta corregida por cambio de peso.

$E_1$  (MJ/día) = Energía neta producida en la leche.

EMC (MJ/día) = EM consumida.

$E_g/k_g$  (MJ/día) = Requerimientos de EM para aumento de peso.

Alternativamente, al existir pérdida de peso corporal, fue necesario restar de la  $E_1$  la fracción correspondiente al

aporte de las reservas corporales. Al igual que en el cálculo de RTEM, se asumió un contenido de 19 MJ de energía neta por kilogramo de PV. En consecuencia, la ecuación empleada correspondió a la expresión:

$$EEBC (\%) = ((E_1 + (\text{CPV} \times 19 \times k_t)) / \text{EMC}) \times 100$$

Donde:

EEBC (%) = Eficiencia energética bruta corregida por cambio de peso.

$E_1$  (MJ/día) = Energía neta producida en la leche.

CPV (kg/día) = Cambio de peso vivo.

$k_t$  = Eficiencia energética de la utilización de reservas corporales para producción de leche (0,84).

EMC (MJ/día) = EM consumida.

Para efectos del análisis estadístico se utilizó un diseño factorial, que incluyó los efectos biotipo (2 niveles) y período (3 niveles), con observaciones repetidas en el tiempo. Debido a que las subclases contaban con diferente número de información, fue necesario el cálculo de promedios mínimos cuadrados (Cody y Smith 1991).

## RESULTADOS

El análisis de las variables dependientes antes descritas no alcanzó, en ninguna de ellas, efecto estadísticamente significativo de la interacción entre biotipo y período. Por este motivo, los resultados se entregan sólo para el primer factor y representan el valor diario promedio de los tres períodos experimentales.

El cuadro 2 presenta los resultados obtenidos en diferentes variables productivas y de peso corporal. Se aprecia que las vacas de ambos biotipos alcanzaron PLSC similares: 18,2 y 17,6 kg/vaca en  $F_1$  y FN ( $P = 0,3581$ ), respectivamente. Las  $F_1$ , no obstante, superaron en 8,3% ( $P = 0,0132$ ) a las FN en PLCG y PLCS, alcanzando valores de 19,6 y 19,5 kg/día, respectivamente. Este efecto se debió, principalmente, al mayor contenido de grasa láctea alcanzado por  $F_1$  (45,8 g/kg), superando al FN en 3,5 g/kg de leche ( $P = 0,0094$ ). Los contenidos de proteína no difirieron estadísticamente ( $P = 0,0698$ ), llegando a 34,7 y 33,6 g/kg en  $F_1$  y FN, respectivamente. Las tendencias favorables al  $F_1$ , en producción y contenido de sólidos lácteos, se reflejaron en una superioridad importante ( $P = 0,0156$ ) de este biotipo en la producción de proteína (6,6%) y grasa láctea (12,1%), llegando a 623,6 y 824,9 g/día, respectivamente. Este efecto se reflejó también en los resultados obtenidos al comparar el valor energético del kilogramo de leche. En este caso las  $F_1$  llegaron a 3,4 MJ/kg, lo que les confirió una superioridad de 4,9% respecto del FN ( $P = 0,0078$ ). La diferencia fue, sin embargo, de mayor magnitud al comparar los contenidos

**Cuadro 2.** Características de peso vivo y producción en vacas primíparas Frisón Neozelandés (FN) y F<sub>1</sub> (Jersey - Frisón Neozelandés) a pastoreo.Live weight and production traits in primiparous New Zealand Friesian (FN) and F<sub>1</sub> (Jersey - New Zealand Friesian) cows at grazing conditions.

Variable Analizada	Biotipo				P
	FN		F <sub>1</sub>		
	Promedio <sup>1</sup>	(EE) <sup>2</sup>	Promedio	(EE)	
Características de Peso:					
Peso Vivo (kg)	435,6	6,49	390,6	(6,28)	0,0001
Peso Metabólico (kg)	95,3	(1,07)	87,8	(1,04)	0,0001
Cambio de Peso (kg/día)	0,726	(0,063)	0,499	(0,061)	0,0131
Producción de Leche:					
Sin corregir (kg/día)	17,6	(0,41)	18,2	(0,40)	0,3581
Corregida a 4% Mat. Grasa (kg/día)	18,1	(0,43)	19,6	(0,42)	0,0132
Corregidas por Sól. Tot. (kg/día)	18,0	(0,40)	19,5	(0,39)	0,0107
Materia Grasa:					
Contenido (g/kg)	42,3	(0,92)	45,8	(0,89)	0,0094
Producción (g/día)	735,6	(20,3)	824,9	(19,7)	0,029
Proteína Láctea:					
Contenido (g/kg)	33,6	(0,42)	34,7	(0,40)	0,0698
Producción (g/día)	584,9	(11,0)	623,6	(10,7)	0,0156
Valorización Energética:					
Por kg de leche (MJ/kg)	3,24	(0,039)	3,40	(0,038)	0,0078
Producción Diaria (MJ/día)	56,6	(1,26)	61,3	(1,22)	0,0107

<sup>1</sup> Promedio Mínimo Cuadrado.<sup>2</sup> Error estándar.

de energía neta de las producciones diarias, llegando a 8,3% a favor de las vacas F<sub>1</sub>. Este grupo obtuvo un valor de 61,3 MJ/día, cifra que superó en 4,7 MJ/día al alcanzado por el FN (P = 0,0107).

De acuerdo a las cifras del cuadro 2, las F<sub>1</sub> pesaron 45 kg menos (P = 0,0001) que las FN, hecho que también se reflejó en los pesos metabólicos. La mayor diferencia entre ambos grupos se observó, no obstante, en CPV. En este caso, el incremento de peso fue 31,3% menor (P = 0,0131) en las F<sub>1</sub>, siendo la diferencia entre los dos grupos de 0,227 kg/día.

Al evaluar las producciones de leche, en sus diversas expresiones, y de sólidos lácteos por unidad de PV, las diferencias entre ambos biotipos fueron en todos los casos altamente significativas (P = 0,0001) en favor de F<sub>1</sub> (cuadro 3). En PLSC, dicha superioridad alcanzó un 14,1%, siendo la producción del F<sub>1</sub> de 46,8 g/kg de PV. Debido, sin embargo, al menor contenido de sólidos lácteos del FN (cuadro 2), la diferencia se incrementó al corregir la producción por este efecto. En dicho caso, el F<sub>1</sub> produjo un 20,5 y 20,3% más de PLCG y PLCS, alcanzando en estas variables 50,6 y 50,4 g/kg de PV, respectivamente. Las producciones de sólidos lácteos siguieron

una tendencia similar. La mayor diferencia (24,6%) se observó en materia grasa, donde el F<sub>1</sub> produjo 2,13 g/kg de PV. La misma comparación, para proteína láctea, arrojó una diferencia a favor del F<sub>1</sub> de 18,4%, con una producción de 1,61 g/kg de PV.

Las estimaciones de consumo diario (cuadro 4) no difirieron significativamente (P = 0,164) al expresarlas en valor absoluto. Estas fueron de 13,3 y 13,9 kg MS/vaca en F<sub>1</sub> y FN, respectivamente. Este resultado es producto de que no se detectaran diferencias (P = 0,152) en los requerimientos de EM, los que en el mismo orden fueron de 167,1 y 174,7 MJ/d. Al relacionar, no obstante, el CMS con el PV, el valor del F<sub>1</sub> (3,40 kg MS/100 kg PV) tendió a ser de mayor magnitud respecto del FN (3,20 kg MS/100 kg PV), diferencia que estuvo muy cerca de alcanzar significancia estadística (P = 0,0615). Los consumos expresados por unidad de PV<sup>0,75</sup> no difirieron significativamente (P = 0,2624), llegando a 151,3 y 146,2 g MS/kg de PV<sup>0,75</sup> en F<sub>1</sub> y FN, respectivamente.

En el cuadro 5 se presenta la ECA obtenida para las diferentes variables productivas analizadas. Las producciones de leche, en sus distintas expresiones, y de sólidos lácteos por unidad de CMS fueron, en todos los casos,

**Cuadro 3.** Producciones diarias por kilogramo de peso vivo (PV) en vacas primíparas Frisón Neozelandés (FN) y F<sub>1</sub> (Jersey - Frisón Neozelandés) a pastoreo.

Daily productions by kilogram of live weight (PV) in primiparous New Zealand Friesian (FN) and F<sub>1</sub> (Jersey - New Zealand Friesian) cows at grazing conditions.

Variables Analizadas	Biotipo				
	FN		F <sub>1</sub>		P
	$\bar{X}^1$	(EE) <sup>2</sup>	$\bar{X}$	(EE)	
Producción de Leche:					
Sin corregir (g/kg PV)	41,0	(1,29)	46,8	(1,24)	0,0001
Corregida a 4% Mat. Grasa (g/kg PV)	42,0	(1,32)	50,6	(1,28)	0,0001
Corregida por Sól. Tot. (g/kg PV)	41,9	(1,25)	50,4	(1,21)	0,0001
Producción de Sól. Lácteos:					
Materia Grasa (g/kg PV)	1,71	(0,059)	2,13	(0,057)	0,0001
Proteína (g/kg PV)	1,36	(0,036)	1,61	(0,034)	0,0001

<sup>1</sup> Promedio Mínimo Cuadrado.

<sup>2</sup> Error estándar.

**Cuadro 4.** Consumo diario de pradera, base Materia Seca (CMS), en vacas primíparas Frisón Neozelandés (FN) y F<sub>1</sub> (Jersey - Frisón Neozelandés) a pastoreo.

Daily dry matter pasture intake in primiparous New Zealand Friesian (FN) and F<sub>1</sub> (Jersey - New Zealand Friesian) cows at grazing conditions.

Consumo de Pradera	Biotipo				
	FN		F <sub>1</sub>		P
	$\bar{X}^1$	(EE) <sup>2</sup>	$\bar{X}$	(EE)	
CMS (kg MS/vaca)	13,90	(0,30)	13,30	(0,29)	0,1642
CMS/100 kg de Peso Vivo (PV)	3,20	(0,074)	3,40	(0,072)	0,0615
g CMS/kg de Peso Met. (PV <sup>0.75</sup> )	146,2	(3,21)	151,3	(3,11)	0,2624

<sup>1</sup> Promedio Mínimo Cuadrado.

<sup>2</sup> Error estándar.

significativas (P = 0,0284) a favor del F<sub>1</sub>. En producción láctea la mayor diferencia se obtuvo en PLCG (13,4%), donde el F<sub>1</sub> alcanzó un valor de 1,52 kg/kg. La ECA para las producciones de grasa y proteína del F<sub>1</sub> fueron de 63,88 y 48,40 g/kg CMS, superando al FN en 17,4 y 11,4%, respectivamente.

Los resultados obtenidos al analizar EEB, EEBC y eficiencia proteica bruta se entregan en el cuadro 6. En las tres variables presentadas el F<sub>1</sub> superó muy significativamente (P = 0,0003) al FN. En eficiencia energética, los resultados están, no obstante, muy influen-

**Cuadro 5.** Eficiencia de conversión alimenticia<sup>1</sup> en vacas primíparas Frisón Neozelandés (FN) y F<sub>1</sub> (Jersey - Frisón Neozelandés) a pastoreo.

Feed conversion efficiency<sup>1</sup>, in primiparous New Zealand Friesian (FN) and F<sub>1</sub> (Jersey - New Zealand Friesian) cows at grazing conditions.

Variables Analizadas	Biotipo				
	FN		F <sub>1</sub>		P
	$\bar{X}^1$	(EE) <sup>3</sup>	$\bar{X}$	(EE)	
Producción de Leche:					
Sin corregir (kg/kg MS)	1,31	(0,032)	1,41	(0,031)	0,0284
Corregida a 4% Mat. Grasa (kg/kg MS)	1,34	(0,033)	1,52	(0,032)	0,0002
Corregida por Sól. (kg/kg MS)	1,34	(0,031)	1,51	(0,030)	0,0002
Producción de Sólidos:					
Materia Grasa (g/kg MS)	54,41	(1,55)	63,88	(1,50)	0,0001
Proteína (g/kg MS)	43,43	(0,90)	48,40	(0,87)	0,0003

<sup>1</sup> Producto/kg de MS consumida.

<sup>2</sup> Promedio Mínimo Cuadrado.

<sup>3</sup> Error estándar.

**Cuadro 6.** Eficiencia energética y proteica bruta en vacas primíparas Frisón Neozelandés (FN) y F<sub>1</sub> (Jersey - Frisón Neozelandés) a pastoreo.

Gross energetic and protein efficiency in primiparous New Zealand Friesians (FN) and F<sub>1</sub> (Jersey - New Zealand Friesians) cows at grazing conditions.

Variables Analizadas	Biotipo				
	FN		F <sub>1</sub>		P
	$\bar{X}^1$	(EE) <sup>2</sup>	$\bar{X}$	(EE)	
Energética Bruta (EEB) <sup>3</sup> (%)	32,79	(0,77)	37,13	(0,74)	0,0002
Energética Bruta corregida por cambio de peso vivo (EEBC) <sup>3</sup> (%)	39,09	(0,38)	41,38	(0,37)	0,0001
Proteica Bruta (EPB) <sup>3</sup> (%)	29,33	(0,62)	32,70	(0,60)	0,0003

<sup>1</sup> Promedio Mínimo Cuadrado.

<sup>2</sup> Error estándar.

<sup>3</sup> Según definición en el texto.

ciados por las diferencias en CPV descritas con anterioridad (cuadro 2). Por este motivo, al remover dicho efecto se aprecia, dentro de cada biotipo, que el incremento entre EEB y EEBC es de distinta magnitud. En F<sub>1</sub> y FN éste fue de 4,25 y 6,30 puntos, llegando EEBC a valores de 41,38 y 39,09%, respectivamente. La EPB del F<sub>1</sub> fue de 32,70%, un 11,5% superior a la alcanzada por las vacas FN.

## DISCUSION

Los resultados descritos incluyen en el  $F_1$  al conjunto de efectos maternos, aditivos y de heterosis. Debido a la imposibilidad de estimar cada uno de éstos, la discusión se centra en el análisis comparativo entre los biotipos estudiados.

*Producción, peso vivo y consumo.* Los valores de productividad alcanzados por el FN en este trabajo son consistentes con los informados en evaluaciones realizadas con anterioridad en el rebaño en estudio. González y col. (2002) informan tenores grasos de 38,4 y 40,0 g/kg y producciones diarias en torno a 648 y 667 g/d, en vacas con una composición aditiva de 0,50 y 0,75 FN, respectivamente. Las hembras empleadas en el presente ensayo poseen, en promedio, un mayor grado de absorción y expresan valores, para dichos parámetros, de mayor magnitud (cuadro 2). En los volúmenes de producción no se observan mayores cambios, conforme avanza el proceso de absorción, hecho que está dentro de lo esperado. En Nueva Zelanda, producto de la aplicación de un sistema de mejoramiento destinado a aumentar la producción de sólidos lácteos, en el FN se incrementó la producción individual de grasa en alrededor de 53%, entre 1953 y 1997. Debido al esquema de pago imperante en dicho país, a partir de 1992 el volumen de leche tiene una ponderación negativa, dentro de un índice de selección que incorpora además producción de proteína y otras características funcionales evaluadas económicamente (Holmes y col 2002). El FN ha demostrado, consistentemente, poseer potencial para alcanzar tenores grasos elevados. Hecho que le ha permitido igualar, e incluso aventajar, en producción de grasa a diferentes estirpes Holstein, aun cuando éstas le superen en volumen (Magofke y González 1999). De acuerdo a la información aportada por LIC (2003) se puede estimar que, en su país de origen, el FN alcanza tenores de grasa (42,2 g/kg) y proteína (34,2 g/kg) similares a los reportados en el cuadro 2.

Aun cuando no existen antecedentes del J neozelandés a pastoreo a nivel nacional, la incorporación de esta raza produjo los efectos esperados de acuerdo a la información disponible en Nueva Zelanda, incrementando en el  $F_1$  la concentración y producción de sólidos, principalmente materia grasa. Un hecho que llama la atención, sin embargo, es que no existieran diferencias en PLSC. De acuerdo a distintas fuentes de información (López-Villalobos y col 2000, LIC 2003, López-Villalobos y Garrick 2002), el FN genera una PLSC por lactancia entre 7,4 y 11,8% superior al  $F_1$ . Ahlborn-Breier y Hohenboken (1991) reportan mayores PLSC (8,4%) en vacas hijas de machos FN y hembras J respecto de las originadas por el cruzamiento recíproco. Las vacas  $F_1$  empleadas en este ensayo corresponden a este último caso, razón por la cual su PLSC no podría atribuirse a efectos maternos. Por otra parte, las estimaciones de heterosis

hechas en Nueva Zelanda para producción de leche, en cruzamientos en que participan ambas razas, señalan valores entre 3,9 a 6,4% (González y Magofke 2003). Respecto a este resultado, es importante señalar que en el presente estudio la información proviene de un número reducido de animales, originados a partir de tres machos diferentes de cada raza. Por otra parte, cabe recordar que la información experimental presentada corresponde a tres períodos de 21 días. En la lactancia completa (datos sin publicar) las diferencias en PLSC tampoco fueron significativas; sin embargo, en este caso el FN produjo un 4,1% más que el  $F_1$ , diferencia que se explica, parcialmente, por un mayor largo de lactancia. Es importante confirmar con mayor número de vacas y progenitores los resultados presentados, agregando a la información el comportamiento en lactancias posteriores.

A iguales PLSC y debido al mayor contenido de sólidos lácteos, el  $F_1$  aventajó al FN al expresar las producciones en un equivalente energético (PLCG y PLCS). En consecuencia, esta superioridad se expresó también en el contenido de energía del kilogramo de leche así como en la producción diaria (cuadro 2). Desde un punto de vista económico la importancia de este efecto está supeditada a la pauta de pago imperante para la valorización del producto. De los resultados obtenidos, se puede inferir que 1 kg de leche FN contiene igual energía que 0,953 kg de leche  $F_1$ , requiriéndose el consumo de la misma cantidad de energía para producirlos. En el segundo caso, no obstante, esta menor cantidad de leche (4,7%) contendrá 3,2% más grasa, 1,58% menos proteína y 1,05% más sólidos lácteos (grasa más proteína). Estos antecedentes corroboran el potencial de utilización de la raza J en sistemas de pago basados en dichos productos. La respuesta económica será mayor en aquellos que otorguen una ponderación negativa al volumen de leche, como ocurre en Nueva Zelanda. Con datos originados en ese país, López-Villalobos y Garrick (2002), mediante simulación, estudian el efecto del precio pagado al productor, y de las pautas de pago empleadas para determinarlos, sobre el desempeño económico de animales FN, J y mestizos. Dichos autores asumen dos precios base, uno calificado como bajo y, alternativamente, un escenario de precio alto, producto de un incremento de 25%. En cada caso, se compararon dos pautas de pago. Una basada sólo en el valor de la leche y otra que consideró un índice con ponderación positiva para las producciones de grasa y proteína láctea y negativa para el volumen. Los resultados, expresados en margen neto por hectárea, permiten visualizar cómo elementos económicos determinan la superioridad relativa de una u otra opción racial. El FN obtuvo el comportamiento más destacado cuando, independiente del precio base, la pauta no consideró un castigo a los volúmenes de producción. Por el contrario, cuando la pauta favoreció la producción de sólidos, penalizando además el volumen, el  $F_1$  generó los mayores márgenes, superando al J y al FN, siendo este último el de peor desempeño.

En dicho trabajo, así como en otro realizado con anterioridad (López-Villalobos y col 2000), el sistema de cruzamiento rotacional doble (FN-J) al alcanzar el equilibrio superó a ambas razas puras. En este estado se retienen 2/3 de la heterosis exhibida por el  $F_1$ , y aun así siguió siendo el de mejor desempeño económico.

Muchas de las diferencias entre razas lecheras en requerimientos nutricionales, ECA, carga animal y productividad por unidad de superficie se explican por diferencias en el PV de las vacas (Holmes y col 2002). En el presente ensayo el cruzamiento con J significó, como era previsible, una importante disminución del PV. Sin embargo, no existió por este motivo una respuesta adversa en la producción. El efecto conjunto de ambos factores está presente en los resultados que reportan la marcada superioridad del  $F_1$  al comparar las producciones por unidad de PV (cuadro 3). Parte de la alta eficiencia biológica, expresada por este biotipo, se explica por diferencias en las vías de utilización de la EM. De los resultados obtenidos es factible estimar que, producto de los mayores PV y  $P^{0.75}$ , los requerimientos de EM para mantención fueron un 7,8% superiores en las vacas FN respecto de las  $F_1$ . Por otra parte, estas últimas destinaron a producción de leche 100,2 MJ/d, cifra que corresponde a un 60,0% del total de la EM ingerida. El FN, no obstante, destinó a dicha función fisiológica sólo el 52,9% de un total de 174,7 MJ/d de EM consumidos. Los valores obtenidos en el  $F_1$  concuerdan con los informados por Bryant y col (2003), quienes al evaluar vacas J de alto mérito genético informan que éstas destinaron a producción un 67, 59 y 54% de la EM consumida en la lactancia inicial, intermedia y final, respectivamente.

Las estimaciones de CMS, obtenidas mediante un método indirecto, son concordantes respecto de las esperadas en función del PV y nivel de producción de los animales (Forbes 1986). Debido a que los requerimientos diarios de EM fueron similares, no existieron diferencias de CMS entre los biotipos comparados (cuadro 4). Resultados semejantes obtienen L'Huillier y col (1988) al comparar CMS en vacas FN y J, manejadas con cuatro niveles de disponibilidad de pradera. En dicho trabajo no se detectaron diferencias entre ambas razas, llegando las FN a consumos de 12,4 y 14,2 kg MS/d, en pastoreos que permitieron residuos entre 1,54 y 1,79 t MS/ha, respectivamente. Por su parte, Mackle y col (1996) al comparar las mismas razas, con vacas primíparas, dan cuenta de un mayor CMS en el FN, el que a través de la lactancia completa superó al J entre 1,5 y 2,4 kg/MS/d. En dicho trabajo, no obstante, los CMS obtenidos fueron muy bajos (2,6 kg/100 kg PV), especialmente en la primera etapa de la lactancia. Los autores atribuyen este resultado, fundamentalmente, a la falta de adaptación digestiva y metabólica en esa etapa. El presente trabajo se efectuó después de los dos primeros meses de lactancia, por lo que dicho efecto no estaría presente en los resultados obtenidos.

Al comparar los CMS expresados en relación al PV, en las razas FN y J, en diferentes condiciones pastoriles, la literatura indica que consistentemente esta última tiende a alcanzar mayores valores (Taylor y col 1986, L'Huillier y col 1988, Mackle y col 1996, Thomson y col 2001). Una tendencia similar se observó también en el presente ensayo (cuadro 4) y puede reflejar un mayor peso y volumen de los órganos internos del  $F_1$ . Al respecto, Nagel y Piatkowski (1988), citados por Brade (1992), informan que las vacas J poseen 32 litros de retículo-rumen por cada 100 kg de PV, valor que fue un 39,1% superior al obtenido en vacas Frisonas de distinto origen. Este hecho les habría dado a las primeras una superioridad de 18% al medir los consumos por unidad de PV. Además, dichos autores señalan que la raza J se caracteriza por una alta tasa de pasaje del contenido del tracto digestivo, lo que, sin afectar la digestibilidad, estimularía el consumo. Avalando los resultados descritos, Montañón-Bermúdez y col (1990) señalan que los individuos de mayor eficiencia de conversión y potencial de producción de energía láctea se caracterizan por presentar mayor masa en sus órganos internos, fenómeno que aumentaría los requerimientos energéticos de mantención por unidad de  $P^{0.75}$ .

En este estudio las vacas  $F_1$  fueron más eficientes en convertir la materia seca consumida a PLSC. Dicha superioridad aumentó considerablemente, no obstante, al comparar los valores obtenidos en PLCS y más aún en PLCC (cuadro 5). Este efecto se debió en gran medida a la alta eficiencia de producción de sólidos lácteos (grasa más proteína) por unidad de MS ingerida observada en el  $F_1$ , característica en la que superó en 14,8% al FN. En ensayos comparativos entre FN y J, realizados en Nueva Zelanda, la ECA alcanzada por vacas de la última raza tiende a ser mayor, principalmente cuando se analiza como producto la materia grasa y, en segundo término, proteína láctea, coincidiendo con la tendencia observada en el presente trabajo (cuadro 5). Al respecto, L'Huillier y col. (1988) realizan dicha comparación en la lactancia intermedia reportando una superioridad de 9,5 y 1,0% del J sobre el FN en las ECA para producir materia grasa y proteína láctea, respectivamente. Para la primera raza los valores de ECA para producción de grasa y proteína fueron de 67,0 y 44,2 g de grasa y proteína por kg de MS consumida, respectivamente. Otros resultados de interés son los obtenidos por Mackle y col (1996) que analizan el comportamiento de vacas primíparas FN y J con dos niveles de peso al parto, entre los que existía una diferencia promedio de 50 kg dentro de cada raza. En dicho trabajo la ECA no estuvo influida por el PV, ni se reportaron interacciones entre los factores analizados, al evaluar la lactancia completa. Las vacas J aventajaron, sin embargo, a las FN en 18,0 y 11,7% en ECA para producción de materia grasa y sólidos lácteos (grasa más proteína), llegando a valores de 78,5 y 128,5 g/kg de MS consumida, respectivamente. A diferencia de los resultados obteni-

dos en este ensayo, dichos autores no detectan diferencia en la ECA para PLSC y proteína láctea.

Además del biotipo, efecto que refleja diferencias en el potencial genético, la ECA está determinada por otros factores propios del animal, así como también de la pradera a la que éste accede. Entre los primeros la etapa de lactancia, tamaño y CPV juegan un papel relevante ya que determinan la importancia relativa de las diferentes vías de utilización de la EM ingerida. Existen además importantes interrelaciones entre estos factores. Así por ejemplo, el CPV se asocia principalmente a la etapa de lactancia, disminuyendo la ECA conforme ésta avanza y, paralelamente, se pasa de una fase de pérdida a otra de ganancia de peso. Desde esta perspectiva, los valores de ECA reportados en el cuadro 5 pudieron ser de mayor magnitud, en ambos biotipos, si se hubiere iniciado el período experimental más tempranamente.

Otro aspecto que determina la magnitud de la ECA se asocia a las diferencias de PV en los biotipos estudiados (cuadro 2). El menor tamaño de las  $F_1$ , y consecuentemente sus menores costos de mantención, son un factor importante para explicar las mayores ECA. Por otra parte, a consecuencia del mayor CPV experimentado por el FN (cuadro 2), las vacas de este biotipo derivaron a esa función una mayor proporción de la EM ingerida comparados con las  $F_1$ . En este ensayo se utilizaron hembras primíparas de dos años, las que principalmente en los últimos períodos experimentales aumentaron considerablemente de peso. Este hecho es producto del crecimiento propio de animales de esa edad, así como de la necesidad de reponer las reservas corporales movilizadas durante la lactancia inicial. Un ensayo similar con vacas adultas, sin efecto de crecimiento, podría dar mayor información respecto de este aspecto, fundamental al momento de comparar la eficiencia biológica. El fuerte impacto del CPV sobre la ECA es ilustrado por L'Huillier y col (1988), quienes miden dicha variable a diferentes niveles de disponibilidad de alimento. Los autores describen un aumento de la ECA ante restricciones crecientes en el aporte de pradera, lo que provocó menores niveles de CMS y producción. En este caso la mayor ECA fue producto de un aumento de la movilización de reservas corporales, para compensar el menor consumo de energía, hecho que en definitiva no pudo evitar la caída de la producción. En el presente trabajo las vacas FN derivaron a mantención y CPV un total de 81,1 MJ/día, lo que representó un 46,4% de la EM ingerida. Las vacas  $F_1$  requirieron un 18,5% menos de EM para satisfacer dichas funciones y destinaron a las mismas sólo un 39,6% de la ingesta de EM diaria, antecedentes importantes para explicar sus mejores eficiencias de conversión.

La diferencia entre EEB y la EEBC (cuadro 6) permite estimar el impacto del empleo o depositación de tejidos corporales sobre la relación entre la energía neta depositada en la leche respecto de la EM ingerida. La segunda variable es una estimación más precisa, toda vez

que intenta remover el sesgo producido por la energía aportada por las reservas corporales o, alternativamente, el que se genera por la fracción de la EM ingerida que es destinada a aumento de peso, según corresponda. Debido a que en ambas estirpes se observaron incrementos de peso (cuadro 2), los valores de EEBC son de mayor magnitud que los de EEB. Como era de esperar, debido al mayor CPV experimentado por las vacas FN, el aumento proporcional entre EEB y EEBC fue superior en estos animales (19,2%) que en las vacas  $F_1$  (11,4%). A pesar de la corrección por los diferentes CPV, las  $F_1$  superan a las FN, lo que nuevamente confirma su mayor tendencia a depositar energía láctea. Este efecto se observó también en la mayor EPB de las  $F_1$ , situación que refuerza lo antes señalado. Estos resultados concuerdan estrechamente con los reportados por Mackle y col (1996), quienes obtuvieron valores promedios para EEB de 36,7 y 42,7% en vacas primíparas FN y J, respectivamente. Al igual que los resultados presentados en el cuadro 6, la EEBC estimada por dichos autores aumentó en relación a la EEB llegando, en el mismo orden, a 39,6 y 44,7%, respectivamente. Los valores que señalan para EPB (22,2%) están, no obstante, muy por debajo de los informados por la literatura para dicha variable, razón que imposibilita una comparación objetiva con los resultados de este estudio.

En función de los resultados obtenidos, resulta interesante estimar la productividad por unidad de superficie factible de alcanzar con ambos biotipos. Asumiendo una utilización de 8 toneladas de MS/ha/año, en una pradera con un contenido promedio de EM de 12,7 MJ/kg MS, sería factible sustentar una carga animal de 1,75 y 1,88 vacas/ha con animales FN y  $F_1$ , respectivamente. En estas condiciones, las  $F_1$  producirían 10.124; 463,7 y 351,3 kg/ha de leche, grasa y proteína, superando al FN en 8,1; 17,0 y 11,6%, respectivamente. Esta tendencia es concordante, respecto de la producción de sólidos lácteos, con la esperada según los resultados obtenidos en Nueva Zelanda (Holmes y col 2002). La mayor discrepancia ocurre, no obstante, en PLSC, donde es dable esperar similares producciones por unidad de superficie con vacas FN o  $F_1$  (López-Villalobos y Garrick 2002). La superioridad del  $F_1$  obtenida en dicho carácter se explica principalmente por las mismas razones expuestas al discutir las producciones individuales.

En las condiciones de manejo en que se evaluaron las dos estirpes, las vacas  $F_1$  demostraron tener similar producción láctea y una mayor producción de sólidos, principalmente materia grasa, con relación al FN. Estas características, asociadas a un menor peso vivo, una tendencia a alcanzar mayores consumos por unidad de peso y a una mejor utilización de la proteína cruda y principalmente de la energía metabolizable, le otorgan al  $F_1$  una mayor eficiencia biológica comparada con el FN. Las aptitudes mencionadas le confieren a las mestizas ventajas comparativas especialmente en sistemas donde se premia la producción y contenido de sólidos lácteos.

El comportamiento de las mestizas, hijas de padre J y madre FN obtenidas en este ensayo, no debe considerarse como una estimación válida del nivel de productividad factible de obtener con un cruzamiento rotacional doble, donde participen ambas razas, cuando se alcance el estado de equilibrio. Los motivos radican en que por el diseño empleado no es posible estimar ni los efectos maternos, ni la magnitud de la heterosis. La confirmación de estos resultados en grandes poblaciones haría altamente recomendable la segmentación de las distintas etapas requeridas para producir leche, donde los productores pudiesen acceder a hembras de reemplazo de predios especializados en este rubro. Otra opción podría ser la implementación de cruzamientos estáticos de tipo terminal, en los cuales un porcentaje de las vacas FN fueran cubiertas con germoplasma J. Esta alternativa es menos promisoría en producción de leche que en producción de carne bovina, dado que la longevidad es menor en los rebaños lecheros, lo que incrementa la tasa de reposición. Este hecho dejaría, por consiguiente, no más de un 30 a 40% de vacas disponibles para generar vientres  $F_1$ . En bovinos de carne, esta opción se recomienda en grandes rebaños, con el fin de que la variación por efecto del azar en la proporción de machos y hembras nacidos sea despreciable y, de esta forma, poder asegurar que a lo menos un 50% de las vacas sea posible destinar a este propósito.

Los resultados presentados entregan información de características productivas obtenidas en vacas primíparas. Las ventajas del tipo de mestizas estudiadas, o de las que se podrían obtener en un cruzamiento rotacional doble al equilibrio, se incrementarían, posiblemente, por la respuesta en otras características funcionales. Desde este punto de vista, la longevidad puede adquirir una importancia relevante al comparar estos biotipos en función de su eficiencia económica, evaluada por unidad de superficie.

## RESUMEN

Con la finalidad de evaluar productividad, consumo y eficiencia biológica en vacas Frisón Neozelandés (FN) y  $F_1$  Jersey-Frisón Neozelandés a pastoreo, se emplearon 23 vacas FN y 24  $F_1$ , primíparas, paridas entre el 23/7 y el 27/9 de 2001, en la Estación Experimental Oromo, Universidad de Chile, X Región. La información se recopiló en tres períodos, de 21 días cada uno. Al inicio de estos, las vacas se encontraban en 66, 126 y 220 días de lactancia. Los animales fueron pesados diariamente con el fin de obtener el peso vivo (PV) promedio y la tasa de variación del peso. La producción de leche (PL) se midió nueve veces por período, obteniéndose semanalmente una muestra para determinar contenido de grasa y proteína. El consumo de materia seca de la pradera (CMS) se estimó relacionando los requerimientos totales diarios de energía metabolizable (RTEM) y el contenido de ésta en la materia seca ingerida (CEMP); por tanto  $CMS = (RTEM/CEMP)$ . RTEM se estimó empleando las ecuaciones descritas por AFRC (1993). La materia seca ingerida en cada período se caracterizó mediante el análisis de una muestra, compuesta de 30 submuestras,

obtenidas manualmente. En cada muestra se determinó CEMP, energía y proteína bruta. Se utilizó un diseño factorial, con los efectos tipo racial y período y observaciones repetidas en el tiempo. La PL fue similar llegando a 18,2 y 17,6 kg/vaca en  $F_1$  y FN; respectivamente ( $P = 0,3581$ ). El  $F_1$  tuvo un tenor graso de 45,8 g/kg, superando al FN en 8,3% ( $P = 0,0094$ ). Las  $F_1$  aventajaron a las FN ( $P = 0,0156$ ) en producción de grasa (12,1%), producción de proteína (6,6%), contenido energético del kg de leche (4,9%), energía contenida en la producción total diaria (8,3%); PL corregida a 4% de materia grasa (8,3%) y PL corregida por sólidos (8,3%). El PV del FN fue de 435,6 kg/vaca, valor que superó en 45 kg al  $F_1$  ( $P = 0,0001$ ). En las producciones por unidad de PV vivo, las diferencias entre ambos biotipos fueron muy significativas ( $P = 0,0001$ ) en favor de  $F_1$ . Las mayores diferencias se observaron en producción de grasa (24,6%) y PL corregida a 4% de materia grasa (20,5%). Los valores de CMS no difirieron significativamente ( $P = 0,1642$ ). Sin embargo, al expresarlos en relación a 100 kg de PV el valor de  $F_1$  tendió a ser de mayor magnitud ( $P = 0,0615$ ). La PL y sólidos lácteos por unidad de CMS fueron altamente significativas ( $P = 0,0284$ ) a favor del  $F_1$ . La mayor superioridad se obtuvo en materia grasa (17,4%), donde el  $F_1$  alcanzó un valor de 63,88 g/kg de CMS. El cociente entre la producción de proteína láctea y proteína cruda ingerida arrojó valores de 32,70 y 29,33% ( $P = 0,0003$ ). En  $F_1$  la valoración energética de la PL diaria representó un 37,13% de la energía metabolizable consumida, aumentando a 41,38% al corregir por el aporte de reservas corporales. Estos valores fueron menores ( $P = 0,0002$ ) en las FN. Se concluyó que la mayor producción de sólidos lácteos, menor PV y mejor utilización de la proteína cruda y energía metabolizable le otorgan al  $F_1$  una mayor eficiencia biológica respecto del FN. Las aptitudes mencionadas le confieren a las mestizas ventajas comparativas en sistemas donde se premia la producción y contenido de sólidos lácteos.

## REFERENCIAS

- Ahlborn-Breier G, W Hohenboken. 1991. Additive and nonadditive genetics effects on milk production in dairy cattle: Evidence of major individual heterosis. *Journal of Dairy Science* 74, 592-602.
- AFRC. 1993. Energy and protein requirements of ruminants. CAB international, Wallingford, UK, 159 p.
- Baker R. 1985. Estimating herbage intake from animal performance. En: J. D. Leaver, ed. *Herbage Intake Handbook*. The British Grassland Society, Hurley, UK, pp. 77-93.
- Brade W. 1992. Crossbreeding effects in the development of the synthetic Black and White dairy cattle in East Germany. *Livestock Production Science* 32, 203-218.
- Bryant J, N López-Villalobos, CW Holmes, G Pitman, I Brookes. 2003. Effect of genetic merit on the estimated partitioning of energy towards milk production or liveweight gain by Jersey cows grazing on pasture. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 63, 69-72.
- Cody R, J Smith. 1991. *Applied statistics and the SAS programming language*. Elsevier Science Publishing, Amsterdam, The Netherlands, 403 p.
- Forbes J. 1986. *The voluntary food intake of farms animals*. Butterworths & Co., London, UK, 206 p.
- González VH, X García, JC Magofke, A Cuevas. 2002. Comparación de diferentes cruzamientos entre Frisón Negro Chi-

- leno con Frisón Neozelandés y Holstein Americano. *Archivos de Zootecnia* 195, 303-314.
- González VH, JC Magofke, F Mujica, X García. 1997. Efectos no genéticos que influyen en la eficiencia reproductiva de un rebaño lechero con parición estacional en la X Región. I: Vaquillas. *Avances en Producción Animal* 22, 41-48.
- González VH, JC Magofke. 2003. Cruzamientos y producción de leche. I: Cruzamientos en bovinos de leche. En: Teuber, N., H. Uribe, L. Opazo, eds. Seminario Hagamos de la Lechería un Mejor Negocio. Serie Actas INIA, N° 24, pp. 41-50.
- Holmes CW, I Brookes, D Garrick, D Mackenzie, T Parkinson, G Wilson. 2002. Milk production from pastures. Massey University, Palmerston, New Zealand, 602 p.
- Le Du Y, P Penning. 1985. Animal based techniques for estimating herbage intake. En: J. D. Leaver, ed. *Herbage Intake Handbook*. The British Grassland Society, Hurley, UK. pp. 37-75.
- L'Huillier P, C Parr, A Bryant. 1988. Comparative performance and energy metabolism of Jerseys and Friesians in early-mid lactation. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 48, 231-235.
- LIC. Livestock Improvement Corporation. 2003. *Dairy statistics 2001-2002*. Hamilton, New Zealand, 45 p.
- López-Villalobos N, D Garrick, C Holmes, H Blair, R Spelman. 2000. Profitabilities of some mating systems for dairy herds in New Zealand. *Journal of Dairy Science* 83, 144-153.
- López-Villalobos N, D Garrick. 2002. Economic heterosis and breed complementary for dairy cattle in New Zealand. *Proceedings 7th World Congress Genetics Applied to Livestock Production*. Communication 01-37.
- Mackle T, Parr C, G Stakelum, A Bryant, K Macmillan. 1996. Feed conversion efficiency, daily pasture intake, and milk production of primiparous Friesian and Jersey cows calved at two different liveweight. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 39, 357-370.
- Magofke JC, H González. 1999. La raza Jersey en relación a otros biotipos para producción de leche. En: Latrille, L. ed. *Producción Animal*. Serie B-22. Universidad Austral de Chile, Valdivia, pp. 36-61.
- Montaño-Bermúdez M, M Nielsen, G Deutscher. 1990. Energy requirements for maintenance of crossbred beef cattle with different genetic potential for milk. *Journal of Animal Science* 68, 2279-2288.
- Riveros E, M Triviño. 1995. Efecto de diferentes niveles de humedad sobre las características productivas de praderas templadas. II: Pradera sembrada. *Avances en Producción Animal* 20, 57-66.
- Thomson N, J Kay, A Bryant. 2001. Effect of stage of lactation on the efficiency of Jersey and Friesian cows at converting pasture to milk production or liveweight gain. *Proceedings New Zealand Society of Animal Production* 61, 213-216.
- Taylor C, A Moore, R Hiessen. 1986. Voluntary food intake in relation to bodyweight among British breeds of cattle. *Animal Production* 42, 11-81.
- Tyrell H, J Reid. 1965. Prediction of the energy value of cow's milk. *Journal of Dairy Science* 48, 1215-1223.
- Viglizzo E. 1981. *Dinámica de los sistemas pastoriles de producción de leche*. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina, 125 p.