

SELECCIÓN DE BOVINOS PARA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN PASTOREO

H. A. Molinuevo*. 1998. Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 18 (3/4):227-245.
Conferencia en el 22° Congreso Argentino de Producción Animal,
Río Cuarto, Córdoba, Octubre de 1998.

*EEA Balcarce, INTA; Facultad de Agronomía, UNCPBA, Azul (B.A.).

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Genética bovinos de carne](#)

RESUMEN

En este trabajo se trata de expresar el beneficio que el progreso genético produce en el sistema de producción en pastoreo (SPP). Por progreso genético se entiende el aumento de la producción individual de carne y leche, separadamente, como resultado de planes genéticos convencionales de selección. Primeramente se consigna la presencia de interacción genético ambiental (IGA) en producción de carne en SPP y en ganado lechero entre sistemas intensivos y SPP. Luego se constata la existencia de correlaciones genéticas (rg) de signo positivo entre pesos a diferentes edades en ganado para carne. Estas rg producen dos consecuencias desfavorables para el SPP, a saber, dificultades de parto e incremento del costo alimentario por animal; a su vez, ello impacta negativamente en la productividad del SPP. La rg entre tamaño y productividad también es positiva en las razas lecheras. A continuación se revisan experiencias que estudian la productividad individual y por hectárea en pastoreo. Se concluye que el mayor potencial de producción individual no sólo no está asociado a la mayor productividad por hectárea en SPP sino que existe antagonismo entre productividad individual y producción por unidad de superficie en pastoreo constatado en diversas experiencias con distintas cargas. Al nivel de evolución actual de las razas el incremento del potencial productivo individual resulta perjudicial para la productividad del SPP ya que este sistema no alcanza a sostener altas productividades individuales, afectando el comportamiento reproductivo de los animales. Además se concluye que la singularidad del SPP requiere de objetivos y de planes específicos de selección. Los objetivos de selección para SPP deberían apuntar al mantenimiento del equilibrio entre distintos caracteres y al ajuste (fitness) de la población con el medio; sólo los caracteres reproductivos deberían ser priorizados ya que ellos están asociados con el ajuste de la población al medio y con la productividad de los rodeos. Finalmente, se realiza una propuesta de tipo de ganado a seleccionar para el SPP y las condiciones de mercado en la Argentina.

Palabras clave: selección, bovinos para carne, bovinos lecheros, progreso genético, sistema de pastoreo

1. INTRODUCCIÓN

En la pampa argentina se ha desarrollado un sistema de producción en pastoreo (SPP) que constituye una particularidad en el mundo. La pregunta que aquí nos formulamos es si la singularidad de nuestro SPP exige o no estar acompañada por un sistema de selección genética específico o, contrariamente, si los planes que se adaptan a los sistemas intensivos de producción pueden ser replicados sin desventajas en los SPP.

Por otra parte, no es ninguna novedad afirmar que el avance de la ciencia ha llevado cada vez más a especializaciones mayores. En algunos casos, la especialización promueve la centralización de la acción en aspectos metodológicos puramente instrumentales sin analizar el resultado de la misma en el conjunto del sistema ni en el mercado que se intenta satisfacer. En genética zootécnica, en nuestro país, se presta gran atención a la aplicación de metodologías estadísticas para evaluar el valor génico de reproductores sin que ello conduzca siquiera a sugerir planes de selección en escala regional. Trabajos básicos sobre la eficiencia de la producción en pastoreo no son suficientemente tenidos en cuenta, cuando una justa apreciación de los mismos hubiese llevado a reconsiderar el alcance de los cambios genéticos que se promueven. Tendremos oportunidad de ocuparnos de ellos. Esa actitud ha demorado la aplicación de planes específicos de selección genética aplicada a los SPP. En este sentido mi propósito es el de discutir genéricamente el concepto mismo del progreso genético para las condiciones de pastoreo sin entrar en aspectos específicos metodológicos o de los criterios de selección. Para ello fue necesario revisar los conocimientos dentro de tres áreas de especialización diferentes: la genética zootécnica, la producción en pastoreo y las teorías de evolución y de ajuste (fitness) al medio.

La índole de este congreso, en cuanto al interés de discutir la producción animal dentro del marco de la sustentabilidad de los sistemas, hace que convenga hacer referencia sumaria a aspectos elementales de la sustentabilidad del sistema de pastoreo y a la fisiología de los rumiantes.

1.1. EL SPP ES SUSTENTABLE

El SPP constituyen el sistema por excelencia de la producción ganadera argentina. Con él se aprovecha el clima predominantemente templado, sin temperaturas extremas y ausencia de hielo y nieve de la región pampeana y de otras regiones colindantes, con lluvias relativa y regularmente distribuidas. Este clima, sumado a las características de los suelos, permite disponer de pasturas de buena calidad a lo largo de todo el año, con los altibajos de producción bien conocidos en cada una de las estaciones anuales en cada una de las regiones. Sobre esa base se ha vertebrado un sistema de producción ganadero sumamente eficiente que permite prescindir de la estabulación, temporaria o permanente, que resulta inevitable en otras regiones del globo. De esta manera los costos de producción son menores a los que encuentran en otras regiones en las que la construcción de establos resulta ineludible, cambiando sustancialmente el sistema de producción. En general el SPP es sustentable, aunque es preciso reconocer que puede ser degradado por sobrecarga, como así también perder su sustentabilidad por el uso de algunas técnicas para su intensificación.

1.2. EL SPP Y EL RUMIANTE

La fisiología del rumiante está particularmente preparada para que estos animales superen a los monogástricos cuando son alimentados con fuentes alimentarias ricas en fibra, como los pastos. En este sentido Blaxter (1968) presentó la eficiencia energética teórica (cuadro 1) de los bovinos comparados con los porcinos en un rango entre 5 y 30% de contenido de fibra de los alimentos. En bajos contenidos de fibra por parte de los alimentos, los bovinos son superados por los monogástricos, en tanto que los rumiantes logran vivir, reproducirse y producir con alimentos cuyos contenidos de fibra no permiten que los no rumiantes se mantengan en condiciones productivas.

Cuadro 1.- Eficiencia energética teórica (%) a diferentes niveles de fibra en la dieta de animales de engorde (Blaxter, 1968)

Fibra	Porcino	Bovino
<5	60	45
20	33	33
30	--	22

1.3. EL SPP Y LA SELECCIÓN GENÉTICA

La pregunta formulada al comienzo, esto es, el SPP, ¿debe tener necesariamente objetivos y criterios de selección ganadera propios o ellos son comunes a los de los sistemas de producción intensivos bajo estabulación?, está condicionada por otra más abarcativa. Es la siguiente, ¿la evolución tecnológica del SPP puede competir, en cuanto a su eficiencia económica, con la de los sistemas intensivos?, puesto que, tratándose de selección genética, el trabajo rinde sus frutos a mediano plazo, de modo tal que las características de todo plan de selección dependen de los juicios que se realicen sobre la proyección del sistema productivo. Enfocando nuestra disertación desde la óptica genética, como se nos ha solicitado, nosotros nos ceñiremos a aportar algunos argumentos para dilucidar la primera de las preguntas, dando por sentado que el SPP, dadas las características ecológicas de la región pampeana y de otras colindantes, puede evolucionar tecnológicamente de tal manera que se convierta en la base de sustentación de prácticas más intensivas, manteniendo sus características distintivas del pastoreo libre de los animales en las pasturas. De todas maneras, permítasenos apuntar el interés que puede tener para el país en general y para una asociación como ésta que nos agrupa, en particular, el abordar el amplio e interesante escenario que se encuentra implícito en la segunda pregunta.

Como no conviene dejar sobrentendido ningún supuesto agregaremos que, al ubicar el problema de la selección genética dentro de este contexto, nos diferenciamos del concepto común de muchos genetistas seleccionadores cuya expresión fue resumida claramente por Manso y Lifschitz (1994), refiriéndose a la selección aviar, al escribir "El seleccionador en general trabaja para encontrar el ambiente (luz, sanidad, nutrición, etc.) donde la máxima expresividad del potencial genético sea posible." El agregado de cursiva es nuestro para resaltar que no es éste nuestro propósito. Ya que una selección genética para el SPP obliga a plantearse, desde el inicio, que este sistema tiene otros beneficios que eximen, a quienes lo practican, de pretender alcanzar la máxima expresión del potencial genético de cada uno de los animales. Éstos deberán expresar su potencial genético dentro de las restricciones que el sistema les impone por motivos climáticos y que razones económicas impiden erradicar totalmente.

2. PROGRESO GENÉTICO Y PROGRESO TECNOLÓGICO

El progreso genético implica contar con individuos más productivos que los originales, por el proceso de selección; en tanto que el progreso tecnológico es aquel que se logra abaratando el costo de producción de

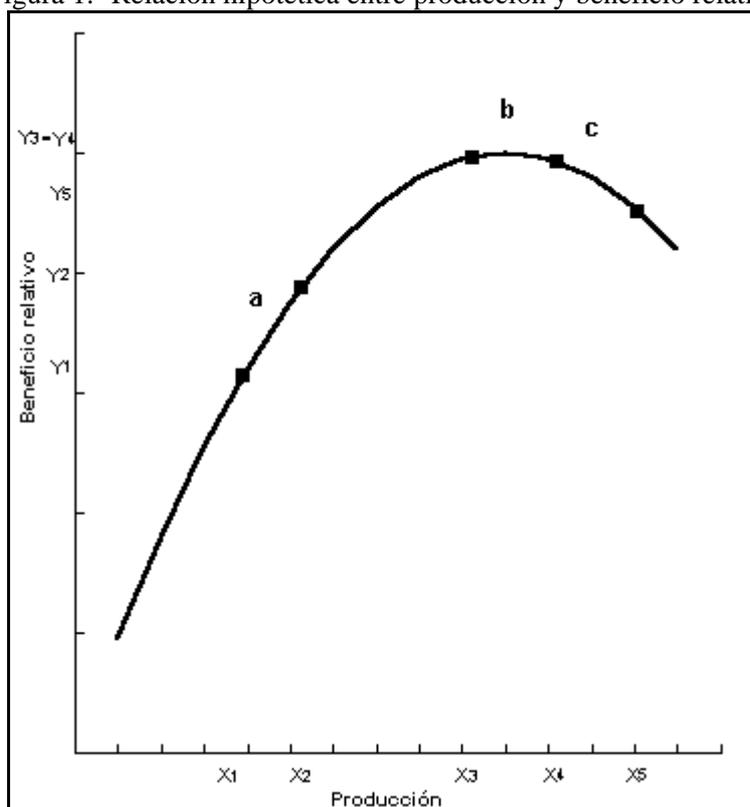
determinado bien por cambios de tecnología de producción. El progreso tecnológico incluye el progreso genético, pero no se agota con él.

Mientras que la inclusión de la tecnología en el sistema productivo implica generalmente un costo adicional, a menudo se atribuye al progreso genético la cualidad de constituir la base de un progreso tecnológico "puro", sin costo adicional alguno. El argumento es como sigue. *"Para un mismo sistema, el productor dispone de reproductores de mayor y de menor potencial de producción a precios equivalentes. Entonces, con la sencilla elección de los reproductores de mayor producción, el criador obtiene una productividad mayor sin aumento de costos"*. No siempre es así. En realidad, Manso y Lifshitz (1994) en la cita que mencionamos más arriba descubren una aspiración diferente. Lo que manifiestan estos autores parece estar más en relación con lo que el criador hace. Éste pareciera argüir de la siguiente forma, *"si yo sé que cuento con animales de mayor potencial productivo, se justifica que gaste más en su cuidado puesto que lo que ellos produzcan me resarcirá con creces lo gastado en forma suplementaria"*. Entonces, se trata de estudiar para cada caso costos e ingresos en función del progreso genético realizado.

Webster (1995) planteó una sugestiva serie teórica de curvas de costos y de beneficios en función del aumento de la producción de animales. Sobre esa base hemos elaborado la figura 1 que representa un beneficio teórico en función del aumento productivo. A los efectos de esta disertación este aumento productivo puede ser considerado como progreso genético. Para consideraciones prácticas resulta importante determinar dentro de qué porción de la curva se encuentra el cambio genético que se promueve. Si ese cambio se encuentra en la porción **a** de la curva, el mismo se acompaña por un beneficio positivo, pero si el cambio genético se localiza en la porción **b** de la curva, el beneficio es nulo. Podemos imaginar también casos en los que el "beneficio" es negativo debido a la existencia de cambios genéticos inapropiados para el sistema (porción **c** de la curva).

La figura 1 deja expresada en forma gráfica, la idea que la función del genetista no se limita, a nuestro juicio, a apuntar a un cambio genético ni, mucho menos, al simple cálculo del valor génico de los reproductores sino que ese cambio debe resultar -parece ocioso señalarlo- positivo para el sistema.

Figura 1.- Relación hipotética entre producción y beneficio relativo



3. EL PLANTEO LÓGICO DE SELECCIÓN GENÉTICA

La condición básica para que se pueda realizar, por selección en la población, un cambio en un carácter es que éste sea heredable. Los principales caracteres relacionados con la producción de carne y leche son suficientemente heredables como para responder favorablemente a la selección; y no nos ocuparemos de ellos. Dependerá de las correlaciones genéticas entre caracteres, que ese cambio esté acompañado o no por cambios en otros caracteres no seleccionados directamente. Los cambios que se presenten en caracteres no seleccionados directamente pueden ser favorables o no, dependiendo de las correlaciones genéticas entre el carácter al que se presta atención primaria y el resto. A través de la construcción de índices de selección apropiados, el seleccionador puede manejarse, dentro

de ciertos límites, con las correlaciones genéticas entre los caracteres de mayor interés, sin alterar su objetivo de selección.

Cunningham (1973), entre otros, ha desarrollado, en forma muy didáctica, los pasos lógicos a cumplir para decidir sobre las características de un plan de selección. En él se presta especial atención a los parámetros que venimos de mencionar. No obstante, conviene dejar planteado desde ya, que los supuestos iniciales de este autor lo llevan a omitir, muy probablemente por considerarlo obvio, un aspecto fundamental para nuestras circunstancias, del que tenemos que ocuparnos antes de avanzar más. Se trata de la interacción genético-ambiental.

4. LA INTERACCIÓN GENÉTICO-AMBIENTAL (IGA)

Todo genetista y seleccionador conoce la influencia del medio y del manejo en la manifestación de las características cuantitativas. La influencia ambiental, manejo incluido, hacen que, por ejemplo, el país esté dividido en zonas para la recomendación de variedades de trigo o de maíz u otras especies. Es evidente que los bovinos están muy lejos de tener la especificidad de estos cultivos para con el ambiente. Aún así ningún genetista, ni siquiera principiante, extrapolaría los resultados de una evaluación genética de una región a otra, ni de un sistema a otro, sin antes haberse asegurado que no existe entre las distintas regiones o sistemas una IGA. Esto constituye como un postulado elemental para el seleccionador genético. Pues bien, lo que cualquier genetista sabe que no debe hacerse, es lo que se hace corrientemente en la Argentina importando semen y reproductores lecheros y para carne de otras regiones y de otros sistemas.

En bovinos para carne dentro de las mismas condiciones de pastoreo de la región pampeana nos ha interesado particularmente dilucidar si existe la interacción que tratamos. Para ello hemos estudiado la ganancia de peso diaria de novillos resultantes de distintos cruzamientos, distribuidos naturalmente en épocas que determinan una disponibilidad de forraje sensiblemente diferente entre sí, que actúan normalmente determinando distintos niveles alimentarios entre las distintas épocas (Molinuevo y otros, 1982). El análisis consistió en la regresión lineal de las ganancias de peso para cada combinación grupo genético-época de engorde con la correspondiente ganancia de peso de los novillos Aberdeen Angus. Se encontró una IGA importante entre los novillos de mayor potencial de crecimiento y el Aberdeen Angus sometidos a niveles alimentarios diferentes en pastoreo (figura 2a). El significado práctico de la interacción encontrada resulta evidente: el mayor potencial de crecimiento no alcanza a expresarse en pobres condiciones alimentarias, en tanto que la superioridad del mayor potencial de crecimiento se hace de más en más evidente cuando las condiciones alimentarias mejoran. Algo que se compadece plenamente con lo que indicaría el sentido común.

IGAs de este tipo han sido encontradas en diversas condiciones ambientales y de manejo como las consignadas por Geay, y Robelin (1979) y por Frisch y Vercoe (1984), estas últimas en condiciones tropicales.

En cuanto a la función que caracteriza a la respuesta de la tasa de crecimiento de los animales de mayor potencial respecto del Aberdeen Angus, no está suficientemente clara. En nuestro trabajo (Molinuevo y otros, 1982) esa función se fijó linealmente como $Y = a + bX$, sin embargo el estudio de esa respuesta en condiciones en las que el crecimiento no se encuentra restringido, como ocurre en pastoreo, sugiere una respuesta relativamente muy superior para planos alimentarios más elevados, de tal suerte que los animales de mayor potencial de crecimiento evolucionarían, respecto del patrón de respuesta del Aberdeen Angus, respondiendo a una función del tipo $Y = ae^{bt}$, donde e es la base de los logaritmos neperianos, a toma valores entre 100 y 1100 g/día, $b = 0,045$ y $t = a/100$, (figura 2b). Nótese que la ganancia media anual en pastoreo oscila entre 500 y 600 g diarios, zona dentro de la figura en la que las rectas recién tienden a comenzar a diferenciarse en forma apreciable.

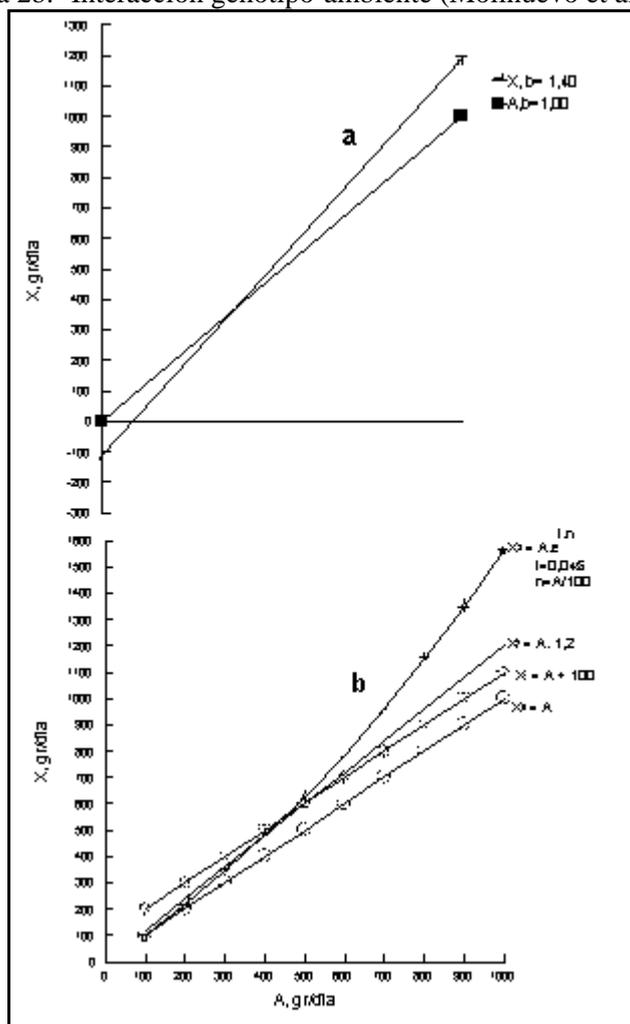
En ganado lechero, Oldham y col. (1996) señalan IGA del mismo tipo de las descritas más arriba para novillos en crecimiento, analizando los resultados de las pruebas de toros para IA realizadas en Canadá y Nueva Zelanda. Efectivamente, los autores indican que la clasificación de los toros realizada por la producción de sus hijas, no concuerda para el orden establecido en Canadá y luego en Nueva Zelanda, como consecuencia de IGA importantes que se manifiestan en comportamientos diferentes en las condiciones de producción intensiva con granos en la alimentación, en Canadá, a los de la producción en pastoreo, de Nueva Zelanda.

La existencia de IGAs constituye un dato suficiente como para no trasladar reproductores de un sistema (o región) a otro con propósitos de selección genética.

Se argumentará, quizás, que en el país se lleva a cabo la evaluación de reproductores para carne y para leche y que sobre la base de esas evaluaciones se clasifica a los reproductores según el comportamiento de ellos mismos o de sus hijas o hijos, según los casos. Efectivamente, mediante el mejor método estadístico conocido se calcula el valor génico (*breeding value*, *EPD*, *ETA*,...) de los reproductores en la prueba y se los clasifica, supuestamente libres de efectos ambientales, según la manifestación de las características de interés. Admitamos que esto sea así; que por las pruebas de engorde en pastoreo, en bovinos para carne, y por lactancia de las hijas de toros, en rodeos lecheros, podamos identificar los reproductores superiores. Aún con la obtención de individuos más productivos, no estamos en condición de afirmar que esos individuos conforman, en conjunto, rodeos más productivos. Para

ello necesitamos realizar algunas consideraciones; primero, sobre la incidencia de correlaciones genéticas desfavorables, y después, sobre la productividad en el SPP.

Figura 2b.- Interacción genotipo-ambiente (Molinuevo et al, 1982)



5. LAS CORRELACIONES GENÉTICAS (RG)

En este punto nos referiremos a las r_g entre los caracteres más importantes para la producción del conjunto del rodeo.

En ganado bovino para carne, la selección ha descansado en la búsqueda de mayor tamaño a edades intermedias y mayores tasa de crecimiento (entendemos como edades intermedias a las edades comprendidas entre el nacimiento y la madurez). Las r_g entre tasas de crecimiento y pesos a diferentes edades son altas y positivas (Ménissier y col., 1986; cuadro 2). Una de las r_g positivamente más altas es la que tiene al peso al nacimiento como uno de los protagonistas. El peso al nacimiento constituye, por un lado, la manifestación más genuina de la capacidad de crecimiento puesto que es el peso que está menos influido por el ambiente, y por el otro, se encuentra alta y positivamente correlacionado con dificultades de parto (cuadro 3). De esto se deduce directamente que la primera manifestación de la selección por tamaño o por tasa de crecimiento, que es prácticamente lo mismo, será el incremento del peso al nacimiento y con él, el aumento de las dificultades de parto. Esto ha sido y es comprobado suficientemente por los criadores, y resulta de tanta importancia para los sistemas semi-extensivos que volveremos un poco más adelante sobre ello.

Estas r_g positivas implican claramente que, a menos que se establezcan restricciones, seleccionando por animales de mayor tasa de crecimiento se selecciona también por mayor tamaño a todas las edades, desde el nacimiento hasta el tamaño de los reproductores, toros y vacas.

Por su parte, las cualidades carniceras, llevadas más allá de una posición de equilibrio, en busca de mayores desarrollos musculares, no favorece la fertilidad del rodeo ni la facilidad de parto según se deduce directamente del (cuadro 4). (Ménissier y otros, 1986), en el que se advierte la r_g negativa entre peso vivo y fertilidad de vaquillonas (a mayor peso, menor fertilidad) y la r_g positiva entre peso vivo y dificultades de parto (a mayor peso, mayores dificultades). En el mismo cuadro se observa que el desarrollo muscular está genéticamente

correlacionado en forma negativa con la fertilidad en razas de fuerte musculatura como las continentales europeas, indicando que a mayor desarrollo muscular corresponde menor fertilidad, y también que el desarrollo muscular está correlacionado genéticamente en forma positiva con dificultades de parto (a mayor desarrollo muscular, mayores dificultades).

En ganado lechero la correlación genética entre tamaño y producción también aparece como positiva (Ahlborn y Dempfle, 1992). Sin embargo parece posible seleccionar por menor tamaño y mayor productividad ya que Yerex y col. (1988) seleccionando dos líneas de vacas lecheras, una por mayor productividad lechera y mayor tamaño y la otra por productividad y menor tamaño, al cabo de tres generaciones logró una diferencia de 50 kg de peso entre las dos líneas y una mayor eficiencia de producción para la línea de menor tamaño. Pero el punto es que mediante la selección practicada en los últimos años, se ha llegado a un nivel tal de productividad que supera la posibilidad de ser sostenida con sistemas de alimentación no óptimos (Oldham y col. 1996). Estos desequilibrios entre potencial productivo y niveles alimentarios resultan por demás evidentes en sistemas de pastoreo.

En ganado lechero existe otro aspecto que lo diferencia del ganado para carne. Esto es que si bien se busca como objetivo la mayor producción individual por vida de la vaca, de hecho se selecciona por la primera lactancia. Evidentemente existen razones económicas y también biológicas que actúan fuertemente en tal sentido. Siempre ha existido un gran interés en determinar el comportamiento posterior de las vaquillonas de mayor producción en la primera lactancia. Los resultados obtenidos en Norteamérica indican, en general, que la selección por mayor producción en primera lactancia se acompaña por mayor producción por vida (Jarrath, Hayes y Cue, 1995; Lobo y Allaire, 1995; Paul Miller, Van Vleck y Henderson, 1967), no obstante, la consideración de la producción por vida o la permanencia (*stayability*) aumentaría el beneficio de la selección (Rekik y Allaire, 1993; Vanraden y Wiggans, 1995). En nuestras condiciones la diversidad de sistemas inhabilita a extrapolar los resultados norteamericanos a los SPP, particularmente cuando se han detectado IGAs como las que fueron señaladas. De hecho, los índices de reposición documentados de vacas en producción, para nuestras condiciones, revelan altas tasas de primeras lactancias del orden de 34 % de las vacas en los tambos del S.E. de la Provincia de Buenos Aires (Piazza y col. 1996). Martini y col. (1998), analizando once tambos seleccionados por ser permanentemente asesorados profesionalmente en la provincia de Santa Fe, reporta un rango de entre 3,3 a 2,5 lactancias por vida de las vacas de los tambos estudiados. Esas lactancias implican una tasa de reposición de vacas de entre 33 a 40%. A veces se tratan de justificar estos inusuales índices de reposición con el argumento de que se guardan preferentemente las vaquillonas a las vacas porque aquellas tienen "mejor genética" que éstas, o también porque la producción lechera se expande (sic). Lo que en realidad revelan esos índices es un gran desajuste entre el nivel genético y el sistema.

Cuadro 2.- Correlaciones genéticas entre performances de crecimiento (F. Ménéssier et al, 1986)

	Peso al destete	Ganancia diaria	Peso a edad fija	Peso adulto
Peso al nacimiento	0,57	0,48	0,62	0,70
Peso al destete		0,45	0,72	0,58
Ganancia diaria			0,80	0,50

Cuadro 3.- Correlaciones genéticas entre partos distócicos y performances de crecimiento (F. Ménéssier et al, 1986)

	Peso al nacimiento	Tasa de crecimiento por destete
Frecuencia de partos distócicos	0,89	0,47

Cuadro 4.- Correlaciones genéticas entre cualidades carniceras y maternas de vaquillonas (F. Ménéssier et al, 1986)

Cualidades maternas	Cualidades carniceras de las vaquillonas	Desarrollo muscular
	Peso vivo	
Fertilidad (% de fecundación)	- 0,25 / - 0,02	- 0,41 / - 0,17
Dificultades de parto (% de partos difíciles)	+ 0,021 / + 0,18	+ 0,51 / + 0,40
Peso al nacimiento del hijo	+ 0,47 / + 0,73	+ 0,01 / + 0,16

6. CAMBIO GENÉTICO Y BENEFICIO RELATIVO

Los aspectos más destacados del cambio genético producido en los últimos años consisten en el aumento de la producción individual y el aumento del tamaño de los animales. Hemos señalado que debido a la IGA y a las rg

desfavorables, este cambio no se refleja positivamente en la producción del rodeo, particularmente en condiciones de pastoreo. Veamos ahora lo que surge de datos, recogidos experimentalmente en nuestras condiciones.

6.1. LA PRODUCTIVIDAD DE LA CRÍA

Una vieja experiencia realizada en nuestras condiciones de pastoreo, verificó que la carga de vacas por hectárea se ajusta a su consumo calculado según su peso metabólico (Brody, 1945; Molinuevo, 1967). Cuando se expresa la producción por vaca ajustada por la carga por hectárea, las vacas de menor tamaño superan levemente a las de mayor de tamaño en el peso de sus crías (Molinuevo, 1967; cuadro 5). Resultados concordantes con éstos fueron encontrados por Joandet (1968). Cuando la productividad de vacas por hectárea, medida por el peso de sus crías al destete, es ajustada a su vez, por la capacidad reproductiva del rodeo y por la producción de carne de las propias vacas, entonces la superioridad de la productividad del rodeo de vacas más pequeñas se mantiene dentro del mismo orden respecto del rodeo de vacas de mayor tamaño (Molinuevo, 1997; cuadro 5) Resultados similares han sido encontrados en condiciones de cría comercial (Molinuevo, Lafontaine y García, 1996).

Si expresáramos estos resultados dentro de la figura 1; siendo X el peso de las vacas e Y su producto, el peso de los terneros, expresado por unidad de superficie, nos encontraríamos en la porción c de la curva. Esto reflejaría el hecho que un aumento del peso de las vacas, a partir del peso considerado como peso de referencia, produciría una disminución del beneficio.

Cuadro 5.- Producción por vaca ajustada por consumo equivalente y por capacidad reproductiva (Molinuevo, 1967 y 1997)

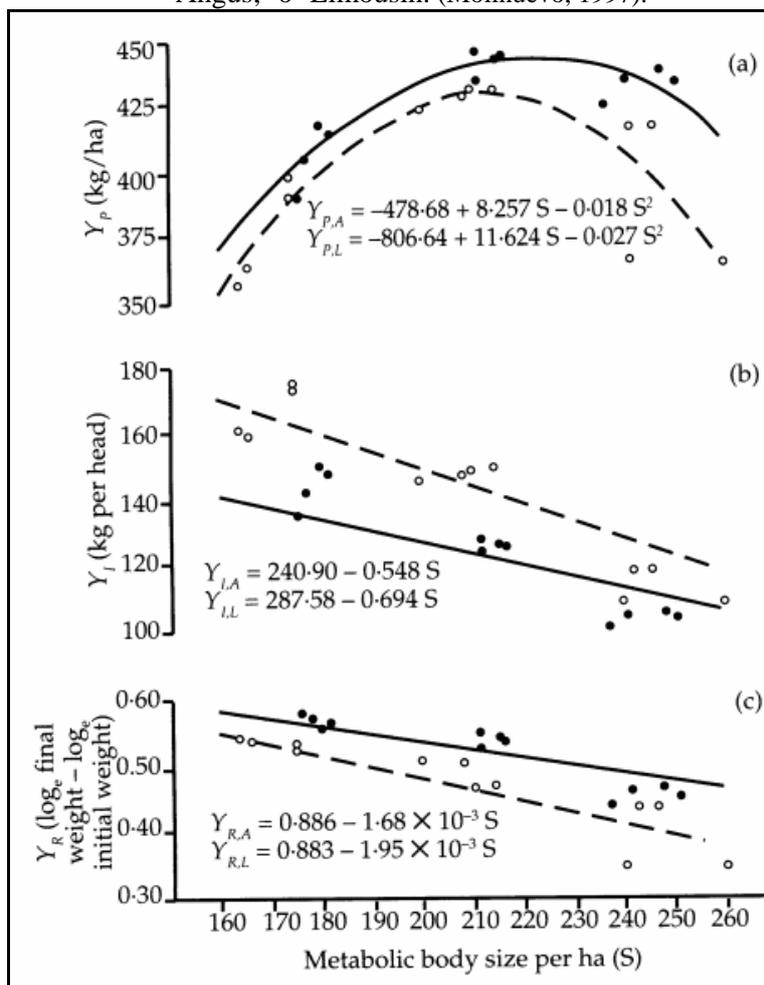
Vaca	Peso (kg)	Peso 3/4	Peso al destete ternero (kg)	Producción por vaca a consumo equivalente (kg)	Capacidad reproductiva	Producción ajustada por vaca	
						De peso del ternero	De peso del ternero y vaca de descarte
Charolais	640	127	236	160	0,75	120	206
A. Angus	380	86	178	178	0,85	151	227

6.2. LA PRODUCTIVIDAD EN INVERNADA

Cuando la carga de novillos en pastoreo se ajusta de acuerdo a su consumo, por el peso metabólico de los animales (Brody, 1945; Webster, 1989), la productividad de los novillos en pastoreo no depende de la tasa potencial de crecimiento, y sólo depende indirectamente de la tasa de crecimiento efectivamente alcanzada. La productividad por unidad de superficie depende, en realidad, de la carga que determina, a su vez, la disponibilidad forrajera. Es esta carga la causa de la mayor o menor tasa de crecimiento observada. En condiciones de pastoreo, la productividad por hectárea de los novillos de menor tasa potencial de crecimiento es algo superior a la de los novillos de mayor tasa potencial de crecimiento (Molinuevo, 1997; Molinuevo y Monterubbiansi, 1998; figura 3). De estos trabajos es interesante resaltar que los novillos de mayor tasa potencial de crecimiento, aún manifestando ese mayor potencial individual en condiciones de pastoreo, no alcanzaron una mayor productividad por hectárea que la de los novillos de menor tasa de crecimiento. La causa original de este hecho hay que buscarla en las rg a las que ya nos hemos referido; en tanto que la causa inmediata consiste en que, por su mayor consumo, los animales de mayor tasa de crecimiento requieren una menor carga de cabezas por hectárea para equiparar su consumo con el de los novillos de menor tasa de crecimiento y de menor tamaño. A su vez, esa menor carga de los novillos de mayor tamaño no parece alcanzar a ser compensada totalmente por una mayor ganancia de peso como para equilibrar su producción por unidad de superficie con la de la raza de menor tamaño.

Tomando nuevamente de referencia la figura 1, y expresando en la abscisa los pesos de los grupos genéticos y en la ordenada su producción por hectárea, encontraríamos estar entre la porción b y c de la curva. Esto es, aumentando la tasa de crecimiento y el tamaño de los animales (X), la productividad por hectárea (Y) de los mismos se mantiene relativamente constante con tendencia a bajar.

Figura 3.- Regresión de producción (a, $Y_P = \text{kg/ha}$), ganancia de peso absoluta (b, $Y_I = \text{kg}$) y ganancia de peso relativa (c, $Y_R = \log_e \text{ peso final} - \log_e \text{ peso inicial}$) en S (peso metabólico por ha).
 --- Angus; -o- Limousin. (Molinuevo, 1997).



6.3. LA PRODUCTIVIDAD EN TAMBO

En tambo se encuentran los clásicos trabajos de Mc Meekan (1961) quien concluye que en condiciones de pastoreo, la productividad por hectárea de vacas de menor tamaño y menor producción individual, como la Jersey, es superior a la de vacas de mayor tamaño y mayor producción individual, como la Holstein. Por su parte, el trabajo de McMeekan y Walsh (1963) pone en evidencia, trabajando con distintas cargas en condiciones de pastoreo, el antagonismo existente entre producción individual y productividad por unidad de superficie que se manifiesta en todas las unidades experimentales reportadas por los autores. La mayor eficiencia de las vacas de menor tamaño están siendo confirmados por trabajos más específicos como, por ejemplo, los de Holmes y otros (1993). Esta línea de análisis se sustenta en estudios teóricos que consideraremos a continuación.

6.4. CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Brody (1945) escribe que ya en 1926, Kleiber señalaba que la eficiencia productiva es independiente del tamaño, y el mismo Brody en la obra citada desarrolla la idea del tamaño metabólico, cuyo concepto ha sido utilizado desde entonces y hasta ahora para el cálculo de todas las tablas de alimentación en uso. En nuestra época Webster (1989) desarrolla, de acuerdo a los nuevos conocimientos, los conceptos básicamente establecidos por Brody sin modificar la idea básica de la independencia entre eficiencia y tamaño. Este autor, en un trabajo más reciente, consigna que, cuando la producción de leche se refiere al tamaño metabólico de la hembra, entonces la producción de una vaca Holstein es similar a la de una vaca Jersey y a la de una cabra Saanen, entre otras hembras (Webster, 1995). Taylor (1965), por su parte, complementariamente al concepto del tamaño metabólico introducido por Brody (1945) incorpora el concepto equivalente de la edad metabólica. A través del mismo concluye que a edades fisiológicas equivalentes todas las razas (y todas las especies) son equiparables en cuanto a su grado de eficiencia energética, considerando solamente su curva de crecimiento y haciendo abstracción de su capacidad reproductiva. Sin embargo resulta necesario destacar que estos estudios se refieren a la obtención de la

producción potencial mediante una alimentación sin restricciones. Ese no es el caso de la alimentación en las condiciones de pastoreo que no alcanza a cubrir los requerimientos de la producción potencial por lo que el mayor costo de mantenimiento de vacas de gran tamaño no alcanza a ser amortizado.

En otro orden de ideas, Zoby y Holmes (1983) realizan interesantes consideraciones sobre el tamaño del ganado, la frecuencia de masticación y el tamaño del bocado para explicar la desventaja de los animales de mayor tamaño en situaciones de restricción alimentaria en pastoreo.

A la luz de este conjunto de trabajos, los conceptos que hemos vertido más arriba parecen contar con un sólido basamento teórico. Sin embargo estos argumentos resultarían aún incompletos si no nos refiriéramos a la teoría de la producción en pastoreo desarrollada a partir del trabajo de Mott (1960).

6.5. PRODUCTIVIDAD INDIVIDUAL Y EN PASTOREO

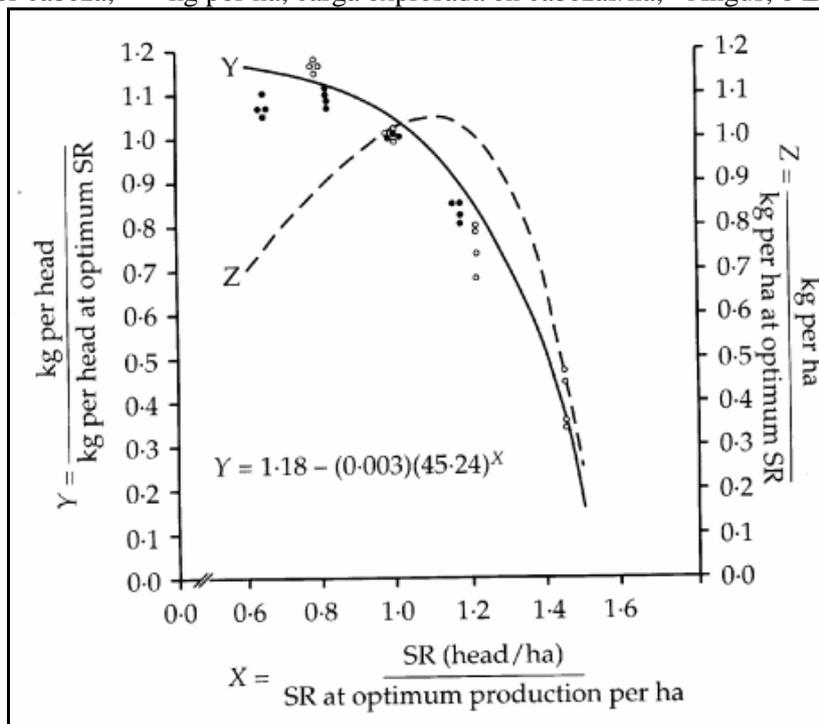
Para nuestros propósitos, el estudio de la relación entre productividad individual y productividad en pastoreo se inicia con el trabajo de Mott (1960) en el que el autor deja establecida una curva característica (figura 4), conocida por su propio nombre, en la que se ajusta la ganancia de peso y la productividad por hectárea con cargas diferentes. Este autor establece que la máxima productividad por hectárea no coincide con la máxima productividad individual sino que se encuentra en niveles intermedios de productividad individual. Mott trabajó con novillos de potencial de crecimiento equivalente; McMeekan y Walsh (1963) realizaron una experiencia con ganado lechero que arrojó resultados que concuerdan con los de Mott. El concepto fue más tarde extendido para distintas especies comparadas entre sí (Jones y Sandland, 1974; Sandland y Jones, 1975). Recientemente, nosotros venimos de comprobar que la curva establecida originalmente por Mott ajusta también a razas de distinto potencial de crecimiento (Molinuevo, 1997). En otras palabras, el ajuste de la tasa de ganancia de animales de distinto potencial de crecimiento a esta curva, pone de relieve, desde otro ángulo, el mismo hecho que hemos dejado consignado más arriba, esto es, que la productividad por hectárea depende de la carga de animales por hectárea y sólo indirectamente de su tasa de crecimiento (Molinuevo y Monterubbianesi, 1998).

En realidad, la curva de Mott aplicada a la problemática que hemos presentado, expresa gráficamente el mismo hecho presentado en la figura 3. Sólo que en esta figura 3, la productividad se expresa en función del peso metabólico de los animales, en tanto que la curva de Mott (figura 4) lo expresa en función de una carga considerada óptima. Sin embargo la curva original de Mott oculta cualquier IGA presente; interacción que queda al descubierto mediante la expresión de la productividad en función del peso metabólico de los animales.

Pero lo que realmente es importante para nuestras consideraciones en este trabajo, es que mediante la selección genética nos moveríamos (metafóricamente hablando) para la producción en pastoreo, a lo largo de la misma curva, sin superar la productividad establecida por el nivel genético original.

Figura 4.- Relación entre Y (kg por cabeza/kg por ha en carga óptima), Z (kg por ha/kg por ha en carga óptima) y X (carga /carga óptima) (Molinuevo,1997)

- kg por cabeza; ---- kg por ha; carga expresada en cabezas/ha; - Angus, o Limousin



7. LA SELECCIÓN PARA EL SPP

El genetista está bien preparado para seleccionar dentro del concepto que tan clara y sintéticamente plantearon Manso y Lifshitz (1993), mencionado al comienzo, que consiste en realizar la selección promoviendo un cambio del sistema productivo tal que permita la máxima expresión del potencial genético. En ese contexto, el genetista se siente cómodo. Sin embargo, el SPP le impone al seleccionador una restricción mayor, cuya sola enunciación nos parecía superflua, pero que ahora se nos hace indispensable plantearla: que el cambio genético debe contribuir al progreso tecnológico; entendido éste como el cambio en el sistema que, manteniendo su sustentabilidad, obtiene un mayor beneficio respecto a los principales costos.

No se nos escapa que la tarea del genetista se hace ardua si además de ocuparse de lo que le es propio se tiene que ocupar del sistema y de sus costos y de sus balances. Sin duda es una difícil tarea para la que no todos se encontrarán en condiciones de asumir. Aún así existe un insumo que no puede ignorarse y que es el costo alimentario. En este contexto el conocimiento por parte del genetista del beneficio, planteado éste como la relación producto/costo alimentario como lo hemos venido haciendo, resulta un conocimiento ineludible y elemental para su trabajo.

Además, dentro de un horizonte más amplio, el genetista tendrá que acostumbrarse a responder con sus planes de selección a distintos planteos sociales que se traducen en distintos condicionamientos a los sistemas de producción; por ejemplo la demanda social, principalmente en la Unión Europea, por sistemas que contemplen el bienestar animal (Webster, 1995). Algunos aquí quizás se consideren lejos de esas demandas. No obstante, para defender la calidad de nuestra carne, tendremos que defender con mayor convicción de lo que lo hemos hecho hasta ahora, nuestro SPP. Ello coincide con el interés del seleccionador que intenta, desde la genética, producir un beneficio en el sistema.

8. EL SPP Y ASPECTOS DE LA TEORÍA DE SELECCIÓN NATURAL

El SPP a lo largo de todo el año, tal como se practica en la región pampeana argentina, hace que conceptualmente puede ubicarse con puntos en común con el sistema de reproducción de una población en condiciones naturales, en cuanto a la exposición de la población a todas las vicisitudes climáticas cambiantes (calores agobiantes en verano, escasez temporaria de forraje, heladas y temporales en invierno, fuertes vientos en casi todas las estaciones, etc.). Esto contrasta con el sistema de producción estabulada, en el que los animales están protegidos de los mayores rigores climáticos. Por ello es conveniente referirse aunque sea brevemente a algunos aspectos de la teoría de la selección natural puesto que iluminan el camino de la selección que practica el hombre para condiciones habituales de producción en pastoreo.

Tiempo atrás, para las poblaciones naturales, Lerner (1951) elaboró la teoría de la homeostasis. Esta teoría estipula que, debido a los repetidos cambios en el ambiente, los genotipos mejor adaptados a situaciones cambiantes y que son aquellos que más se reproducen, no son los que se especializan en sacar lo mejor de un ambiente en particular sino los que atraviesan por todas las situaciones cambiantes sin desmejorar su estado, su salud, ni su capacidad reproductiva. La selección natural favorecería así a los heterocigotas. Estos serían individuos equilibrados para todos los caracteres.

Dunnintong (1990) y Beilharz (1993) retomaron esta idea haciendo notar que cuando se selecciona en condiciones de adjudicación de recursos limitantes, la naturaleza favorecería a los individuos que manifiesta características medias en la población. La selección por pocos caracteres destacados actuaría en contra del ajuste (fitness) de esos individuos en el medio, que verían afectada su capacidad reproductiva antes que su capacidad de sobrevivir.

El SPP constituye un caso particular en el que se selecciona con recursos limitantes para la manifestación de las características de la población. Por ello, frente a la excesiva especialización productiva desarrollada por una exigente selección practicada por el hombre, por un limitado número de características que podría, quizás, adaptarse a condiciones altamente intensivas de producción, para los SPP se hace necesario fijarse objetivos de selección de animales con características equilibradas y alta capacidad reproductiva. Es conveniente privilegiar la capacidad reproductiva porque ella es, a la vez, conveniente para la productividad total del rodeo y constituye la mejor muestra de adaptación al ambiente.

9. EL TIPO DE BOVINOS PARA LAS CONDICIONES ARGENTINAS

9.1. BOVINOS PARA CARNE

Para terminar y aún reconociendo que no existen recetas en materias que combinan lo biológico con lo económico, voy a arriesgarme a proponer, en forma extremadamente sucinta, la definición de una tipología de ganado que, a mi juicio, respondería a las condiciones del país. Ellas se basan en el mercado que es necesario satisfacer. En función del mismo habría que reconsiderar el sistema de producción. El mercado comprende el consumo interno (entre el 80 y el 90% del total de la producción) y la exportación (el resto de la producción).

El mercado interno absorbe particularmente las reses livianas (hasta aproximadamente 200 kg), bien encarnadas, con suficiente pero no excesiva deposición de grasa. Estas reses provienen de novillos (y de otras categorías) de entre 380 a 430 kg.

Lo mejor del mercado externo se cubre con novillos pesados, de no menos de 550 kg. Un buen índice de lo mejor y más exigente de este mercado lo constituye la clasificación del lomo. Este corte se vende de acuerdo a categorías llamadas "calibres". Sólo el más liviano de estos "calibres" de lomo puede alcanzarse con los novillos que se faenan en el país, ya que corresponde a pesos de novillos de por lo menos 600 kg. El resto se produce con novillos de pesos superiores que difícilmente se alcanzan en nuestras condiciones.

Con esta información estamos en condiciones de definir a grandes rasgos el tipo de reproductores que se necesitan para cada una de las demandas (dejaré para otros la tarea de transformar a *frame* los pesos a los que me refiero). Como podrá ser apreciado, propongo invertir el punto de partida del razonamiento, ya que generalmente se parte de las características de los reproductores para luego llegar a la de los novillos. Aquí tratamos de definir los pesos de los novillos comercialmente terminados, para cada uno de los mercados para luego intentar definir el tipo de reproductores con los cuales se obtendrían esos novillos. Para ello basta aplicar una sencilla regla empírica que consiste en que los novillos están comercialmente terminados alrededor del peso que coincide con el peso adulto de su madre, y que a la madurez, los toros superan el peso de las vacas en un 50%. De estas bases resulta que el mercado interno, el que absorbe actualmente el 90% de la producción, se cubriría en excelente forma con razas de vacas de 400 kg y toros de 600 kg (cuadro 6). Rodeos compuestos por reproductores de estos tamaños (que puede responder a una o más razas por separado y en cruzamientos) tendrían la ventaja de estar prácticamente exentos de problemas de parto. Además ya han probado adaptarse sin inconvenientes al SPP. Su producción por unidad de superficie sería de las más altas. En cambio, el mercado de exportación requiere un tipo de novillo de mayor tamaño. Éste puede ser alcanzado dentro de una raza como también en cruzamiento con la o las razas utilizadas como base para responder a la demanda interna (cuadro 6). Sin embargo, un novillo del tipo que demanda la exportación tiene requerimientos alimentarios que difícilmente pueden ser adecuadamente cubiertos en condiciones de pastoreo. (En realidad, la exportación de carnes plantea en el país varios interrogantes, siendo el tipo de animal y el sistema algunos de los varios que habría que intentar responder en la oportunidad propicia; al respecto existen algunas consideraciones realizadas por Molinuevo y Serra, 1998).

Cuadro 6.- Pesos de novillos y de reproductores según objetivos

Peso Novillo (kg)	Peso Vaca (kg)	Peso Toro (kg)	Tipo de Apareamiento (1)	Objetivo
380 a 430	400 a 430	600 a 645	Cerrado	Mercado interno, fácil terminación; facilidad de parto
580 a 640	600 a 640	900 a 960	Cerrado	Mercado externo
550 a 590	400 a 430	900 a 960	Abierto	Mercado externo

(1) Cerrado: apareamiento dentro de raza; Abierto: apareamiento entre razas.

9.2 BOVINOS LECHEROS

En bovinos lecheros carecemos de información que resulte equiparable a la que disponemos para bovinos para carne para el SPP. Interrogantes que se han formulado los genetistas seleccionadores en otras condiciones y que surgen de sus publicaciones, no parecen haber sido realizados para las condiciones en pastoreo. En particular permanecen sin ser respondidas preguntas sobre la presencia de IGA; sobre las rg entre caracteres de primera lactancia y de producción por vida; sobre productividad y eficiencia reproductiva, entre otras varias. Casi unánimemente, productores y profesionales ligados a la actividad siguen, sin que se manifieste un sentido crítico, el tipo de ganado que la selección genética ha impuesto para las condiciones económicas y ecológicas a las que responden los sistemas de producción intensivos de Norte América. En tal caso, convendría, al menos seguir las recomendaciones de los especialistas según las cuales, para una buena producción futura de las vaquillonas, el peso al parto entre 22 y 24 meses de edad, debería ser de 620 kg (Hoffman, 1997) o entre 590 y 635 kg (Keown y Everett, 1986). La obtención rutinaria de estos niveles de pesos indicaría que estamos en presencia de un mínimo ajuste entre el sistema y la genética utilizada. Como no es así, mejor sería que se aplicara el criterio de McMeekan (1965) y de Mott (1960), a los cuales nos hemos referido más arriba, teniendo en cuenta que la mayor productividad por unidad de superficie no se obtiene con las más altas producciones individuales. La aplicación de este simple concepto inclinaría las preferencias hacia vacas de tamaño y producción intermedia cuyo comportamiento reproductivo no se vea afectado negativamente por restricciones alimentarias normales en el SPP.

BIBLIOGRAFÍA

- Bereskin, B. y Touchberry, R. W. 1966. Some relationship of body weight and age with first lactation yield. *Journal of Dairy Science* 49, 869-873.
- Blaxter, K. L. 1968. Relative efficiencies of farm animals in using crops and byproducts in production foods. *Proceedings of the 2nd World Congress of Animal Production, Maryland, U.S.A.* 31-40.
- Brody, S. 1945. Bioenergetics and growth. Capítulo 15. Hafner, New York.
- Cunningham, E. P. 1973. Cost-effectiveness and population structure in cattle breeding programmes. *Annales de Génétique et de Sélection animale* 5, 239-255.
- Freeman, A. E. 1967. Genetic aspects of the efficiency of nutrient utilization for milk production. *Journal of Animal Science* 26, 976-983.
- Frisch, J. E. y Vercoe, J. E. 1984. An analysis of growth of different cattle genotypes reared in different environments. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 103, 137-153.
- Geay, Y. y Robelin, J. 1979. Variation of meat production capacity in cattle due to genotype and level of feeding: genotype - nutrition interaction. *Livestock Production Science* 6, 263-276.
- Gibson, J. P. 1987. The options and prospects of genetically altering milk composition in dairy cattle. *Animal Breeding Abstract* 55, 231-242.
- Hickman, C. G. y Bowden, D. M. 1971. Correlated genetic response of feed efficiency, growth and body size in cattle selected for milk solid yield. *Journal of Dairy Science* 54, 1848-1855.
- Hoffman, P. C. 1997. Optimum body size of Holstein replacement heifers. *Journal of Animal Science* 75, 836-845.
- Holmes, C. W., Wilson, G. F., Kuperus, W., Buvaneshwa, S. and Wickman, B. 1993. Liveweight, feed intake and conversion efficiency of lactating dairy cows. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 53, 95-99.
- Hooven, N. W., Miller, R. H. y Plowman, R. D. 1968. Genetic and environmental relationships among efficiency, yield, consumption and weight of Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 51, 1409-1419.
- Jarrath, L. K., Hayes, J. F. y Cue, R. I. 1995. Correlations between first lactation and lifetime performance traits of Canadian Holstein. *Journal of Dairy Science* 78, 438-448.
- Joandet, G. E. 1968. Comparative consumption of feed of Charolais and Angus cows under grazing conditions. *Proceedings 2nd. World Conference of Animal Production, Maryland, U. S. A.* p. 335.
- Jones, R. J. y Sandland, R. L. 1974. The relation between animal gain and stocking rate. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 83, 335-342.
- Kelleher, D. J., Freeman, A. E. y Lush, J. L. 1967. Importance of bull x herd-year-season interaction in milk production. *Journal of Dairy Science* 50, 1703-1707.
- Keown, J. F. y Everett, R. W. 1986. Effect of days carried calf, days dry, and weight of first calf heifers on yield. *Journal of Dairy Science* 69, 1891-1896.
- Lee, A. 1997. The interplay of feeding and genetics on heifer rearing and first lactation milk yield: a review. *Journal of Animal Science* 75, 846-851.
- Lobo, C. H. y Allaire, F. R. 1995. The effect of alternative economic and genetic covariation structures on the relative economic gain from selection using stayability traits. *Journal of Dairy Science* 78, 2299-2307.
- Lytton, V. H. y Legates, J. E. 1966. Sire by region interaction for production traits in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 49, 874-878.
- Manso, F. y Lifshitz, E. 1994. Análisis del ritmo diario de oviposición en aves medido por el consumo de agua. *Mendeliana* 9, 56-59.
- McDaniel, B. T. y Corley, E. L. 1967. Relationship between sire evaluations at different herdmate levels. *Journal of Dairy Science* 50, 735-741.
- McMeekan, C. P. 1961. *Grass to Milk*. Cap. X. 2nd ed. Wellington, The New Zealand dairy exporter.
- McMeekan, C. P. y Walsh, M. J. 1963. The inter-relationships of grazing method and stocking rate in the efficiency of pasture utilization by dairy cows. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 61, 147-163.
- Ménissier, F., Renand, G., Colleau, J. J. y Gaillard, J. 1986. Amélioration génétique de la production de viande bovine: orientations, objectifs et méthodes de sélection des aptitudes bouchères. *In Production de Viande Bovine, INRA., Paris.* pp 101-146.
- Molinuevo, H. A. 1967. Estimación del peso al destete por unidad de superficie y su relación con el tamaño de las vacas. *Revista de Investigaciones Agropecuarias, Serie 1, Biología y Producción Animal* 4, 37-47.
- Molinuevo, H. A. 1997. Individual performance and production per unit area of grazing steers of different potential growth rates. *Animal Science* 65, 373-381.
- Molinuevo, H. A. 1997. Objetivos y estrategia de selección bovina para sistemas de producción de carne en pastoreo. *Boletín técnico* 142, E. E. A. Balcarce, I. N. T. A., 14 p.
- Molinuevo, H. A. y Serra, E. 1998. Reflexiones sobre el mercado de carnes. Precios del novillo en Liniers, razas y biotipos. *FUNDARCO 011-02HM02/98*, 8 p.
- Molinuevo, H. A. y Monterubbianesi, G. 1997. Tasa de crecimiento, carga y productividad en pastoreo de novillos de distinto potencial genético. *Revista Argentina de Producción Animal* 18, en prensa.
- Molinuevo, H. A., Lafontaine, J.A. y García, C. 1996. Inferencia del efecto de la selección por peso sobre la productividad en la cría de bovinos para carne. *Noticiero de Biología, Chile*, p. 96 (Abstr.)
- Molinuevo, H. A., Melucci, L., Bustamante, J. L. y Miquel, M. C. 1982. Interacción genético-ambiental en crecimiento de novillos cruce en condiciones de pastoreo. *Memorias, II Congreso Mundial de Genética Aplicada a la Producción Ganadera, Madrid, España*, 8, 286-289.

- Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. Proceedings of the 8th. International Grassland Congress 606-611.
- Mrode, R. A. 1988. Selection experiments in beef cattle. Part 2:A review of responses and correlated responses. Animal Breeding Abstract 56, 155-167.
- Paul Miller, L. D. Van Vleck, L. D. y Henderson, C. R. 1967. Relationships among herd life, milk production and calving interval. Journal of Dairy Science 50, 1283-1287.
- Rekik, B. y Allaire, F. R. 1993. Contribution of stayability records to the accuracy of selection for improved production value and herd life. Journal of Dairy Science 76, 2299-2307.
- Richardson, D. O., Owen, J. R., Plowman, R. D. y Miles, J. T. 1971. Importance of sire X region interactions in production and feed intake traits of dairy cattle. Journal of Dairy Science 54, 1518-1525.
- Sandland, R. L. y Jones, R. J. 1975. The relation between animal gain and stocking rate in grazing trials: an examination of published theoretical models. Journal of Agricultural Science, Cambridge 85, 123-128.
- Taylor, St C. S. 1965. A relation between mature weight and the time taken to mature in mammals. Animal Production, 203-220.
- Taylor, St. C. S., Thiessen, R. B. y Murray, J. 1986. Inter-breed relationship of maintenance efficiency to milk yield in cattle. Animal Production 43, 37-61.
- Vanraden, P. M. y Wiggans, G. R. 1995. Productive life evaluations: calculation, accuracy and economic value. Journal of Dairy Science 78, 631-638.
- Webster, A. J. 1989. Bioenergetics, bioengineering and growth. Animal Production 48, 249-269.
- Yerex, R. P., Young, C. W., Donker, J. D. y Marx, G. D. 1988. Effects of selection for body size on feed efficiency and size of Holstein. Journal of Dairy Science 71, 1355-1360.
- Zoby, J. L. F. y Holmes, W. 1983. The influence of size of animal and stocking rate on the herbage intake and grazing behaviour of cattle. Journal of Agricultural Science, Cambridge 100, 139-148.

[Volver a: Genética bovinos de carne](#)