



LAS ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO GENETICO DEL GANADO LECHERO EN URUGUAY: COINCIDENCIAS Y CONTRADICCIONES

Dr (MSc) Daniel Laborde.
dlaborde@adinet.com.uy

INTRODUCCION

La mejora genética del ganado lechero es una de las herramientas fundamentales para el logro de una producción lechera eficiente y competitiva. En los países desarrollados, el hecho de tener objetivos de selección adecuados a sus condiciones de producción, asociado a un acertado uso de los recursos genéticos les ha permitido acumular un progreso genético del orden del 0.8 al 1.5% al año para producción de leche (Dillon y Buckley, 1998). A modo de ejemplo, en Gran Bretaña, el rodeo lechero mejora su producción promedio en 200 lts año, siendo el progreso genético responsable de un 50% de ese incremento en producción (Pryce y col, 2004). Del mismo modo, la mejora genética ha explicado un 80% del incremento en la producción de sólidos por vaca observada en los últimos 50 años en Nueva Zelanda (Holmes y col, 2002).

En nuestro país la mejora genética del ganado lechero ha sido interpretada como sinónimo del uso de semen importado. Anualmente se importan unas 190.000-250.000 dosis para ganado lechero en Uruguay, siendo Estados Unidos y Canadá los principales orígenes de las mismas (Fuente: Cámara de Importadores de Semen). Sin embargo, a pesar del esfuerzo económico, el progreso genético del ganado lechero en Uruguay no ha superado los 15-20 lts por vaca al año (Rovere, comunicación personal). Esta tasa anual del orden del 0.18 al 0.20 %, están muy lejos de las logradas en los países desarrollados y muestran que la inversión en genética realizada por el promedio de los productores lecheros uruguayos ha sido muy poco rentable frente al potencial de la herramienta.

Sin embargo, nuestros problemas no solo se reducen al tema de la tasa de mejora genética. Más grave aún es la no existencia de una definición clara sobre cuales son las características de importancia económica a seleccionar que impiden por tanto definir cualquier objetivo de selección. Este artículo revisa algunas características que deberíamos comenzar a considerar en la búsqueda de la vaca lechera que más se adapte a nuestros sistemas de producción. El objetivo principal es generar la discusión sobre hacia donde se debería dirigir la selección del ganado lechero en nuestros sistemas productivos.

Vacas de alto mérito genético (AMG) versus vacas de bajo mérito genético (BMG): ¿ cómo se explica la mayor eficiencia de conversión?.

La diferencia más importante entre las vacas de alto y bajo mérito genético es que las primeras producen más leche y sólidos que las segundas (Grainger y col, 1985; Fulkerson, 2000). Esta es una verdad absoluta tanto para los sistemas basados en un uso muy intensivo de concentrados como para los sistemas pastoriles (Custodio, 1983; Grainger y col, 1985; Dillon y Buckley, 1998; Fulkerson y col, 2000; Bryant y col, 2003). Sin embargo,

lo más importante es identificar las razones que explican este hecho, en principio, tan obvio.

Independientemente del sistema de alimentación, las vacas AMG consumen más kilos de MS que las vacas BMG y son más eficientes en la transformación de esos kilos de MS en leche (Grainger y col, 1985; Dillon y Buckley, 1998). Esa mayor eficiencia no está dada por una mayor capacidad en la digestión de nutrientes (Custodio, 1983; Mayne y Gordon, 1995) tampoco en una mayor habilidad para "metabolizar" la energía bruta (Trigg y Parr, 1981) ni en una mayor capacidad para transformar la energía "metabolizable" en leche (Trigg y Parr, 1981). La mayor eficiencia de las vacas AMG está explicada en una capacidad distinta en como realizan la partición de nutrientes en distintos momentos de la lactancia (Bauman y col, 1985). A modo de ejemplo, Bryant y col (2003) comparando vacas Jersey de alto y bajo mérito genético en condiciones de pastoreo, concluyeron que las vacas AMG "particionaron" una mayor proporción de los nutrientes hacia la producción de leche en lactancia temprana (0,67 vs 0,63), lactancia media (0,58 vs 0,56) y lactancia tardía (0,54 vs 0,51). Al mismo tiempo, en la medida que las vacas AMG producen más leche y sólidos, diluyen los costos de mantenimiento, factor que también contribuye a la mayor eficiencia de conversión (Holmes y col, 2002).

Las vacas AMG están genéticamente predispuestas a movilizar reservas para producir leche aún en aquellas situaciones de restricción en la cantidad de alimento ofrecido. El uso de las reservas corporales para producir leche en el primer tercio de lactancia es una adaptación demostrado por las vacas lecheras luego de cientos de años de selección por producción (Blake y Custodio, 1984). La diferente habilidad en como "particionar" los nutrientes y movilizar reservas, explica el hecho de que las vacas AMG pierden más kilos de peso y condición corporal o ganan menos kilos y condición durante la lactancia (Grainger, 1985; Dillon y Buckley, 1998; Fulkerson y col, 2002; Bryant y col, 2003). Esa mayor pérdida de kilos y estado corporal especialmente en la lactancia temprana, se asocia a la reducción observada en la fertilidad de las vacas AMG (Burton y Harris, 1999; Dillon y Buckley, 1998). Si bien las vacas AMG consumen más kilos de MS, el incremento en los requerimientos de energía asociado al mayor mérito genético aumenta más rápido que la capacidad de consumo (Oldham, 1995). Como consecuencia, el balance entre la energía consumida y energía requerida se hace más negativo, lo cual aumenta el estrés metabólico de las vacas AMG, impactando negativamente sobre los distintos eventos reproductivos así como algunos otros aspectos sanitarios (Oldham, 1995). Estos conceptos aparecen resumidos en los resultados obtenidos en Australia (Cuadro 1) por Fulkerson y col (2000), donde vacas de alto y bajo mérito genético se manejaron en condiciones de pastoreo pero con distinto nivel de suplementación (0.34 y 1.7 toneladas por lactancia). Independientemente del nivel de alimentación, las vacas AMG produjeron más, tuvieron menor condición, perdieron más kilos, y especialmente cuando se usó menos concentrado, la tasa de preñez final fue menor.



Cuadro 1. Producción de leche, pérdida de peso, condición corporal promedio y performance reproductiva de vacas de alto y bajo mérito genético manejadas bajo pastoreo pero con dos niveles de suplementación (adaptado de Fulkerson, 2000).

	AMG	AMG	BMG	BMG
Concentrado (ton)	0.34	1.7	0.34	1.7
Lts / lactancia	4953	6451	4508	5776
Pérdida de peso (kg)	-28	-16	-18	-8
CC promedio	4.3	4.8	4.7	5.1
Parto-1 ^a celo	74	68	63	53
% Preñez Final	70	81	83	84

El ensanchamiento de la brecha entre energía consumida y energía requerida en lactancia temprana es un fenómeno más grave aún en los sistemas de producción de bajo costo donde el forraje es el componente principal de la dieta. En este tipo de sistemas, la capacidad de incrementar el consumo de las vacas AMG está fuertemente limitada aún en situaciones en que las condiciones de la pastura permiten maximizar el consumo (Kolver y Muller, 1998). El Cuadro 2 muestra los resultados de un ensayo en el que se comparó la producción y el consumo de vacas Holstein Americanas de alto mérito genético que previo al mismo estaban produciendo 46 lts de leche en situación de ración mezclada total (RMT) y confinamiento. Al comenzar el trabajo, la mitad de ellas continuaron siendo manejadas en condiciones de RMT en confinamiento y la otra mitad pasaron a ser manejadas bajo condiciones de pastoreo ad-libitum (con asignación diaria de 60 kg de Materia Seca (MS)/vaca, disponibilidad pre-pastoreo y pos-pastoreo, 2800 y 1800 kg de MS, respectivamente). Las vacas en pastoreo no pudieron consumir más de 19 kilos de MS y produjeron una parte importante de la leche, a partir de sus reservas, lo que se reflejó en la pérdida de 1 punto de condición corporal en 100 días (Kolver y Muller, 1998). Un 62% (9.5 lts) de la diferencia en producción de leche estuvo explicada en la capacidad de las vacas manejadas en confinamiento y RMT de consumir 4.5 kilos más de MS por día, 24 % (3.7 lts) por los mayores costo de caminata y pastoreo y un 7% (1.1 lts) por mayores costos de excreción de urea. Los resultados de este trabajo son concluyentes acerca de las dificultades de las vacas de muy alto mérito genético y seleccionadas en condiciones de RMT en ser sustentables en sistemas puramente pastoriles o con bajo uso de concentrados.

Cuadro 2. Consumo de kilos de MS y producción de vacas Holstein Americanas manejadas en condiciones de pastoreo o RMT en confinamiento (adaptado de Kolver y Muller, 1998).

	Pastoreo	RMT
Consumo (kg de MS)	19.0	23.4
Lts de Leche/día	29.6	44.1
Kg de Proteína/día	0.77	1.22
Kg de Grasa/día	1.10	1.52
Peso luego de 100 días tratamiento (kg)	562	597

LA INTERACCION GENETICO-AMBIENTE

En la década del 70 y principios de los 80, eran comunes las afirmaciones de que la interacción genético-ambiente no existía en la lechería. De acuerdo a ese concepto, las hijas de los mejores toros serían las mejores productoras, independientemente del sistema de producción en el que se hubiesen seleccionado los toros padres o en el cual las hijas hubiesen desarrollado sus lactancias. Sin embargo, algunos trabajos llevados adelante hacia finales de la década de los 80 comienzan a hacer dudar de aquella afirmación tan contundente. El ranking de toros canadienses clasificados de acuerdo a la producción de sus hijas produciendo en condiciones de ración mezclada total no era igual al ranking de los mismos toros canadienses evaluados en función de la producción de sus hijas, produciendo en base a pastura en Nueva Zelanda. Lo mismo sucedía con los toros seleccionados en Nueva Zelanda una vez que sus hijas eran evaluadas en Canadá, en condiciones de RMT y confinamiento (Peterson, 1988). Del mismo modo, Carabano y col, citado por Fulkerson y col (2000), reportan una muy baja correlación entre las pruebas de los toros americanos en USA con la prueba de los mismos toros en España.

Trabajos recientes confirman la existencia de interacción genético-ambiente en sistemas de producción de leche pastoriles (Fulkerson y col, 2000; Kolver y col, 2002; Bryant y col, 2003). En condiciones de feed-lot, las vacas Holstein-Friesian americanas y holandesas fueron más pesadas, produjeron más litros de leche, más kilos de proteína y kilos de grasa, ganaron menos kilos de peso durante lactancia, terminaron la lactancia con menor CC y mostraron un mayor % de vacas vacías que las vacas Holstein-Friesian neocelandesas (Cuadro 3). Sin embargo, en condiciones de pastoreo, no existieron diferencias en producción de sólidos (grasa + proteína), las vacas Holstein-Friesian americano terminaron sus lactancias con muy bajo estado corporal y con un muy alto porcentaje de vacas vacías. La interacción genético-ambiente se observó para producción de leche, kilos de sólidos, eficiencia en la conversión de kilos de Materia Seca en kilos de sólidos, ganancia de peso durante la lactancia y el porcentaje de vacas vacías. La tendencia de esa interacción fue a favor de las vacas Holstein Friesian holandesas y americanas en condiciones de feed-lot y de las Holstein-Friesian neocelandesas en condiciones pastoriles (Kolver y col, 2002). En condiciones de pastoreo, las diferencias observadas aparecen asociadas a las dificultades en aumentar el consumo de pasto, especialmente en lactancia temprana, que mostraron las vacas Holstein Friesian americanas y holandesas respecto a las vacas neocelandesas. Al no poder consumir más pasto no pueden expresar su potencial productivo ni satisfacer sus mayores requerimientos de mantenimiento (Kolver y col, 2002). En condiciones de feed-lot, las vacas holandesas y americanas lograron mantener mayores consumos a lo largo de toda la lactancia, lo que explica el mejor comportamiento productivo en ambientes donde la disponibilidad de forraje y concentrados no es limitada. Estos resultados logrados en ambientes experimentales reducidos y muy controlados, confirmaron información muy consistente extraída a partir del análisis de los registros de cientos de miles de vacas comerciales en NZ (Cuadro 4). En condiciones pastoriles, las vacas con un mayor porcentaje de genética Holstein-americano son más grandes, producen más litros de le-



che y similares cantidades de sólidos respecto a las vacas con una mayor proporción de genética neocelandesa y sus diversos cruzamientos (Harris y Kolver, 2001). Al mismo tiempo, las primeras tienen una menor eficiencia reproductiva y menor longevidad que las vacas con un mayor porcentaje de Holstein-Friesian neocelandés o las vacas cruzas (Harris y Kolver, 2001).

Cuadro 3. Promedio de producción de kilos de sólidos y litros de leche, eficiencia de producción de sólidos, peso vivo y condición corporal de vacas Holstein Friesian americanas y holandesas (OS) y Holstein Friesian neocelandesas (NZ) en condiciones de pastoreo y ración mezclada total (RMT) (adaptado de Kolver y col, 2002).

Genotipo	NZ		OS		Probabilidad Estadística		
	Pastura	RMT	Pastura	RMT	Genotipo	Dieta	Interacción
Días lactancia	300	300	298	298	0.851	0.952	0.985
Lts leche	5300	7304	5882	10097	0.001	0.001	0.003
Kgs sólidos	465	602	459	720	0.082	0.001	0.011
Eficiencia (kgs sólidos/kg peso0.75)	4.42	5.26	3.97	5.72	0.147	0.001	0.032
Peso Promedio(kg)	495	556	565	634	0.001	0.001	0.438
Ganancia Peso en lactancia (kg)	44	92	-20	77	0.042	0.001	0.039
CC al final lactancia	5.0	7.6	4.6	6.1	0.004	0.012	0.732
% vacas vacías	7	14	62	29	0.042	0.104	0.023

Cuadro 4. Producción en condiciones comerciales de lts de leche, kg de grasa y proteína, peso vivo, % de preñez a inseminación artificial y % de vacas que persisten hasta la 5ª lactancia de distintos materiales genéticos en Nueva Zelanda respecto al promedio de la población (adaptado de Harris y Kolver, 2001).

	Vaca Promedio	NZ-HF ¹	USA-H ²	J ³	NZHF-J ⁴	USAH-J ⁵	NZHF-USAH ⁶
Lts leche	257	+ 25.7	+ 414	-434	147	157	67
Kg Grasa		+ 2.6	+ 4.5	-0.2	+ 7.5	+ 9.6	+ 2.6
Kg Proteína		-1.2	+ 6.5	-8.9	+ 5.5	+ 6.2	+ 2.1
Peso (kg)	381	+ 13.2	+ 57	-44	9	10	5
% Preñez a IA	60	0.6	-13.4	0.1	6.6	10.1	3.3
% de Persistencia a 5ª Lactancia	56	3.6	-23	-1.8	9.6	18.3	6.3

¹ Holstein Friesian de Nueva Zelanda ² Holstein Americano ³ Jersey ⁴ Cruza Holstein Friesian de Nueva Zelanda con Jersey ⁵ Cruza Holstein Americano con Jersey ⁶ Cruza Holstein Friesian de Nueva Zelanda con Holstein Americano

En Australia, Irlanda y el Reino Unido, bajo distintos diseños experimentales se han estado comparando el comportamiento productivo y reproductivo de vacas de mérito genético alto y medio en "ambientes productivos" con mayor y menor uso de insumos en la dieta (Fulkerson y col, 2000; Dillon y Buckley, 1998; Veerkamp y col, 1999)

En todos los casos y en todos los "ambientes producti-

vos" las vacas de alto mérito genético produjeron más litros de leche y más kilos de grasa y proteína que las de mérito genético medio. De la misma manera, en todos los casos se reportó una mayor eficiencia de conversión y una mayor respuesta al uso de los concentrados en las vacas de alto mérito genético. Sin embargo, las diferencias productivas se reducen a medida que disminuye el nivel de insumos utilizados (básicamente kilos de concentrado por lactancia). El "efecto escala" del mérito genético al ser manejado en sistemas de producción con un nivel reducido de insumos ha sido reportado por distintos autores (Cromie, 1999; Fulkerson, 2000). En otras palabras, las diferencias esperadas en producción de litros de leche y kilos de sólidos de las hijas de toros

probados en condiciones de muy alto uso de insumos se verán notoriamente reducidas cuando las hijas de esos mismos toros son utilizados en sistemas de producción con bajo uso de insumos como los sistemas pastoriles. Estos trabajos en los que se ha comparado vacas de mérito genético alto y medio, han demostrado también

una interacción negativa entre el mérito genético y la performance reproductiva (Pryce y col, 2004). Las vacas de alto mérito genético demoran más en quedar preñadas y requieren un mayor número de servicios por concepción (Fulkerson y col, 2000; Dillon y Buckley, 1998; Pryce y col, 2004). Esa interacción negativa tiende a agravarse en los "ambientes productivos" más restrictivos, lo que tendería a indicar que parte (pero no un 100%) de esos problemas se solucionarían con un mejor manejo y con una mejor alimentación en cantidad y calidad.

A modo de resumen, parece claro que al seleccionar



exclusivamente por producción, estamos seleccionando vacas que tienen la capacidad de "particionar" una mayor parte de los nutrientes y de destinar sus reservas corporales hacia la producción de leche. En esa situación la eficiencia reproductiva puede verse reducida. Esa tendencia se va a ver agudizada en la medida que se continúe incrementando el mérito genético exclusivamente para producción sin incrementar la cantidad y calidad de insumos de alimentación al sistema de producción en el cual las vacas AMG desarrollan sus lactancias. La rentabilidad económica de usar insumos en mayor cantidad y de mayor valor va a estar muy asociado al precio de leche recibida por el productor. En sistemas de producción de leche como en Uruguay, donde una parte importante de la competitividad en el mercado internacional de lácteos está basada en el bajo costo de producción, existe un límite en hasta donde mejorar la alimentación en forma rentable. La pregunta es si:

¿adecuamos el sistema a la vaca que se ha venido seleccionado o seleccionamos la vaca para el o los sistemas más rentables de producir leche?

Seguramente sea necesario una solución inteligente a esa pregunta y muy posiblemente la respuesta vaya por el segundo de los 2 caminos posibles. Según lo afirmaba Rauw (1998): " independientemente de la especie, para que la selección sea más efectiva los animales deberían ser seleccionados en sus propios ambientes de producción ya que distintos ambientes tienen óptimos distintos. Tener en cuenta las diferencias en las condiciones ambientales a través de fórmulas matemáticas, puede resultar en una desviación del óptimo cuando los animales seleccionados como los mejores terminan produciendo en un ambiente que no puede satisfacer los recursos que estos necesitan para expresar su potencial genético y más aún cuando no se conocen los procesos fisiológicos que ese mayor potencial genético supone". En el marco de esa reflexión parece importante tener claro cuales deberán ser las características de importancia económica a tener en cuenta en nuestros esquemas de mejora genética.

Características de importancia económica a tener en cuenta en la selección del ganado lechero en los sistemas de producción de leche en Uruguay.

Composición de leche.

El Cuadro 5 muestra las estadísticas del sector lácteo uruguayo correspondientes al año 2002 (DIEA 2003). Más de un 70% de la leche industria fue utilizada en la elaboración de quesos y leche en polvo, ambos productos de menor contenido de agua que la leche. La composición promedio de la leche remitida fue de un 3.52% de grasa, 3.08% de proteína y un 87% de agua. Comparando el mix de productos lácteos procesados con la composición promedio de la leche remitida, resulta obvio que el bajo contenido de sólidos útiles por litro de leche está contribuyendo a un aumento de los costos industriales que debería reflejarse en el precio de leche recibido por el productor. A modo de ejemplo, si la composición promedio de la leche remitida hubiera sido 4% de grasa y 3.5% de proteína, esto hubiera representado 9 millones de litros de agua menos transportados, procesados y eliminados al medio ambiente. Parece claro de que en lo

que se refiere a definir cual es la composición de leche "ideal" como objetivo de selección es necesario sincronizar los objetivos de la industria con los de los productores.

Cuadro 5. Estadísticas del sector lácteo uruguayo, año 1998 y 2002 (adaptado de DIEA, 2003).

	2003
Total de litros remitidos a industria	1109 millones
Consumo leche fluida	214 millones
Elaboración de quesos y leche en polvo	648 millones
Porcentaje de proteína	3,08%
Porcentaje de grasa	3,52%

El estar produciendo leche con un bajo contenido de sólidos no solo aumenta los costos de la industria, también tiene implicancias directas para el productor. De acuerdo a Tyrrel y Reid (1962), la energía contenida en un litro de leche es:

$$\bullet E \text{ (MJ/kg)} = 0.0384 * (\text{g de grasa/kg de leche}) + 0.0223 * (\text{g de proteína/kg de leche}) + 0.0199 * (\text{g de lactosa/kg de leche}) - 0.108.$$

De acuerdo al ARC (1993), la energía requerida para producir leche es entonces:

$$\bullet \text{Energía requerida por día (MJ/día)} = (\text{Kg de leche diario} * \text{Costo Energético por kilo de leche}) / 0.6.$$

El Cuadro 6 muestra dos vacas con distinta producción de volumen de leche, pero similar producción de sólidos (grasa + proteína). Utilizando las ecuaciones anteriores, se estimaron los kilos de MS requeridos para producción. Tal como puede observarse en la última columna, la vaca A requirió 102 kgs de materia seca (MS) menos que la B. Este tipo de mejoras en la eficiencia parecen ser de poca relevancia cuando pensamos en términos de una vaca, pero son importantes cuando pensamos en términos del rodeo nacional. Este tema de la composición de leche es aún más relevante cuando los sistemas de pago tienden a dirigirse hacia valorizar en forma distinta la proteína de la grasa y a castigar el volumen de leche. A modo de ejemplo el sistema de pago actual de la leche industria en CONAPROLE (Cooperativa Nacional de Productores de Leche, Uruguay) es: U\$ 2.28 kg Proteína + U\$ 0.88 kg Grasa - U\$ 0.011 lt de volumen. De acuerdo a este índice la vaca A por producir la misma cantidad de sólidos en un menor volumen no solo requiere menos MS sino que aumenta los ingresos en U\$ 15 por lactancia.

Cuadro 6. Composición de leche y eficiencia (kg de sólidos lácteos/kg de MS consumida).

	Lts por lactancia	% Grasa + Proteína	% Grasa + Proteína	MS requerida (kg)
Vaca A	5000	7.5	375	2424
Vaca B	5769	6.5	375	2526



La mejora genética es la herramienta fundamental para modificar la composición de la leche en función de los objetivos de selección de los productores, los cuales deben estar alineados con los de la industria. Esto es particularmente importante para el caso de la proteína, donde el margen existente para modificar su contenido a través de la nutrición es muy reducido. Se debería dejar el énfasis actual que se tiene en lo que refiere a los litros de leche producidos para priorizar los kilos de proteína y grasa. Sin duda que la presentación de los primeros resultados de Evaluación Genética por Producción de Grasa y Proteína realizada por el INML (2003) marcaron un mojón importante en este aspecto. Para mantener el sistema e incrementar el volumen de resultados, se vuelve indispensable buscar alternativas de aumentar el número de vacas con análisis individuales de proteína y grasa. La importancia del tema obliga a dar una rápida respuesta a esta limitante principal.

Tamaño de vaca.

Los requerimientos de energía para mantenimiento y producción son los 2 más importantes en las vacas lecheras. Desde el nacimiento hasta la quinta lactancia, aún en vacas de alta producción, los requerimientos de mantenimiento representan un 56% de los requerimientos totales (Korver, 1988). Los mismos son estimados a partir de la ecuación:

$$\text{Req mantenimiento (MJ/día)} = 0.6 * \text{Peso}^{0.75} \text{ (Holmes y col, 2002)}$$

De acuerdo a esta ecuación, cuanto más pesadas las vacas, mayores son los requerimientos de mantenimiento que se deben de satisfacer. Por tanto lo ideal sería producir leche con vacas de muy poco peso. Sin embargo, el tema no es tan sencillo, pues existen correlaciones genéticas entre características de importancia. Por un lado existe una correlación media y positiva entre tamaño de vaca y producción (Ahlborn y Dempfle, 1992), de acuerdo a lo cual seleccionando solo por producción las vacas tenderían a aumentar de tamaño. La correlación es también alta y positiva entre tamaño de vaca y consumo (Veerkamp y col, 1996). Sin embargo otros autores han reportado una correlación baja pero negativa entre tamaño de vaca y eficiencia de conversión (Persaud y col, 1991).

Existen 2 programas de investigación de largo plazo que estudian los efectos del tamaño de vaca sobre la producción de leche, el consumo y la reproducción. Lo interesante es que cada uno de dichos trabajos se realizan bajo condiciones marcadamente diferentes. En Nueva Zelanda, Holmes y col (1999) desarrollaron a partir de 1988 dos líneas genéticas de vacas Holstein Friesian con similar potencial de producción de leche pero que diferían en 40-50 kilos promedio (Cuadro 7). Ambas líneas se han manejado en condiciones estrictamente pastoriles. Por otro lado, en Minnesota, desde hace 30 años se han seleccionado 2 líneas de vacas que difieren en peso y altura (Cuadro 8). Dichas vacas se han mantenido en condiciones de feed-lot. En ambos casos, para generar ambas líneas se utilizaron toros con similar potencial genético para producción de leche pero con diferente valor genético para tamaño de vaca..

En Nueva Zelanda (Cuadro 7), en condiciones pastoriles, si bien la línea pesada produjo más sólidos que la liviana,

como también consumió más kilos de MS, no existieron diferencias en la eficiencia de conversión (Laborde y col, 1998, Holmes y col, 1999). Estudios recientes han indicado que la caída en consumo generada al seleccionar vacas de menor tamaño, es menor a la disminución en los requerimientos de mantenimiento de dichas vacas (Caicedo Caldas y col, 2001). En el trabajo americano (Cuadro 8), no se encontraron diferencias en producción de leche (Hansen y col, 1999) y la diferencia en consumo a favor de las pesadas correspondió exactamente a sus mayores requerimientos (Yerex y col, 1988).

Cuadro 7. Peso maduro, producción de grasa y proteína, consumo requerido, eficiencia de conversión y concepción a primer servicio de 2 líneas de Vacas Holstein Friesian que difieren genéticamente por peso (LL: liviana LP: pesada).

	Pesada	Liviana	Significancia
Peso Maduro (kg)	516	470	**
Sólidos (kg)	364	348	**
Consumo Requerido (kg MS)	4349	4022	**
Conversión (kg sólidos /tonelada MS)	84	86	NS
Concepción a primer servicio (%)	59	70	*

Independientemente del sistema de producción (Cuadro 7 y 8) las vacas de la línea pesada mostraron consistentemente una menor fertilidad frente a las livianas (Laborde y col, 1998, Hansen y col, 1999). Al mismo tiempo, las vacas pesadas fueron menos longevas que las livianas, siendo los problemas podales la principal causa de refugio (Hansen y col, 1999).

Cuadro 8. Peso, altura, producción, concepción a primer servicio y longevidad de las dos líneas Holstein que se seleccionaron por peso en Minnesota (adaptado de Hansen y col, 1999).

	Pesada	Liviana	Significancia
Peso Posparto (kg)	664	596	**
Altura (cm)	137	130	**
Producción (lts)	9578	9820	NS
Servicios por concepción	2.08	1.79	*
Longevidad (días)	570	658	*



Los trabajos NZ como americanos parecen confirmar que aumentando el tamaño del ganado lechero las vacas no van a ser más eficientes, van a tener mayores problemas de fertilidad y van a ser menos longevas. Por otro lado es claro que teniendo 2 vacas de distinto peso y similar producción, la vaca más liviana es más eficiente por tener menores requerimientos de mantenimiento, lo cual fue experimentalmente demostrado por Holmes y col (1993). El cuadro 9 ilustra sobre cuantos kilos más de sólidos tiene que producir una vaca pesada para ser tan eficiente como una vaca liviana. Nuevamente aquí las diferencias se hacen importantes y significativas cuando dejamos de pensar en términos de vaca individual para hacerlo en términos de rodeo.

Cuadro 9. Efecto del peso de la vaca y la producción de sólidos sobre la eficiencia de conversión.

Peso (kg)	MS/día (año)	MS/año	Sólidos (año)	Sólido req (por día)
520	6.5	2372	53	0.17
470	5.8	2117	28	0.09
486	5.9	2153	33	0.10
453	5.7	2080	18.3	0.06
420	5.3	1934	0	0

Eficiencia reproductiva.

Una adecuada eficiencia reproductiva es de fundamental importancia en sistemas de producción de leche como los uruguayos en los que el pasto es parte importante de la dieta, las producciones individuales son bajas a medias y además existen precios diferenciales a lo largo del año por la leche remitida. A nivel mundial (Cuadro 10), la evolución histórica de los distintos indicadores reproductivos muestran una constante caída de los mismos que es coincidente con la mejora genética del ganado Holstein. Diversos trabajos han determinado que al aumentar el mérito genético, las vacas Holstein demoran más en preñar (Lucy, 2001; Pryce y Veerkamp, 1999; Macmillan y col, 1996). La creciente "Holsteinización" del ganado lechero mundial ha llevado a un aumento importante en los volúmenes de leche producidos por vaca, pero la fertilidad a primer servicio a caído en forma muy importante. Esto es lo reportado en USA (Lucy, 2001), Irlanda (Roche, y col 2000), Gran Bretaña (Royal y col, 2000), Australia (Macmillan y col, 1996) y Nueva Zelanda (Harris y Kolver, 2001). Estos datos obtenidos son coincidentes con las distintas correlaciones fenotípicas y genotípicas encontradas entre producción y desempeño reproductivo (Cuadro 11).

Cuadro 10. Evolución de distintas variables reproductivas asociadas al incremento del mérito genético a lo largo de los años en distintos países.

Pais	Cita	Variable	1970 1980	1995 2000
NZ	Burton y col, 1999	% celo detectado	94%	82%
UK	Lamming y col, 1998	Concepción a 1º servicio	51%	40%
USA	Lucy, 2000 Butler y col, 1998	IIP Concepción a 1º Servicio	13-13.5 65 %	14.5-15 40%
Irlanda	O'Farrel, 1998	Concepción a 1º Servicio	60%	49%

Cuadro 11. Correlaciones genéticas entre distintos indicadores de eficiencia reproductiva y producción de leche.

	Correlación genética
Producción y días a primer servicio (Veerkamp, 1999)	0.51
Producción de proteína y fertilidad (Lindhé y Philipsson, 1999)	-0.37
Producción e intervalos reproductivos (Grosshans y col, 1998)	0.15 - 0.25

Las razones para explicar este fenómeno son sencillas. Anteriormente en esta misma revisión, se hizo referencia a que las vacas genéticamente superiores producen más porque destinan mayor cantidad de nutrientes a producir leche y no a acumular reservas. Si bien también las vacas superiores comen más, este consumo no alcanza a satisfacer sus mayores requerimientos y por tanto movilizan más reservas, tienen balances energéticos más negativos y mantienen menor condición corporal a lo largo de toda la lactancia. Snijders y col (2000) han reportado un efecto negativo de la baja condición corporal sobre la calidad de los embriones recuperados. Al mismo tiempo diversos autores han encontrado que las vacas lecheras de alto potencial para producir leche tienen menores niveles de progesterona en sangre porque "metabolizan" esta hormona a mayor velocidad (Lucy, 2001). Esta menor concentración de progesterona en sangre estaría también explicando parte de la menor fertilidad de dichas vacas. Además las vacas AMG presentan celos de manifestación más débil, evento que muy posiblemente esté asociado también a la existencia de un balance negativo más profundo (Lucy, 2001).

El incluir indicadores reproductivos dentro de los índices de selección ha sido visualizada como la alternativa a seguir, para detener esta disminución en la performance reproductiva de la vaca lechera moderna (Pryce y col, 2004; Macmillan y col, 1996). Las características reproductivas son de muy baja heredabilidad, pero tienen la propiedad de tener suficiente variabilidad genética para poder seleccionarse. En Suecia, en el índice de selección se incluye un índice de fertilidad desde el año 1975. Esto les ha permitido mantener constante la fertilidad del rodeo a pesar del aumento del mérito genético para producir leche (Lindhé y Philipsson, 1999). En Nueva Zelanda, desde el año 2002 la fertilidad de las hijas forma parte del Indicador Económico de Selección (BW). La lista de países que van a tener en cuenta indicadores de fertilidad en la selección de toros padres es creciente (Francia, Alemania, Irlanda, Holanda, Australia).

En nuestro país, como directos consumidores de la genética Holstein, sin tomar medidas, seguramente seguiremos observando un deterioro de la ya pobre performance reproductiva observada en gran parte de los rodeos comerciales. Esto a pesar de que las producciones promedios en nuestros rodeos distan mucho de las logradas por los establecimientos comerciales americanos. No nos deberíamos resignar a considerar como aceptables concepciones a primer servicio del orden del 40% o servicio por concepción superiores a 2. A los precios ac-

tuales de la leche, el no resignarse a esos pobres indicadores no es solo razón de sentido común, sino es una razón de sobrevivencia.

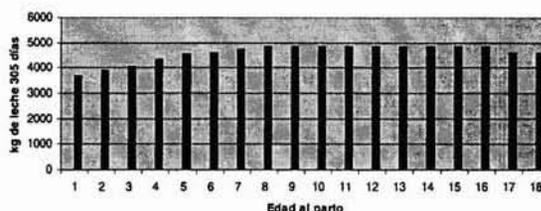
El desarrollo actual de los registros a nivel comercial no nos permite a la brevedad incluir indicadores de fertilidad como criterio de selección en los rodeos. Sin embargo, si tenemos que tener claro dos conceptos importantes. En primer lugar la importancia de esta característica para nuestros sistemas de producción. En segundo lugar es necesario reconocer la oportunidad que brinda el uso de un adecuado índice económico de selección (que deberá incluir un indicador de fertilidad) en el mantenimiento de la fertilidad de los rodeos. En ese marco es importante mejorar la registración de los eventos reproductivos a nivel comercial, así como también definir cual es el indicador reproductivo a seleccionar que más se adapta a la realidad de nuestros sistemas.

Longevidad.

Es conocido por todos el hecho de que la producción de leche por lactancia aumenta al aumentar el número de lactancias. Sin embargo es importante cuantificar la magnitud de dicha diferencia en nuestras condiciones de producción. La Gráfica 1 (adaptada de Ravagnolo y col, 1996) muestra la producción promedio en litros de leche por lactancia de acuerdo a la edad al parto de las vacas participantes en el esquema de evaluación genética del Instituto Nacional del Mejoramiento Lechero de Uruguay. Las vacas se clasificaron en grupo 1 (parto entre los 24-30 meses), grupo 2 (31-36 meses), grupo 3 (37-42 meses), grupo 4 (43-48 meses), grupo 5 (49-54 meses), grupo 6 (55-60 meses), grupo 7 (61-72 meses), grupo 8 (73-126 meses) y grupo 9 (mayor a 126 meses). A partir de esta información se puede observar que las vacas de primer cría producen en promedio casi un 20% menos que las vacas de quinta lactancia. Resultados similares han sido reportados más recientemente por Chilbroste y col (2003) en el marco del Programa Alimentación-Reproducción de Conaprole.

El análisis de la Gráfica 1 marca claramente que en nuestros sistemas las vacas no solo deben producir más grasa y proteína, sino que también deben ser longevas. En realidad, teniendo en cuenta las bajas tasas de mejora genética para producción de leche alcanzadas hasta el momento (a las cuales nos referimos en la introducción) podríamos afirmar que más importante que el progreso genético es que la vaca se mantenga en el tambo la mayor cantidad de lactancias posible. Buena longevidad de las vacas no solo permite al productor producir más leche sino también aumentar la presión de selección por otras características de importancia económica. Esta conclusión no es la misma para todos los sistemas de producción. En USA, donde las tasas de progreso genético son maximizadas, y el costo de una vaquillona de reposición es casi el mismo que el de una vaca de refugio (Macmillan y col, 1996), la longevidad de las vacas lecheras no es un elemento de relevancia. Es importante recordar que en USA las vacas no duran en promedio más de 2 lactancias (Hansen y col, 1999). Trabajos neocelandeses (Cuadro 2) han demostrado que al incrementarse el porcentaje de sangre Holstein americana en sus rodeos la longevidad de las vacas disminuye en forma significativa (Peterson, 1998; Harris y col, 2000).

Edad al parto y producción de leche.



Gráfica 1. Efecto de la edad al parto sobre la producción de leche (adaptado de Ravagnolo y col, 1996).

Nuestra preocupación por la longevidad de las vacas se ha reducido a seleccionar toros 'mejoradores' en ubres y patas lo cual es positivo, más allá de que difícilmente una adecuada conformación de los aplomos contribuya a reducir los problemas podales asociados a la mala infraestructura en caminería existente en nuestros tambos y al hecho de que nuestras vacas caminan 4 a 5 kms por día. El incluir una característica indicadora de sobrevivencia de las vacas en los rodeos dentro de un índice de selección parece muy importante en nuestras condiciones. Países como NZ y Australia ya lo han realizado (LIC, 1996; Genetic Australia, 2001), a pesar de que como sucede con las características reproductivas, la sobrevivencia evaluada como número de lactancias en el rodeo es una característica de baja heredabilidad pero de alta variabilidad genética.

¿ Que es más importante seleccionar el rodeo solo por producción de leche o a través de un índice de selección por mérito económico?

Los índices económicos de selección no son algo nuevo para la realidad agropecuaria en nuestros países, de hecho ya se han utilizado en otras especies. Estos índices económicos suponen la inclusión de más de una característica importante en un índice de selección. La importancia relativa de cada una de ellas va estar dada por el peso económico que sobre los ingresos y costos tengan las mismas dentro de un sistema de producción determinado. A modo de ejemplo, la característica de producción de kilos de proteína va a tener que tener un mayor peso proporcional que la producción de grasa en un índice económico de selección pues las industrias pagan mayor precio por la proteína que por la grasa. Inclusive las predicciones indican que esta realidad actual tenderá a mantenerse o acentuarse en el futuro. De la misma manera, el peso de los animales deberá tener una peso relativo que va a estar en función de los mayores costos de mantenimiento de las vacas pesadas pero también de los mayores ingresos que esas vacas pesadas van a generar al descartarse.

Junto con los Dres Dorian Garrick y Nicolás Villalobos (Universidad de Massey, Nueva Zelanda) se realizó la evaluación genética de 2 de los 4 rodeos del Establecimiento María Teresa Sur (30 de Agosto, Trenque Lauquen, Provincia de Buenos Aires). Este establecimiento tiene la particularidad de tener un rodeo en el cual existen vacas Holstein, Jersey y vacas cruzas HolandoX Jersey en distintos porcentajes. Por tanto, se calcularon los méritos genéticos para peso vivo y producciones por lactancia de leche, grasa y proteína de cada una de las vacas usando un modelo animal multiracial. Esto permitió que las vacas de razas puras o cruza pudieran ser



comparadas entre ellas debido a que los efectos de raza y heterosis fueron considerados en el modelo genético. La información analizada consistió en 4 controles lecheros con muestras individuales para grasa y proteína para cada una de las vacas del rodeo, y el peso de cada uno de los animales entre el tercer y quinto mes de lactancia. Se desarrolló un índice económico de selección en función de como los kilos de proteína y grasa, los litros de leche y los kilos de peso vivo afectan los ingresos y costos de producción del Establecimiento María Teresa Sur (Lopez Villalobos, Garrick, Laborde y Peluffo, 2000) . El mérito genético para peso vivo y producción de grasa, proteína y leche de cada una de las vacas fue incluido en ese índice de forma de poder categorizar las vacas no por cual produjo más litros de leche, sino por cuales fueron las vacas más rentables.

El cuadro 12 muestra la posición en el "ranking" de vacas de acuerdo a su mérito genético para producir leche o de acuerdo al índice económico de selección. Tal como puede verse la vaca número 1 por mérito genético para producir litros de leche fue la vaca 188 en cuanto a vaca más rentable. En el caso del tambo 2 la vaca 1 por volumen fue la vaca 326 de acuerdo al índice y así sucesivamente. La pregunta entonces que cabe hacerse :

¿Nuestras estrategias actuales de selección por mérito genético estarán seleccionando las vacas más rentables o solo las vacas que producen más litros de leche?

Cuadro 12. Ranking de vacas en María Teresa Sur según estas se clasifiquen de acuerdo al mérito genético para producir litros o en función de un índice de selección.

Tambo 1		Tambo 2	
Lts	Índice Económico	Lts	Índice Económico
1	188	1	326
2	10	2	149
3	178	3	210
4	248	4	208
5	158	5	237
6	88	6	264

Hacia donde ir.

Como tantos otros temas, nuestros problemas no los van a investigar ni solucionar otros países. En lo que a mejoramiento genético del ganado lechero se refiere, las tasas de mejora genética logradas hasta el momento indican claramente que hemos errado el camino. En el año 2003, la inversión mínima realizada en mejora genética por los productores fue de U\$ 1.452.260. La misma se dividió en U\$ 1086260 de semen importado (197500 dosis importadas y con un precio promedio de venta de U\$ 5.5 por dosis), U\$ 170000 de semen nacional (85000 dosis a un costo aproximado de U\$ 2 la dosis) y U\$ 196000 de ventas de toros registrados en la Sociedad de Criadores Holando (280 toros a un precio promedio de U\$ 700). Si se compara dicha inversión con el progreso genético anual logrado hasta el presente, la misma

parece no haber rentado de acuerdo a los resultados esperados. La pregunta es cual hubiera sido el impacto si esos fondos se hubieran destinado con criterio al desarrollo de programas de evaluación genética y de pruebas de toros nacionales (y porque no regionales) en los que las vacas y toros padres fueran seleccionadas de acuerdo a un índice económico de selección que incluyera características de importancia para nuestros sistemas de producción. Sin duda que a nivel nacional existe la gente capacitada para desarrollar este tipo de trabajos. Lo que ha faltado es la capacidad para reconocer la importancia del tema mejoramiento genético adaptado a nuestras condiciones de producción, y en función de ello invertir los recursos necesarios (no nuevos recursos sino los mismos que se destinan a la importación directa de semen). A esos recursos se le deben agregar las ideas, el trabajo y el liderazgo de las distintas instituciones relacionadas al tema.

Si bien hoy ya es tarde, tal como se dice : 'mas vale tarde que nunca'. Sería una lástima seguir tal como hoy en día y darse cuenta en el año 2015 que a pesar de haber seguido gastando, la tasa anual de mejora genética fue de 20 lts al año. Cual es el camino entonces:

- En primer lugar es necesario que las instituciones relacionadas al tema mejora genética del ganado lechero en Uruguay, la industria, los productores lecheros y los técnicos estén convencidos en la importancia de la herramienta progreso genético. En la medida que estos actores visualicen que existen formas más criteriosas y rentables de avanzar, seguramente estarán dispuestos a invertir en forma más efectiva los recursos que se están destinando hasta el momento. Es impensable pensar en un Programa Nacional de Mejora Genética del Ganado Lechero basado en el trabajo de 4-5 personas part-time y con bajas remuneraciones, como ha venido ocurriendo hasta el presente. La velocidad con la que se avanza tecnológicamente en un tema determinado está en directa relación con el monto de recursos invertidos y el buen criterio con que esos recursos se invierten.
- En segundo lugar, es necesario buscar alternativas que permitan aumentar el número de vacas con control lechero y con análisis individual para grasa y proteína. Paralelamente a ello, deberá mejorarse la registración de la información de forma de evitar lo que está sucediendo actualmente, donde cerca de un 50% de la información no se puede analizar. Esto requiere un gran esfuerzo de extensión a nivel de productores.
- En tercer lugar es necesario definir cuales son las características de importancia económica a seleccionar. En este caso es de importancia capital la opinión de la industria sobre que composición de leche está requiriendo en función del mix de productos a elaborar en la actualidad y en un horizonte de 10 a 20 años. En ese mismo sentido se hace necesario integrar la opinión de la industria a la de los productores y la de los genetistas locales de forma de desarrollar un índice económico de selección que se adecue a nuestras realidades. Indudablemente en esta etapa será muy importante la colaboración de genetistas nacionales que se encuentran trabajando en otros países y el asesoramiento de genetistas extranjeros creativos y con suficiente comprensión de nuestro sistema de producción.
- En cuarto lugar es necesario un Programa Nacional de Mejora Genética del Ganado Lechero que deberá incluir una Evaluación de Toros Nacionales. Para ello se deberán identificar las mejores vacas del rodeo nacional (en



función del índice de selección definido anteriormente) y realizar apareamientos dirigidos con aquellos toros que se destaquen en el mundo por ser "mejoradores" de aquellas características que interesan en nuestros sistemas productivos. En esta etapa es fundamental el aporte técnico de los genetistas en cuanto a número de vacas 'estrellas' a seleccionar y el número de toros necesarios a evaluar para hacer el sistema confiable técnicamente.

Seguramente un Programa Nacional de Mejora Genéticas del Ganado Lechero requerirá al principio de un aporte de fondos. Una vez en funcionamiento, demostrando a los productores que el sistema es técnicamente confiable, más económico y que permite tasas de progreso genético superiores a las logradas actualmente, el Sistema debería autofinanciarse con las ventas de semen, servicios de análisis de composición de leche, etc. Debemos tener claro que esto no se trata de pedir a los productores nuevos recursos. Se trata de "reorientar" los recursos que hoy los productores están dirigiendo a la compra de semen importado hacia el desarrollo de un Programa Nacional de Mejora Genética del Ganado Lechero.

El desafío es grande, se requiere mucho esfuerzo, trabajo y creatividad. El otro escenario posible, es el de seguir como hasta ahora Sin duda el usar semen importado y pensar que la mejora genética la vamos a lograr automáticamente es mucho más sencillo. Sin embargo esto no ha sido lo sucedido en los últimos 15 años, y no hay nada que indique que si seguimos tal como actualmente la realidad actual vaya a cambiar en el futuro.

REFERENCIAS

- ARC (1993). Energy and Protein requirements of Ruminants.. Cab International.
- Ahiborn, G. and Dempfle, L.(1992). Genetic parameters for milk production and body size in New Zealand Holstein-Friesian and Jersey. *Livestock Production Science*. 31: 205-219.
- Holmes, C.W.; Wilson, G.F.; Kuperus, W.; Buvaneshwa, S. and Wickham, B. 1993. Liveweight, feed intake and feed conversion efficiency of lactating dairy cows. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 53: 95-99.
- Bauman, D.E; McCutcheon, S.N; and Sechen, S.J.(1985). Sources of variation and prospects for improvement of productive efficiency in the dairy cow. *Journal of Animal Science*. 60: 583-592.
- Blake, R.W. and Custodio, A.A.(1984). Feed efficiency. A composite trait of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 67: 2075-2083.
- Bryant, J.R; Lopez-Villalobos,N; Holmes, C.W.; Pitman, G.D; Brookes, I.M.(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.
- Butler, W.R. and Smith, R.W.(1989).Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 72:767-783.
- Burton ,L.J; Harris,H.M; Winkelman, A.M; Xu, Z.Z (1999). Reproductive performance and genetic improvement of fertility in dairy cattle. *Dairy Farmers Annual Meeting , Massey University*. 59-68.
- Caicedo-Caldas, A.; Lemus-Ramirez, V.; Holmes, C.W. and Lopez-Villalobos,N.(2001). Feed Intake Capacity in Holstein Friesian Cows which differed genetically for body weight. *Proceedings of the NZ Society of Animal Production*. 61:207-209.
- Chilibroste P, Ibarra, D; Zibils, S y Laborde, D. (2002). Informe final Proyecto Alimentación-Reproducción de CONAPROLE.
- Custodio, A.A; Blake, R.W.; Coppock, C.E. (1983). Relationships between measures of feed efficiency and transmitting ability for milk of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 66: 1937.
- DIEA (2003). Estadísticas del sector lácteo 2002.
- Dillon and Buckley (1999). Effect of genetic merit and feeding on spring calving dairy cow. *Proceedings of the Ruakura Farmers Conference*.
- Fulkerson, W.J; Hough,G; Gooddard, M; Davison, T. (2000). The productivity of Friesian cows: Effect of genetic merit and level of concentrate feeding. Final Report DAN-082. Wollongbar Agriculture Institute, NSW, Australia.
- Grainger, C; Holmes, C.W and Moore, Y.F.(1985). Performance of Friesian cows with high or low breeding index. *Animal Production*. 40: 389-400.
- Harris, B.L; Kolver, E.S.(2001). A review of Holsteinization on intensive pastoral dairy farming in New Zealand. *Journal of Dairy Science* 84: 56-61
- Kolver, E.S; Muller, L.D. (1998). Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*. 81: 1403-1411.
- Kolver, E.S; Roche, J.R; Thorne, P.L; Napper, A.R (2002). Total mixed rations vs pasture diets: Evidence for a genotype x diet interaction in dairy cows performance. *Proceedings of the NZ Society of Animal Production*. 62:246-251.
- Lopez Villalobos,N; Garrick, D; Laborde, D; Peluffo, L (2000) Across Breed Genetic Evaluation of Argentinean dairy Cattle. Reporte técnico.
- Lucy, M.C.(2001). Reproductive physiology and management of high yielding dairy cattle. *Proceedings of the NZ Society of Animal Production*.61:120-127.
- Hansen, L.B.; Cole, J.B. and Marx, G.D. 1998. Body size of lactating dairy cows: results of divergent selection for over 30 years. *Proceedings of the 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Volume 20: 35-38.
- Harris,B and Kolver,E.(2001). A review of Holsteinization on intensive pastoral dairy farming in New Zealand. *Journal of Dairy Science* (in press).
- Harris, B.; Winkelman,A.W. and Burton,L.J.(2000). Comparisons of fertility measures in strains of Holstein-



Friesian Cows. Proceedings of Massey University Dairy Conference.

Holmes, C.W.; Garcia-Muniz, J.; Laborde, D.; Chesterfield, M. and Purchas, J.(1999). Dairy Farming Annual.page 79.

Holmes y col (2002). Milk production from pasture. Butterworths. New Zealand. Korver,S.(1988). Genetic aspects of feed intake and feed efficiency in dairy cattle: a review. Livestock Production Science.20:1-13.

Lamming, G; Darwash, E and Ball, P.J. (1998). Journal of Royal Society of Agriculture. P 82.

Laborde, D.; Holmes, C.; Garcia, J.(1998). Herbage intake, grazing behaviour and feed conversion efficiency of lactating Holstein-Friesian cows that differ genetically for liveweight. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 58: 128.

Laborde, D.; Holmes, C.; Garcia, J . (1998). Eficiencia Reproductiva de 2 lineas de vacas Holstein- F r i e s i a n que difieren genéticamente por peso. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 58: 73.

Lindhé, B and Philipsson, J.(1999). The Scandinavian experience of including reproductive traits in breeding programmes. Fertility in the High Producing Dairy Cow.

British Society of Animal Science. Ocassional Publication. Livestock Improvement Corporation (1996). Animal Evaluation Technical Manual.

Macmillan, K.L. and Lean, I.J. (1996). Relationships involving milk yield, energy balance, blood metabolites and fertility in high yielding dairy cows. Australian Journal of Veterinary. 43:121-124.

Mayne, S. (1998). Selecting the correct dairy cow for grazing systems. .Proceedings of the Ruakura Farmers Conference.

Pryce, J.E. and Veerkamp, R.F.(1999). The incorporation of fertility indices in genetic improvement programmes. Fertility in the High Producing Dairy Cow. British Society of Animal Science. Ocassional Publication.

Pryce, J.E; Royal, M.D; Garnsworthy,P.C; Mao, I.L. (2004). Fertility in the high-producing dairy cow.

Livestock Production Science 86: 125-135.

Rauw, W.M; Kania,E.; and Grommers, F.J (1998). Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. Livestock Production Science 56: 15-33.

Ravagnolo, O., Rovere, G., Cardozo, E. (1996) Efecto de la edad de la vaca al parto y estación de parición sobre la producción de leche a 305 días. Primer Congreso Uruguayo de Producción Animal.

Roche, A.R.; Mackey, D.; Diskin M.D.(2000). Reproductive management of postpartum dairy cow. Animal Reproduction Science.60-61:703-712.

Royal, M.D.(2000). Declining fertility in dairy cattle: changes in traditional and endocrine parameters in fertility. Animal Science.70: 487-502.

Snijders, S.E.M; Dillon, P; Boland,M. (2000). Effect of genetic merit, milk yield, body condition and lactation on in vitro oocyte development in dairy cows. Theriogenology 53:981-989.

Trigg, T.E; Parr, C.W.(1981). Aspects of energy metabolism of Jersey cows differing in breeding index. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 41: 44-47.

Tyrrel and Reid (1965). Prediction of the energy value of cow's milk. J of Dairy Science.. 48: 1215-1223.

Veerkamp, R.F; Simm, G; Oldham, J.D. (1994). Effects of interaction between genotype and feeding system on milk production, feed intake, efficiency and body tissue mobilisation in dairy heifers. Livestock Production Science 39: 229-241.

Veerkamp, R.F.(1996). Live weight and feed intake in dairy cattle breeding goal. Proceedings of the international workshop on functional traits in cattle, Gembloux, Belgium. Interbull bulletin n12, pp173-178.

Wickham, B., Ahlborn-Brier, G., and Harding, K.(1992). Size and efficiency in Holstein Friesian animals. World Holstein Friesian Conference, Hungary.

Yerex, R.P.; Young, J.D. and Marx, G.(1988). Effects of selection for body size on feed efficiency and size of Holstein cows. Journal of Dairy Science. 71:1355-1360.