

## Hans Gehlenborg



## Mejoramiento genético para RASGOS DE CALIDAD de leche en el mundo

### Resumen

Alemania tiene una de las más grandes poblaciones de Holstein de todo el mundo, con una larga historia de cría, que se basa en una alta participación voluntaria en el control lechero oficial y en el registro del libro genealógico. En comparación con otras importantes poblaciones de Holstein, su producción de leche de 9.000 kilogramos anual por vaca, es un rango promedio. Pero, con respecto a los sólidos, las Holstein alemanas son muy altas: 4,1% de grasa y 3,4% de proteína.

La razón de estas cifras es un objetivo de crianza para el ganado y una estrategia para maximizar la cantidad producida de proteína y grasa, con componentes constantes, particularmente los porcentajes de proteína. Debido a las correlaciones genéticas negativas entre

volumen de leche y componentes, el índice alemán para la producción, el RZM (*RelativZuchtwert Milch*), incluye además de kilogramos de proteína (75%) y de grasa (20%) también los porcentajes de proteína (5%). La importancia de la proteína para la producción de queso, un producto clave de leche en el mercado internacional, ha aumentado constantemente y probablemente continuará. Por eso, nos atrevemos a predecir que una estrategia de cría, como se practica en Alemania, podría ser apropiada también para la mayoría de los países.

### Palabras claves

Holstein, producción de leche, componentes, objetivo de crianza.

### Introducción

Alemania tiene aproximadamente 4,2 millones de vacas lecheras. Holstein es la raza principal con el 60% (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter, 2012, p. 10-16). La cría de Holstein tiene una larga tradición. Incluso, el nombre de la raza: "Holstein Friesian" se refiere a dos regiones en Alemania, "Holstein" en el norte y "Friesland" en el noroeste. Las primeras asociaciones de criadores fueron fundadas en el siglo XIX. Desde el principio de la crianza sistemática, tanto el aumento de la cantidad de leche como la mejora de componentes han sido partes de sus objetivos. Hasta los años setenta, el foco en los componentes estaba en la

---

Hans Gehlenborg

Ingeniero Agrónomo -  
Fachhochschule Osnabrück,  
Alemania.

Director Comercial en  
Genética Germana Interna-  
cional GGI, Cloppenburg,  
Alemania.

hgehlenborg@ggi.de  
Alemania

---

grasa. A partir de la introducción de los valores genéticos oficiales (EBV) para proteína en 1977, el foco ha estado más en la proteína. Para aplicar estrategias reproductivas, que busquen tanto cantidad de leche como componentes, es importante saber que existe una correlación genética negativa entre cantidad y componentes, y una correlación genética positiva entre grasa y proteína.

## La población Holstein en Alemania

Para desarrollar una estrategia de crianza es importante conocer el tamaño de la población de vacas por medio del registro de datos (población activa de vacas). En Alemania, el 84,7% de todas las vacas lecheras están bajo el control lechero oficial, según las reglas de ICAR (*International Committee for Animal Recording*), (*Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinder-*

*züchter*, 2012, p. 42). Con 2,7 millones vacas Holstein bajo el control lechero, Alemania tiene la mayor población activa de esta raza en la Unión Europea y, también, junto con los Estados Unidos, la más grande población activa mundialmente. En Alemania el control lechero se realiza mensualmente y los porcentajes de grasa y proteína son evaluados, cada mes, en cada vaca. Por eso, la cantidad y la calidad de los datos son muy buenos. La participación voluntaria es muy alta, no solo en el control lechero sino también en la inscripción en el libro genealógico. Más del 76% de todas las vacas registradas están en el libro genealógico (*Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter*, 2012, p. 49), lo que da como resultado la más grande población Holstein registrada de todo el mundo.

## Comparación internacional de cantidad de leche y componentes

Las poblaciones de Holstein en el mundo presentan una amplia gama en la producción de leche, grasa y proteína. La **Tabla 1** muestra las cifras de la producción promedio de 12 poblaciones de Holstein (World Holstein Friesian Federation – WHFF, 2012). La producción media de leche de los Estados Unidos e Israel, con más de 10.000 kilogramos producidos por vaca al año, varía mucho comparada con Australia, con menos de 7.500 kilogramos. Con respecto a los componentes, las cifras varían para grasa de 4,25% (Holanda) a 3,31% (Argentina) y para proteína de 3,44% (Holanda) a 3,07% (USA). En general, la tabla muestra que

País	Estados Unidos	Alemania	Francia	Gran Bretaña	Italia	Argentina	Canadá	Holanda	España	Australia	Israel
Leche registrada	3.760	2.040	1.718	1.495	1.129	563	654	583	515	355	100
Porcentaje registrado	45%	90%	69%	89%	78%	31%	71%	51%	56%	33%	87%
Leche kg	10.629	9.008	9.215	9.053	9.190	7.784	9.970	8.774	9.401	7.259	10.575
Grasa %	3,66	4,09	3,97	3,90	3,67	3,31	3,75	4,25	3,62	3,88	3,58
Grasa kg	389	362	366	353	337,3	257	371	373	340	282	379
Proteína %	3,07	3,40	3,21	3,17	3,35	3,28	3,18	3,44	3,19	3,28	3,12
Proteína kg	326	301	296	287	307.9	255	315	302	300	238	330

**Tabla 1.** Cifras de la producción media de las poblaciones de Holstein (World Holstein Friesian Federation – WHFF, 2012).

con un incremento de la cantidad de leche los componentes bajan. Aunque la World Holstein Friesian Federation - WHFF no tiene los datos actuales de Nueva Zelanda, las cifras anteriores de este país, con menos de 6.000 kilogramos de producción de leche y un promedio de 4,1% de grasa y 3,5% de proteína, corroboran aun más fuertemente esta afirmación.

Entre los principales países que tienen ganado Holstein, Alemania presenta una producción media y unos componentes superiores al promedio con más de 9.000 kilogramos en producción de leche, y 4,07% grasa y 3,35% de proteína.

La variación en la cantidad producida de grasa y proteína (es decir, la cantidad producida de leche multiplicada por el porcentaje de grasa o proteína) es mucho más pequeña en comparación con la cantidad de leche y sus componentes. Con 373 kilogramos de grasa, las vacas holandesas producen casi tanta grasa como las vacas de Estados Unidos (389 kilogramos), pero en el caso de Holanda sería 8.774 kilos x 4,25% en vez de 10.629 kilos x 3,66% (cifras que corresponden a Estados Unidos). Entonces, con respecto a la grasa, parece posible producir la misma cantidad ya sea con un alto volumen de leche con bajos porcentajes de grasa, o un volumen más bajo de leche con altos porcentajes de grasa. En tendencia, lo mismo ocurre con la proteína,

pero aquí es evidente que la cantidad más alta de proteína es alcanzada en poblaciones con alto volumen de leche.

Comparando las cifras fenotípicas, hay que tener presente en todo momento que las diferencias no son debidas solamente a la diferencias en genética, sino también al manejo del ganado y a factores ambientales.

## Relaciones genéticas

La relación genética entre las características de producción de leche están bien representadas por las correlaciones del EBV de sementales, comprobados con sus hijas, con una alta fiabilidad del 93% como media en la **Tabla 2** (Vereinigtes Informationssystem Tierhaltung, 2012a).

La relación genética entre kilogramo de leche y sus componentes es claramente negativa con -0,59% para grasa y -0,51% para proteína (Tabla 2). Esto significa que cada cambio en el nivel

genético para leche afectará el nivel genético para sus componentes en la dirección opuesta. Es decir, la selección por una característica conseguirá una influencia indirecta en la otra. Al mismo tiempo, dentro de los componentes, los porcentajes de grasa y proteína están relacionados muy positivamente ( $r=+0,70$ ). La cantidad total de kilogramos de proteína tiene una relación genética muy fuerte a los kilogramos de leche ( $r=+0,83$ ). La correlación de kilogramos de grasa a kilogramos de leche es mucho más baja, con +0,37.

Para interpretar la correlación genética es importante considerar la variación, muy diferente, en los porcentajes de grasa y proteína. La desviación estándar del EBV para el porcentaje de grasa con 0,29 es más del doble superior a la del porcentaje de proteína con 0,13 (Vereinigtes Informationssystem Tierhaltung, 2012a).

Esto significa que la mejora genética de una desviación estándar para porcentaje de proteína dará como resulta-

	Leche kg	Grasa %	Grasa kg	Proteína %	Proteína kg
Leche kg		-0,59	+0,37	-0,51	+0,83
Grasa %			+0,53	+0,70	-0,24
Grasa kg				-0,27	+0,60
Proteína %					+0,06
Proteína kg					

**Tabla 2.**

Correlaciones entre los valores genéticos de los sementales Holstein alemanes (5.576 toros nacidos entre 1999 y 2004).

do, en promedio, más kilogramos de grasa que de proteína, por respuesta indirecta.

En resumen, los parámetros genéticos presuponen que la selección para lograr porcentajes de grasa posibilita el lograr altos kilogramos de grasa, pero no pasa lo mismo con la proteína. Seleccionar solamente para porcentaje de proteína no incrementará el total de kilogramos de proteína ( $r=+0,06$ ), porque, al mismo tiempo, la cantidad de leche disminuirá.

## Objetivos y estrategias para la crianza

Debido a las correlaciones genéticas, cada estrategia de crianza debe considerar simultáneamente tanto el volumen de leche como sus componentes. De lo contrario, lo uno o lo otro se reducirá, a largo plazo, a un nivel muy bajo. ¿En qué medida los componentes deben ser incluidos? Eso depende del objetivo de crianza.

El objetivo de crianza debería orientarse hacia una futura economía de producción de leche, en un lapso de 5 a 10 años. Debido al largo intervalo de generaciones con el ganado bovino, se tarda mucho tiempo para que algún cambio en el objetivo de crianza se transforme en mejoras para la población completa de vacas. La variación en el precio de la leche, para diferentes contenidos de grasa y proteína, tiene

un papel importante en este aspecto.

Generalmente hay tres casos:

▶ **Pago solamente por cantidad de leche.** El precio por kilogramo de leche es independiente del contenido de grasa y proteína.

▶ **Pago por la cantidad de grasa y proteína.** En general, el precio es también por kilogramo de leche, pero está basado en un contenido estándar de grasa y proteína. Según haya más o menos grasa y proteína comparado con el estándar, el ganadero recibe pagos adicionales o deducciones.

▶ **Pago adicional por porcentajes.** El pago superior para la leche con los más altos porcentajes es, relativamente mayor que la cantidad suministrada suplementariamente de grasa y proteína. Es decir, un kilogramo de grasa y proteína suministrado recibe un pago más alto si tiene menos volumen y más altos componentes (por ejemplo,  $25 \text{ kilos} \times 4\% = 1 \text{ kilo de sólidos}$ ) en comparación con la misma cantidad de volumen alto y componentes bajos (por ejemplo,  $33,3 \text{ kilos} \times 3\% = 1 \text{ kilo de sólidos}$ ).

El primer caso existe en mercados con un fuerte déficit en leche fresca. Pero, incluso allí se exige un nivel

mínimo de porcentajes de grasa y proteína, porque las centrales lecheras no quieren pagar por “agua blanca”. Por eso, a largo plazo, estos mercados tienden a cambiar al segundo caso. El “pago por cantidad suministrada de grasa y proteína” es más común en los principales países de Europa y Norteamérica, porque un gran porcentaje de la cantidad total de leche es procesado en mantequilla y queso. El último caso tiene sentido económico en países donde casi toda la leche es procesada en productos sólidos para exportación, incluida la leche desnatada en polvo. En este escenario, el volumen causa gastos de procesamiento adicionales (secado, transporte) sin aumentar el volumen del negocio para las centrales lecheras. Este es el caso de Nueva Zelanda.

No obstante, dentro del caso más usual de pago hay diferencias, especialmente en la relación de pago por grasa y proteína. En la mayoría de los países se paga más por proteína, en comparación con la grasa, porque la relación del precio del queso y mantequilla ha cambiado continuamente a favor del queso.

Las situaciones descritas se reflejan actualmente en los objetivos de crianza de los principales países donde predomina la raza Holstein.

La **Tabla 3** muestra las ponderaciones relativas de leche, grasa y proteína dentro del índice total para Holstein de países seleccionados. En casi todos los países la cantidad de proteína (kilogramo) tiene la ponderación relativa más alta de todas características de producción de leche, desde el 80% en Francia e Italia hasta el 49% en Gran Bretaña, incluido el TPI (*Total Performance Index*: Índice Total de Desempeño) de la Asociación Holstein de Estados Unidos. La única excepción es el "US Net Merit Index" (NM\$), que es el índice total calculado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Solamente en NM\$, el kilogramo de proteína tiene una ponderación más baja (46%) en comparación con el kilogramo de grasa (54%).

Ninguno de los principales países con Holstein tiene una ponderación positiva de kilogramo de leche en el índice total y, por el contrario, si tienen una ponderación positiva de sus componentes. Algunos de estos países destacan los componentes, valorando negativamente el volumen de leche.

Otros, le dan un valor positivo en porcentaje de proteína. La ponderación más alta de componentes la tiene España (39%), Australia (26%) y Gran Bretaña (24%). La relación media de kilogramos de proteína y grasa en los índices de los países (**Tabla 3**) es 1:4,3, pero con una variación de menos que 1:2 en los Estados Unidos, Canadá, Holanda y Gran Bretaña, hasta 1:19,5 en Italia. En este último país casi no se considera la grasa como objetivo de crianza.

La ponderación relativamente alta de grasa en Canadá y los Estados Unidos parece contraria a las cifras fenotípicas de sus vacas Holstein (**Tabla 1**). La razón es que la ponderación de grasa en el objetivo de crianza ha sido incrementado notablemente en los últimos años, como reacción al bajo nivel absoluto de grasa (Estados Unidos: 3,66%, Canadá: 3,75%). Se necesitarán algunos años más para que este objetivo de crianza, recientemente cambiado, afecte la producción real.

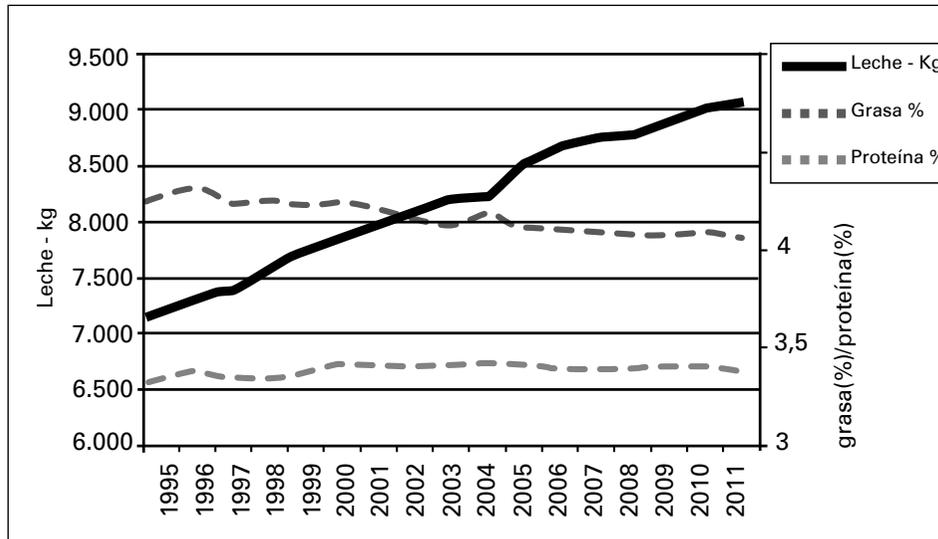
El objetivo de crianza de las Holstein en Alemania, para las características de producción de leche, representado por el índice de producción RZM, se halla en el punto medio de todos los países, con un 5% de ponderación positiva para proteína (convertido por Miglior a -3% para volumen de leche), además de 77% para kilogramo de proteína y 20% para kilogramo de grasa. Estas ponderaciones relativas no han cambiado significativamente desde los años ochenta. Por lo tanto, el efecto de la estrategia de crianza en Alemania busca maximizar la cantidad de kilogramos de proteína y conservar los porcentajes de proteína en un nivel alto. Esto se puede observar en las cifras absolutas de producción de las vacas Holstein en Alemania desde 1995 (**Figura 1**).

La producción promedio de leche de las vacas Holstein en Alemania se ha incrementado continuamente durante los últimos 15 años, con casi 120 kilogramos por año. Al mismo tiempo, el alto nivel de los porcentajes de proteína fue estable con un 3,4%. El porcentaje de grasa disminuyó ligeramente de 4,3% a 4,1%, desde mediados de los años noventa a la actualidad (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter, 2012). De esta manera, una pequeña ponderación positiva en el porcentaje de proteína, junto

Pais	Estados Unidos	Estados Unidos	Alemania	Francia	Gran Bretaña	Italia	Canadá	Holanda	España	Australia	Israel
Indice total	NM\$	TPI	RZG	ISU	PLI	PFT	LPI	NVI	ICO	APR	PD11
Proteína kg	46	63	77	80	49	80	61	54	53	60	74
Grasa kg	54	37	20	20	27	4	39	35	9	15	26
Leche kg	0	0	-3	0	-24	-16	0	-12	-39	-26	0
Relación Proteína:grasa	0,8	1,7	4,0	4,0	1,8	19,5	1,6	1,6	6,0	4,0	2,8

**Tabla 3.**

Énfasis en leche, grasa y proteína en los objetivos de crianza de Holstein en países seleccionados (modificado de Miglior et al., 2012).



**Figura 1.** Evolución de la producción de kilogramo de leche (por vaca Holstein y año), porcentaje de proteína y grasa.

con una relación proteína/grasa de 1:4 tuvo exactamente el resultado previsto, es decir, maximizar la cantidad de proteína producida con un nivel elevado y constante de porcentaje de proteína.

Las cifras muestran que, aún sin la ponderación directa en el volumen de leche, sino principalmente en los kilogramos de proteína, el resultado es un fuerte incremento de kilogramos de leche, debido a la correlación genética positiva entre estas dos características. Por eso, poner mayor énfasis en los rasgos específicos de los índices no refleja necesariamente el progreso previsto, a causa de las negativas y positivas correlaciones genéticas.

## Rasgos de producción lechera en el rendimiento total

Esto se aplica aún más en el objetivo de crianza en general,

en donde se incluyen tanto los rasgos de la producción de leche como también las características de su conformación.

La **Tabla 4** muestra las correlaciones genéticas usadas en el índice total alemán para las Holstein en Alemania (Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung, 2012b).

Producción de leche (y kilogramo de proteína) tiene correlación genética negativa a fertilidad, sanidad de la ubre y longevidad. Los rasgos de conformación,

entre ellos, tienen correlación genética positiva. Por eso, la ponderación de los rasgos funcionales en el índice total no está solo basada en la importancia económica (para mejorar la producción), Es necesario, también, evitar respuestas genéticas negativas de selección indirecta entre estos rasgos.

Alemania introdujo en 1996 el índice total RZG, que incluye todos los rasgos mostrados en **Tabla 4**. Las primeras ponderaciones eran de 56% para producción de leche, 20% para conformación y 24% para rasgos funcionales. Actualmente, la comparación se daría frente al 45% para producción de leche, 15% para conformación y 40% para rasgos funcionales. Por eso, el RZG alemán fue uno de los primeros índices totales reales, que mostró, hace 15 años, una ponderación balanceada de rasgos. Hoy en día, dichos rasgos son comúnmente usados en la en la mayoría de indicadores de los principales países que tienen Holstein.

	RZM	RZN	RZE	RZS	RZR	RZKm	Porcentaje en RZG
Índice de producción (RZM)							45%
Longevidad (RZN)	-0.10						20%
Conformación (RZE)	+0.15	+0.30					15%
Sanidad de la ubre (RZS)	-0.10	+0.40	+0.20				7%
Fertilidad de las hijas (RZR)	-0.30	+0.40	+0.05	+0.15			10%
Facilidad de parto (RZKm)	0.0	+0.20	+0.10	+0.10	+0.15		3%

**Tabla 4.** Correlaciones genéticas entre los rasgos usados en el índice total alemán RZG.

## Conclusión

Debido a la correlación genética negativa entre cantidad de leche (kilogramos) y sus componentes (porcentaje de grasa, porcentaje de proteína), es necesaria una consideración simultánea en la crianza y la selección para evitar una constante disminución en la cantidad de leche o en la proteína.

En el ejemplo que nos presenta la crianza de Holstein en Alemania, se puede ver que seleccionar en primer lugar por kilogramos de proteína (75% ponderación relativa), dándole menos peso a los kilogramos de grasa (20%, relación proteína/grasa 1:4) y poco peso a los componentes (5% proteína), da como resultado un buen progreso para el rendimiento de leche, con componentes casi constantes.

En el mercado internacional de la leche, la proteína (queso) es mejor pagada en comparación con la grasa (mantequilla). Volumen de leche con componentes bajos producen gastos adicionales para el procesamiento y transporte.

Por eso, se puede decir que, a largo plazo, el precio que se pagará a los ganaderos va a depender, en su mayoría, de los componentes, como hoy día se hace en los principales países de Europa que tienen Holstein. La crianza de ganado lechero es un proyecto a largo plazo,

por eso, se recomienda, a los ganaderos y a las organizaciones de crianza, considerar estas estrategias de selección para el ganado, aunque el precio de leche actualmente no dependa de sus componentes.

## Referencias

Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter (2012). *Rinderproduktion in Deutschland 2011. Annual statistics of German Cattle Federation*. Extraído el 20 septiembre de 2012: [www.adr-web.de](http://www.adr-web.de)

Miglior, F., Chesnais, J. & Van Doormaal, B.J. (2012). *Genetic improvement: a major component of increased dairy farm profitability*. Ponencia presentada en 38th ICAR Session. Cork, Ireland. Extraído el 20 septiembre de 2012: [www.icar.org](http://www.icar.org)

World Holstein Friesian Federation – WHFF (2012). *2011 Annual Statistics Report*. Extraído el 20 septiembre de 2012: [www.whff.info](http://www.whff.info)

Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung (2012a). *Official EBV for all daughter proven Holstein A.I. bulls from April 2012 evaluation*. Extraído el 20 septiembre de 2012: [www.vit.de](http://www.vit.de)

Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung (2012b). *Description of genetic evaluation*. Extraído el 20 septiembre de 2012: [www.vit.de](http://www.vit.de)