



VI SEMINARIO INTERNACIONAL  
Competitividad en Carne y Leche

Colanta

# CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE TOROS EN FINCAS LECHERAS

JUAN F. VÁSQUEZ C.

Médico Veterinario

Candidato a Maestría en Ciencias Animales con énfasis  
en Fisiología y Biotecnología de la Reproducción y la Lactancia

Diplomado en Biotecnología de la Reproducción

Coordinador Programa de Inseminación Artificial, COLANTA

juanvc@colanta.com.co

Colombia

## INTRODUCCIÓN

Durante muchos años la selección de toros de razas lecheras especializadas en programas de inseminación artificial estuvo orientada al incremento en la producción lechera, sin embargo en la medida en que ésta ha aumentado también han ido en alza problemas de salud y reproductivos de los animales, acortando de manera alarmante su vida productiva. De la misma forma, la presión de selección sobre las familias de toros de mayor desempeño productivo ha redundado en incrementos de la consanguinidad que actúan en detrimento de la producción de leche, pobre desempeño reproductivo y animales enfermos. Recientes estudios además relacionan aspectos del tipo de las vacas con una mayor vida útil, por lo que la concepción en el manejo de rasgos de tipo debe pasar de aspectos estéticos a selección de rasgos que incrementen longevidad en las vacas. La selección de toros de inseminación artificial, implica buscar la producción de leche con mejores precios incrementando el nivel de sólidos en la leche con reproductores especializados en estos parámetros.

## PRODUCCIÓN DE LECHE VS FERTILIDAD. ¿QUÉ ESTÁ PASANDO?

En todo el mundo el mejoramiento genético de las razas bovinas especializadas en producción lechera, ha ocasionado cambios en la fisiología y metabolismo de las vacas. Las producciones de leche se han ido incrementando, con lo que también se aumentan los requerimientos nutricionales, sanitarios y de manejo de estos animales. Cuando estos requerimientos no son llenados, las vacas responden a las carencias de múltiples formas; algunas asociadas con la producción de leche (menor volumen, bajo nivel de sólidos), otras con la reproducción (incremento en los días abiertos, mayor número de servicios por concepción, reabsorción embrionaria, quistes), o incluso con la salud (incremento de enfermedades metabólicas, infecciosas, carenciales, parasitarias). Todas estas reacciones de la vaca pueden ser predisponentes a incrementar la tasa de descartes en el hato, y afectan de manera directa la vida útil de las vacas.

En la **gráfica 1** por ejemplo, se ilustra este fenómeno en Estados Unidos, donde en 30 años la producción de leche por lactancia pasó de 6.300 kilos en 1970 hasta cifras cercanas a los 9.000 kilos en el año 2000. Pero con estos incrementos en producción vino una disminución de la fertilidad de los

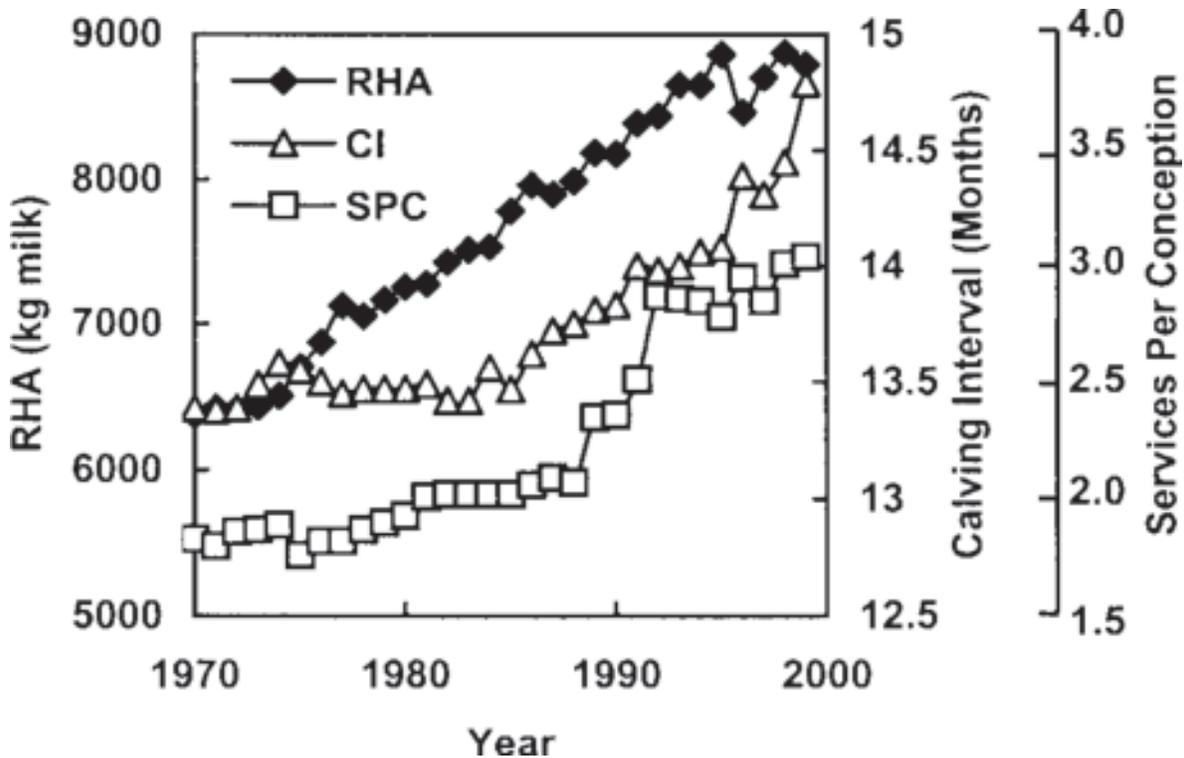


ganados demostrada en el intervalo entre partos y servicios por concepción, que pasaron de 13.5 meses y 1.8 servicios en 1970 a 15 meses y 3 servicios por concepción en el 2000.

Conscientes de esta problemática muchos países están, cada vez más, valorando los rasgos de salud, fertilidad y longevidad en sus índices de evaluación, con lo que el perfil de selección de

toros en la finca se hace necesario que incluya dichos caracteres. En el caso de Estados Unidos por ejemplo, el Índice de Rendimiento Total TPI (Total Performance Index) pondera el 50% de su valor en características de salud (células somáticas, movilidad) y reproducción y longevidad (tasa de preñez de las hijas, vida productiva, facilidad de partos, mortinatos).

Gráfica # 1 Producción leche por lactancia, intervalo entre partos y servicios por concepción en 143 hatos de Estados Unidos entre 1970 y 2000, según Lucy, 2001 (3)



## CONSANGUINIDAD

El coeficiente de consanguinidad de un individuo es la probabilidad de tener genes idénticos por descendencia para un animal determinado. La consanguinidad o inbreeding se da cuando dos individuos emparentados producen descendencia. La consanguinidad crea pérdida de variación genética porque pares de genes heterocigóticos se vuelven homocigóticos. Este proceso es considerado dañino para las

poblaciones de animales domésticos porque deprime la reproducción, supervivencia, adaptación, salud y productividad de las crías, además de estar asociada al incremento de defectos genéticos. Lamentablemente este proceso va gradualmente en aumento debido a la presión de selección sobre líneas de toros con características económicamente deseables. Weigel (10), por ejemplo, señala que un 50% de 5.000 toros Holstein que entran a prueba de progenie cada año en Estados Unidos, son hijos de los 10 toros



Tabla No. 1 Componentes del Índice de Rendimiento Total (TPI)  
para toros Holstein evaluados en Estados Unidos. (2)

20% de énfasis en salud de la ubre	Conteo de Células Somáticas, Compuesto de Ubre y parte de Habilidad de Transmisión Predicha para Tipo (PTAT)
19% de énfasis en cruzamiento temprano	Tasa de preñez en hijas, vida productiva y Forma lechera
8% de énfasis en movilidad	Compuesto de Patas y Pezuñas y parte de Habilidad de Transmisión Predicha para Tipo (PTAT)
3% de énfasis en habilidad de parto	Facilidad de Parto en Hijas y Becerros Nacidos Muertos (Stillbirth)
3% de énfasis en tamaño corporal	Parte de Habilidad de Transmisión Predicha para Tipo (PTAT)

más populares, lo que indica la gran presión por aumentar la concentración de estos toros en la raza, y por tanto, el inevitable incremento en la consanguinidad. Ésta se da por el cruzamiento de animales emparentados de manera sucesiva, repercutiendo en la rentabilidad del hato de manera directa y afectando la producción, reproducción y salud de las nuevas crías de la finca. Este fenómeno es creciente y lo seguirá siendo en la medida en que los toros élites de la raza o sus descendientes, continúen siendo los padres de nuevos toros para inseminación en el presente y en el futuro.

### EFFECTOS NOCIVOS DE LA CONSANGUINIDAD

**En producción:** Estudios realizados en Estados Unidos en ganado Holstein (4), indican que por cada 1% de incremento en la consanguinidad, se disminuye la producción vitalicia de leche en 37 kilos, 1.2 kilos de grasa, 1.2 kilos de proteína y 13.1 días de vida productiva. Para el caso de Jersey, Wiggans et al (11), estimaron reducciones de 21.3 kg. de leche, 1.03 kg. de grasa y 0.88 kg. de proteína en cada lactancia por punto de consanguinidad superior al 10%.

**En reproducción:** Otro estudio (5), señaló que animales con alta consanguinidad (mayor al 10%) presentaron al primer parto, una edad mayor de 26 días y duraciones de lactancia 8 días menores que animales con baja consanguinidad. Vacas con una consanguinidad mayor al 10%, adicionalmente tendrán un 3% menos de tasa de no retorno (3% más de vacas que repitan servicio) a los 70 días posparto, comparadas con vacas con consanguinidad baja. (1).

**En salud:** Wilk y Mc. Daniel (12) reportaron un aumento en las pérdidas por mortalidad en terneros Jersey cuando la consanguinidad fue superior al 6%, agravándose la situación conforme aumentaba ésta. Varios estudios han presentado resultados contradictorios en cuanto al efecto del nivel de consanguinidad sobre el conteo de células somáticas en la leche, pues no se ha encontrado una correlación clara entre consanguinidad y mastitis.

No es suficiente cruzar con toros de países diferentes al de los padres, ya que de toros estadounidenses se están encontrando hijos en todo el mundo. Igualmente sucede con los de Europa y otras partes. Esto hace de la consanguinidad un fenómeno global.

**TABLA No. 2 Porcentaje de consanguinidad de las razas Holstein y Jersey en Estados Unidos, período 1960-2005.**

AÑO	RAZA HOLSTEIN		RAZA JERSEY	
	No. VACAS ANALIZADAS	% CONSANGUINIDAD	No. VACAS ANALIZADAS	% CONSANGUINIDAD
2005	544.812	5.1	52.932	7.1
2000	1'059.467	4.5	75.420	6.2
1995	1'096.795	3.7	64.738	4.8
1990	1'146.276	2.5	71.498	3.4
1985	1'042.427	1.5	66.250	2.0
1980	933.433	0.8	59.556	1.4
1975	642.346	0.6	48.323	1.1
1970	518.111	0.4	48.343	0.8
1965	431.150	0.2	54.300	0.4
1960	388.530	0.0	64.597	0.0

Fuente: Animal Improvement Programs Laboratory – AIPL –USDA (9)

### CONSANGUINIDAD EN ANTIOQUIA

Estudios realizados en COLANTA (8), tras el análisis de pedigrí de 211 toros Holstein y 61 toros Jersey utilizados, se encontró que 9 toros Holstein y 6 toros Jersey hacen parte del pedigrí de manera directa (padres o abuelos) de más del 10% de los toros comercializados por La Cooperativa en los últimos 20 años, lo que puede llevar a incrementos peligrosos de consanguinidad. El control de este problema, sólo se obtiene mediante el análisis del pedigrí o ascendencia de las vacas, para realizar cruzamientos de manera dirigida y estratégica, sin necesidad de prescindir del uso de toros útiles en la consecución de las metas de productividad de la finca.

### VIDA PRODUCTIVA Y TIPO

Estudios recientes, (7) han buscado dilucidar el efecto que poseen las características evaluadas

en las pruebas de progenie sobre la vida en el hato de las vacas de lechería.

El coeficiente de heredabilidad se puede definir como la cantidad del efecto de la genética sobre una característica fenotípica de un animal. Generalmente esta se expresa entre rangos que oscilan entre 0 y 1. Por ejemplo en la tabla siguiente la heredabilidad expresada para leche es de 0.40. Esto se puede interpretar como que el 40% del efecto en la producción lechera es debido a factores genéticos transmitidos por los padres a su descendencia. El 60% restante, se deberá pues a factores ambientales del entorno del animal que incluyen nutrición, clima, manejo, salud, etc. A mayor grado de heredabilidad, más fácil será mejorar esta característica con toros superiores en estos ítems en programas de inseminación artificial.

Como norma general, se consideran heredabilidades altas aquellas cuyos coeficientes son superiores a 0.30, medias entre 0.11 y 0.29 y bajas menores de 0.10.



Los índices de correlación, entre tanto indican qué tanto los valores de una variable explican el resultado de otra. Estos valores pueden ser positivos o negativos dependiendo si la relación es directa o inversa. Para el caso de la tabla, por ejemplo, la correlación entre células somáticas y vida en el hato el valor es de  $-0.30$ , lo que se puede interpretar como que el incremento en las células somáticas explica en un 30% la disminución en la vida del hato de las vacas investigadas.

Según lo enunciado, encontramos que las características con mayor heredabilidad corresponden a las de producción de leche, grasa

y proteína; y a las características de conformación corporal (estatura, fortaleza, profundidad corporal y carácter lechero). Las características de ubre, tienen heredabilidades medias a altas y las de patas y pezuñas de medias a bajas. En general, las características de reproducción y de salud tienden a ser de media-baja heredabilidad.

Por otro lado, alto número de días abiertos, altos recuentos de células somáticas, vacas con alta profundidad corporal, alta fortaleza, anchas de anca, angulosas (con alto carácter lechero), y de estatura alta, son vacas con menor vida en el hato. Las características relacionadas con mayor vida útil en las vacas son en su orden: profundidad de ubre,

**Tabla # 3 Heredabilidad y correlación genética de características productivas, reproductivas y de tipo con la vida en el hato de vacas de Estados Unidos (7).**

Característica	Heredabilidad	Correlación con vida en el hato
Vida Productiva	0.10	
Leche	0.40	0.04
Grasa	0.33	0.02
Proteína	0.35	0.02
Células somáticas	0.14	-0.30
Días abiertos	0.07	-0.36
Estatura	0.46	-0.12
Fortaleza	0.33	-0.21
Profundidad corporal	0.41	-0.26
Carácter lechero	0.35	-0.14
Ángulo de anca	0.38	0.03
Ancho de anca	0.30	-0.19
Patatas, vista lateral	0.19	-0.09
Patatas, vista posterior	0.12	0.15
Ángulo de pezuña	0.12	0.15
Ubre delantera	0.27	0.31
Alto ubre trasera	0.25	0.19
Ancho de ubre trasera	0.21	0.10
Ligamento suspensorio	0.20	0.20
Profundidad de ubre	0.42	0.38
Ubicación pezón delantero	0.32	0.06
Largo de pezones	0.33	-0.12



ubre delantera, ligamento suspensorio, alto de ubre trasera, patas posteriores y ángulo de pezuña. Si seleccionamos toros positivos con estas características, por lo tanto, estaremos seleccionando de manera indirecta vacas con mayor longevidad.

## LA LECHE QUE LA INDUSTRIA NECESITA

Adicional a los requerimientos que la finca necesite, están los requerimientos de la industria, en los cuales estándares de calidad organoléptica, higiénica, sanitaria y composicional rigen los sistemas de pago en la actualidad. De estos van a depender no solo la calidad de los productos elaborados, sino también el rendimiento industrial, la optimización de los procesos, insumos y mano de obra involucrados. Una leche de calidad superior debe favorecer estos factores y debe ser reflejada con un mejor precio de leche al productor.

Todos estos factores están relacionados con la calidad del manejo, nutrición, sanidad y rutina de ordeño, pero solo algunos son susceptibles a mejorar a través de la genética. Algunos de estos

factores que persigue la industria y que podemos trabajar en inseminación son:

**% de Proteína y % de grasa:** Son caracteres de alta heredabilidad (0.35 y 0.33, respectivamente). Las alternativas de mejoramiento en este sentido pueden ser dadas mediante cruzamiento entre razas o mediante el apareamiento entre animales de la misma raza. En el primer caso se ha encontrado que el efecto resultante del cruce de 2 razas es aproximadamente el promedio del desempeño de cada una de ellas por separado.

En el caso de las razas puras se espera que la proteína y la grasa de las descendientes se comporte de acuerdo con lo manifestado en las pruebas de progenie. En este caso cada país maneja una base genética propia basada en el promedio de grasa y proteína de sus animales registrados. Los toros mejoradores por lo tanto, serán aquellos que incrementen el porcentaje de proteína y grasa por encima de la media del país. NO es solo suficiente aumentar libras o kilos totales de proteína, ya que este factor solo depende del volumen. Si bien el volumen es muy importante, el incrementar simultáneamente volumen y porcentaje de sólidos

Tabla # 4 Desempeño productivo de las razas holstein, jersey y su cruce en la finca piloto COLANTA 2007.

	HOLSTEIN	F 1	JERSEY
KILOS LECHE LACT 305 D.	4550	3968	3788
% PROTEINA	3.16	3.42	3.74
% GRASA	3.38	3.89	4.53

con toros mejoradores, llevará al aumento no solo de kilos totales de sólidos, sino también al precio por litro de leche. Adicional a esto, es importante tener en cuenta la confiabilidad de la prueba. Esta se entiende como la medida de la cantidad de información incluida en un rasgo o característica. Esta se expresa en porcentaje y va desde el 1% hasta el 99%. La prueba será más confiable mientras más se acerque al 99%. A más hijas y más hatos evaluados, mayor confiabilidad.

## KAPPA CASEÍNA

La kappa caseína es una de las proteínas que conforman la caseína total de la leche. Esta proteína está codificada en el material genético de los animales (ADN) con 2 variantes: la A y la B. Mayor nivel de producción de proteína (3% más), mayor rendimiento quesero, con cuajada más firme y densa debido a formación de micelas más pequeñas, que retienen mayor



cantidad de suero, se han asociado al proceso de leche procedente de animales con el alelo B. (6)

## CÉLULAS SOMÁTICAS

En un catálogo de toros de inseminación es la habilidad de un toro de transmitir a sus hijas un alto o bajo recuento de células somáticas en la leche. Las células somáticas son células que responden incrementándose cuando hay mastitis en la vaca. En las pruebas norteamericanas los valores más bajos de PTA en células indican transmisión de mayor resistencia de las hijas a la mastitis (menos de 3.0), entre 3.0 y 3.20 se considera normal y mayores a 3.20 se consideran sensibles a mastitis. En la prueba alemana y de los países nórdicos (Suecia, Finlandia, Noruega, Dinamarca), los valores mayores a 100 indican vacas con mayor resistencia a mastitis, mientras que vacas hijas de toros con valores menores de 100 tienden a ser más sensibles a mastitis. La heredabilidad de esta característica según la tabla 3 es de 0.14, por lo que la sanidad y las buenas prácticas de ordeño siguen siendo las que priman en el éxito del control de la mastitis y de los recuentos de células somáticas. Leche con alto recuento de células somáticas genera productos lácteos propensos a fenómenos de ranciamiento debido a la actividad enzimática aumentada de ésta. Adicionalmente, el rendimiento quesero durante el cuajado tiende a ser menor en este tipo de leche.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Casell, B.G.; Adamec, V. y Pearson R. E. Maternal and fetal inbreeding depression for 70-day nonreturn and calving rate in holsteins and jersey. **En:** Journal of dairy science. Vol. 86, 2003. pp. 2977-2983.
2. Lawlor, T. Total Performance index (TPI) índice de rendimiento total mayo 2007. Holstein Association USA. **En:** www.holsteinusa.com
3. Lucy, M.C. Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End?. **En:** Journal of Dairy Science Vol. 84, No. 6, 2001 pp 1277-1293
4. Smith, L.A., Casell, B.G; Pearson, R.E. The effects of inbreeding on the lifetime performance of dairy cattle. **En:** Journal of dairy science. Vol. 81, 1998. pp. 2729-2737.
5. Thompson, J.R. Everett, R.W.; Hammerschmidt, N.L. Effects of inbreeding on production and survival in holsteins. **En:** Journal of dairy science. Vol. 83, 2000. pp. 1856-1864.
6. Trujillo, E. R. Noriega, D., Camargo, M. Genotipificación de kappa-caseína bovina y evaluación de las frecuencias genotípicas y alélicas de sus polimorfismos en 4 razas. **En:** Actualidades biológicas 22 (73): 145-152, 2000.
7. Tsuruta S., Misztal I. y Lawlor T. J. Changing Definition of Productive Life in US Holsteins: Effect on Genetic Correlations. **En:** Journal of Dairy Science Vol. 88, No. 3, 2005. pp1156-1165
8. Vásquez, Juan. Pedigrí, herramienta indispensable para contrarrestar la consanguinidad. **En:** Despertar lechero. Ed. 28, 2007. pp 32-44.
9. www.aipl.arsusda.gov : AIPL Inbreeding Coefficients for Holsteins and Jersey Cows
10. Weigel, K.A. Controlling inbreeding in modern breeding programs. **En:** Journal of dairy science. Vol. 84, 2001
11. Wiggans, G.R.; Van Raden, P.M. y Zuurbier, J. Calculation and use of inbreeding coefficients for genetic evaluation of United States dairy Cattle. **En:** Journal of dairy science. Vol. 78, 1995. pp 1584-1590.
12. Wilk, J.C. y Mc. Daniel, B.T. Effect of inbreeding on heifer survival to first calving in jersey. **En:** Journal of dairy science. Vol. 79, 1996.