

RELACIÓN ENTRE CARACTERES DE TIPO Y LONGEVIDAD EN GANADO FRISÓN UTILIZANDO TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE SOBREVIVENCIA

Relationship Between Type Traits and Longevity in Friesian Cattle Using Survival Analysis Techniques

Zuleima Chirinos¹, Delfino Hernández² y María Jesús Carabaño³

¹Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Apartado 15205. Maracaibo 4005-A, Venezuela.

E-mail: zchirino@intercable.net.ve; ²Departamento Técnico CONAFE. Madrid, España.

³Departamento de Mejora Genética Animal, INIA. Madrid, España.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar la relación entre caracteres de tipo y longevidad utilizando técnicas de análisis de sobrevivencia. Se utilizaron datos de producción lechera (n= 100.218), y calificación morfológica (n= 87.507) de animales de raza Frisona española en control lechero oficial, con fecha de primer parto entre 1.988 y 2.000. La longevidad se midió como días de vida productiva, usándose tanto la medida de longevidad global observada (LG) como la medida de longevidad funcional (LF), obtenida mediante la corrección por producción lechera. El modelo estadístico incluyó los efectos de rebaño-año-época de parto, edad al primer parto, número de lactación-estado de la lactación, cambio anual en el tamaño del rebaño, producción de leche, grasa, proteína (en el modelo para LF únicamente), y caracteres de tipo. Todos los efectos ambientales resultaron significativos ($P < 0,0001$). De los caracteres de tipo, todos mostraron un efecto significativo sobre LG con excepción de la estatura, colocación de isquiones y ángulo podal, mientras que para LF sólo tuvieron un efecto significativo los caracteres que describen el sistema mamario y algunos caracteres de capacidad corporal. La mayoría de los caracteres de tipo, excepto la profundidad de la ubre y algunos caracteres de capacidad corporal, mostraron más relación con la medida LG, que con LF, indicando una mayor influencia en el desecho voluntario por baja producción de leche. El grupo de caracteres de capacidad corporal fue el siguiente con más impacto sobre LF, con una tendencia al óptimo intermedio en algunos caracteres.

Palabras clave: Longevidad, caracteres de tipo, análisis de sobrevivencia.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the relationship between type traits and functional longevity using survival analysis. Official milk recording data (n= 211.184) and type traits (n= 100.2189) of Spanish Friesian cows with date of first calving between 1988 and 2000 were used. Longevity was measured as days of productive life, using observed global longevity (GL) as well as functional longevity (FL), obtained by correcting for milk production. The statistical model included the effects: herd-year-season of calving, age at first calving, lactation number-stage of lactation, annual change in herd size, milk, fat, protein yield (only for FL model) and type traits. All the environmental effects were significant ($P < 0.0001$). For type traits, all had significant effect on GL, except stature, pin setting and foot angle, while for FL only the characters that describe the mammary system and some body capacity traits were significant. All type traits, except the udder depth and some characters of body capacity, showed a stronger relationship with GL than with FL, indicating a greater influence in the voluntary culling by low milk yield. The frame-capacity traits were the second group of traits with more impact on longevity, particularly on the functional component and showed an intermediate optimum in some characters.

Key words: Longevity, type traits, survival analysis.

INTRODUCCIÓN

La longevidad es uno de los componentes más importantes en el negocio ganadero y su ventaja económica se ve reflejada principalmente al retener en el rebaño tanto tiempo como sea posibles vacas sanas y productoras. Las causas de

desecho de las vacas lecheras están ligadas básicamente a un bajo nivel de producción o a la aparición de problemas funcionales, que aumentan los costos de producción [14]. Dado que la selección de animales productivos se hace a partir de las valoraciones para los caracteres de producción lechera. La longevidad funcional (LF), es normalmente de mayor interés que la medida 'bruta' de longevidad, denominada longevidad global (LG), que incluye los dos componentes [18]. La medida de LF habitualmente se obtiene corrigiendo la medida observada de LG por la producción láctea media del rebaño [9, 17].

La selección por longevidad, bien de LG o LF, se ve fuertemente limitada por su baja heredabilidad, por lo que se recurre a otros indicadores indirectos de longevidad.

Desde hace tiempo, tanto en la población española como en otras poblaciones de ganado Frisón-Holstein, se han venido utilizando los caracteres de tipo como indicadores indirectos de la capacidad productora y de la funcionalidad de los animales. Esto es debido a que los caracteres de tipo pueden medirse en etapas tempranas de la vida del animal. Por otro lado, estos caracteres tienen mayor heredabilidad que las medidas directas de longevidad y una moderada correlación genética con este carácter [1, 2, 11, 14]. Varios autores han sugerido que la información proporcionada por los rasgos del tipo se podría utilizar para predecir directamente la longevidad [9, 17] o combinarlos con otras medidas de longevidad para mejorar la precisión de la evaluación genética de los toros [18].

Tradicionalmente, la relación entre longevidad y conformación se ha medido a través del cálculo de correlaciones genéticas o a partir de regresiones lineales en los coeficientes [1, 5, 6]. Sin embargo, estos métodos presentan las siguientes limitaciones: i) los modelos utilizados sobre la medida de longevidad han sido de tipo lineal, si bien el uso de otro tipo de modelos es teóricamente mejor, ii) los datos fueron seleccionados para incluir sólo información de animales que tenían datos completos de longevidad, ya que el manejo de información incompleta no es posible con los modelos lineales empleados, y, iii) las correlaciones miden sólo la relación lineal entre caracteres. Estas estimaciones no son las apropiadas en aquellos caracteres cuyo valor más deseable se corresponde con un óptimo intermedio. En estos caracteres, el riesgo de desecho es mayor cuando la calificación se aleja de este óptimo, es decir, en las categorías extremas [2, 11]. En este caso, si hay una relación no lineal no es detectada por la correlación.

El uso de modelos no lineales y de técnicas de análisis de sobrevivencia ha sido propuesto como procedimiento teóricamente óptimo para el análisis de la longevidad [7, 8, 10]. Más recientemente, estas técnicas han comenzado a usarse para determinar y cuantificar el impacto que los caracteres de tipo tienen sobre la longevidad en distintas poblaciones de ganado vacuno lechero [2, 11, 14, 15, 18].

Estas técnicas permiten la utilización de un modelo más correcto de análisis de la longevidad, el uso de toda la infor-

mación disponible, tanto de datos completos como incompletos y la evaluación de posibles relaciones no lineales entre la longevidad y estos caracteres. La información obtenida puede emplearse para seleccionar aquellas características a utilizar como posibles indicadores de la longevidad de cara a mejorar la precisión de la selección de este carácter. Asimismo, este tipo de análisis proporciona información sobre el riesgo de desecho que supone un cambio en la morfología, dato que puede ser de interés para cuantificar la importancia económica de este tipo de caracteres.

El objetivo de este estudio fue investigar la relación entre los caracteres de tipo y el riesgo de desecho en la población Frisona española mediante el uso de técnicas de análisis de sobrevivencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Datos

Se han utilizado datos provenientes del control lechero oficial, y datos de calificaciones morfológicas aportados por la Confederación de Asociaciones de Frisona española (CONAFE). En el estudio se utilizaron las calificaciones morfológicas de 19 caracteres lineales obtenidas dentro del sistema oficial de calificación de la raza Frisona Española [3]. En la TABLA I, se presentan detalles sobre los caracteres estudiados y las abreviaturas que se usarán para hacer referencia a los caracteres de tipo de aquí en adelante.

La medida de longevidad fue considerada como días de vida productiva (LVP). LVP se calculó como el número de días entre la fecha del primer parto y la fecha del último pesaje de leche registrado, asumida ésta como fecha de eliminación o censura, dado que no se disponía de datos fiables de causa y fecha de desecho de las vacas en los rebaños. Las vacas tenían datos completos si existía una diferencia superior a 7 meses desde la fecha de su último pesaje de leche y la fecha del último pesaje de leche en su rebaño. En caso contrario, el dato de LVP era considerado como incompleto. Asimismo, cuando el animal era llevado a otro rebaño, sólo se consideró la información registrada en el primer rebaño. La segunda parte de la vida productiva, registrada en otro rebaño, se descartó y el dato se consideró como incompleto y no entró en el análisis la parte censurada.

Se eliminaron datos siguiendo los patrones establecidos por CONAFE para sus evaluaciones genéticas, entre ellos todas aquellas vacas con fecha de nacimiento faltante, sin información de primer parto, con edad al primer parto fuera del intervalo 540-1.220 días, con un intervalo entre partos menor a 305 días, y sin datos de producción o producciones fuera de los rangos 3.000 - 20.000 kg para producción de leche 1,5%-9,0% para porcentaje de grasa y 1,0%-7,0% para porcentaje de proteína. Se incluyeron únicamente rebaños con al menos 3 años de información y con datos de al menos 20 vacas, exigiendo dos o más datos completos por rebaño. Además, se

TABLA I
SISTEMA DE CALIFICACIÓN MORFOLÓGICA DEL VACUNO FRISÓN ESPAÑOL
(MANUAL DE CALIFICACIÓN LINEAL, CONAFE, 1998)

Rasgo	Código	Caracteres lineales		
		1-2-3	4-5-6	7-8-9
Angulosidad	AN	Tosca	Angulosa	Muy fina
Estatura	ES	Baja	Intermedia	Alta
Tamaño	TA	Pequeña	Intermedia	Grande
Pecho	PE	Estrecho	Intermedio	Ancho
Lomo	LO	Débil	Intermedio	Fuerte
Profundidad corporal	PC	Poco profundo	Intermedio	Muy profundo
Anchura de grupa	AG	Estrecha	Intermedia	Ancha
Colocación isquiones	CI	Altos	Inclinados	Bajos
Calidad del hueso	CH	Tosco	Intermedio	Plano
Angulo podal	AP	Mal formado	Intermedio	Bien formado
Vista lateral de patas	VL	Rectas	Deseables	Curvadas
Textura de ubre	TU	Carnosa	Intermedia	Blanda y flexible
Ligamento suspensorio	LS	Débil	Intermedio	Fuerte
Profundidad de ubre	PU	Muy profunda	Deseable	Poco profunda
Inserción anterior ubre	IA	Débil	Intermedia	Fuerte
Colocación pezones anteriores	PA	Muy separados	Deseables	Muy juntos
Inserción posterior ubre	IP	Baja	Intermedia	Alta y deseable
Colocación pezones posteriores	PPO	Muy separados	Deseable	Muy juntos
Longitud pezones anteriores	LP	Muy cortos	Deseable	Muy largos

eliminaron animales que pertenecían a clases de rebaño-año con menos de cinco datos y de año-época con menos de dos datos completos.

Tras la edición, el archivo de datos usado en el estudio quedó conformado con información de 100.218 vacas distribuidas en 652 rebaños. Del total de vacas, 45.540 fueron censuradas (45,4%) con una media de LVP de 815,6 días, 54.678 contaban con datos completos con una media de LVP de 975,6 días y 87.507 vacas estaban calificadas por conformación (87,3%). Se excluyeron del estudio registros de animales que no estaban calificados por tipo para evitar el sesgo en las estimaciones del resto de efectos ambientales considerados y de alguna manera reflejar la posible relación de la falta de información sobre la morfología con el desecho.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados a través del siguiente modelo de referencia:

$$h(t) = h_0(t) * e^{\{RAE_i(\tau) + EP_j + NEL_k(t, t') + CTR_l(\tau) + PL_m(\tau) + PG_n(\tau) + PP_o(\tau) + IT_p + CM_q\}}$$

donde:

$h(t)$ = función de riesgo (probabilidad de un animal de ser eliminado t días después del primer parto, dado que ha sobrevivido hasta ese momento).

$h_0(t)$ = $\lambda \rho (\lambda t)^{\rho-1}$ = función de riesgo base, bajo la distribución de Weibull (valor fijo de $\rho=2,0$ luego de varias pruebas resultó el más óptimo para estos tipos de caracteres).

$RAE_i(\tau)$ = Efecto del rebaño-año-época de parto, con cambios en el primer día de los meses de enero, abril, julio y octubre de cada año.

EP_j = Efecto de la edad al primer parto en meses. Se consideraron nueve clases: 1 ($\leq 24,0$), 2 (24,1; 25,0), 3 (25,1; 26,0), 4 (26,1; 27,0), 5 (27,1; 28,0), 6 (28,1; 29,0), 7 (29,1; 31,0), 8 (31,1; 34,0), 9 (>34,0).

$NEL_k(t, t')$ =Efecto del número de lactación (1, 2, 3, 4, 5, 6, ≥ 7) y estado de la lactación, que cambia en cada fecha de parto y a lo largo de cada lactación, con cambios a 30,60,90,180, 240 y 300 días. En total 42 subclases.

$CTR_i(\tau)$ = Efecto del cambio anual en porcentaje del tamaño del rebaño, con cambios en el primer día del mes de enero de cada año. Se consideraron 11 clases: 0 (desconocida), 1 ($\leq -30\%$), 2 (-30% , -20%), 3 (-20% , -10%), 4 (-10% , 0%), 5 (0%), 6 ($>0\%$, 10%), 7 (10% , 20%), 8 (20% , 30%), 9 (30% , 40%), 10 ($> 40\%$). La clase 0 fue asignada tomando en cuenta los siguientes aspectos: combinaciones de rebaño-año con menos de 11 datos, el primer año y los dos últimos años que el rebaño aparecía en el registro lechero, y rebaños que incrementaban en más de un 200% el número de animales de un año a otro. Este grupo de datos asignados a la clase cero no entraron en el cálculo del porcentaje de variación anual.

$PL_m(t), PG_n(t)$ y $PP_o(t)$ = Efecto de la producción de leche, grasa y proteína, respectivamente, con cambios al inicio de cada lactación. Los datos de producción fueron corregidos y ajustados con las soluciones BLUP del sistema de evaluación nacional de los caracteres de producción para los efectos de número de lactación (1^{er} parto), edad al parto (24 meses) y mes de parto (Enero). Las clases para estos efectos se obtuvieron a partir de las desviaciones porcentuales de producción individual corregida con respecto a la media de producciones corregidas de animales en cada rebaño-año de parto. Se consideraron ocho clases: 1 ($< -30\%$), 2 (-30% , -20%), 3 (-20% , -10%), 4 (-10% , 0%), 5 (0% , 10%), 6 (10% , 20%), 7 (20% , 30%), 8 ($> 30\%$).

It_p = Efecto presencia o ausencia de información de calificación morfológica para esa característica.

Cm_q = Carácter de conformación lineal, considerado como valor fenotípico. Se incluyó una clase 0, asignada para aquellos animales que no tenían información de calificación para ese carácter y el resto de clases corresponden a las definidas en el sistema de calificación español reflejado en la TABLA I. Se evaluó cada carácter de uno en uno en análisis separados.

Para la longitud de vida productiva, los caracteres de producción de leche fueron incluidos en el modelo que se denominó LF, de longevidad funcional y excluidos en el modelo denominado LG, de longevidad global.

Todos los análisis mencionados fueron realizados con el paquete estadístico Survival Kit V3,12 [6, 16]. Para cuantificar la magnitud de la contribución de cada carácter de tipo sobre el modelo de análisis presentado anteriormente se recurrió al cálculo de la verosimilitud, más concretamente del estadístico $-2\log L$ que proporciona el Survival Kit, así como a la realización de las correspondientes pruebas de razón de verosimilitud. Para evaluar el tipo de relación entre morfología y el riesgo de desecho se obtuvieron las estimas máximo verosímiles de los parámetros que describen el riesgo relativo de desecho según los efectos incluidos en el modelo anterior, proporcionadas por el programa bajo los modelos LF y LG.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los efectos ambientales diferentes a los caracteres de tipo incluidos en el modelo mostraron un efecto significativo ($P < 0,0001$) sobre ambas longevidades. Asimismo, el factor presencia o ausencia de información morfológica mostró un efecto significativo ($P < 0,0001$) tanto sobre LF como sobre LG.

La FIG. 1 muestra la contribución de los caracteres lineales en el cambio del logaritmo de la verosimilitud (χ^2) al incluirse en el modelo de referencia para LG y LF, una vez ajustados el resto de efectos ambientales. Su magnitud representa la importancia relativa del carácter en la determinación de la longevidad en los datos observados. La línea horizontal indica el nivel de significancia para una $P < 0,001$. En esta figura se observa que la contribución de los efectos ligados al tipo son más importantes en el modelo LG que en el modelo LF, con excepción del carácter profundidad de ubre (PU) y de algunos caracteres como profundidad corporal (PC), tamaño (TA) y fortaleza del lomo (LO) que tuvieron influencias muy superiores sobre LF. Büenger y col. [2] y Larroque y Ducrocq [11] también encontraron que era mayor el efecto de PU sobre el desecho cuando se consideraba LF. Esto indica que PU está claramente relacionada con la funcionalidad de los animales, probablemente por su relación con la susceptibilidad a la infección mamaria.

Para LG, todos los caracteres tuvieron una contribución significativa con excepción de la estatura (ES), colocación de isquiones (CI) y ángulo podal (AP). En resumen, puede decirse que los caracteres de tipo que mostraron una clara contribución a la verosimilitud tanto para el modelo LF como LG fueron los caracteres del sistema mamario y, en menor grado, los caracteres de capacidad corporal, PC y TA.

Para obtener una información más detallada sobre la magnitud y la forma de la relación entre el tipo y el desecho de animales en esta población, en los apartados siguientes se analiza el efecto de los caracteres lineales sobre el riesgo de desecho a partir de las estimaciones para los caracteres de tipo en los modelos LF y LG, representadas en las FIGS. 2, 3, 4, 5 y 6. En estas figuras se presenta la estima del efecto de cada clase del carácter de tipo sobre el parámetro riesgo relativo de desecho (RR), con relación a una clase de referencia que presenta un RR que vale 1 y corresponde a la clase con mayor número de datos completos contra las que se comparan todas las clases, de acuerdo a los principios del Survival Kit. También se ha incluido la información sobre el número de datos completos en cada clase como indicador de la fiabilidad de las estimas encontradas. En general, en la discusión se han ignorado las estimas para las clases extremas, que en algunos casos tenían un número pequeño de datos completos, y, por tanto, una baja precisión.

Los caracteres que más contribuyeron a explicar LG fueron los que describen el carácter lechero del animal (AN y CH) y los

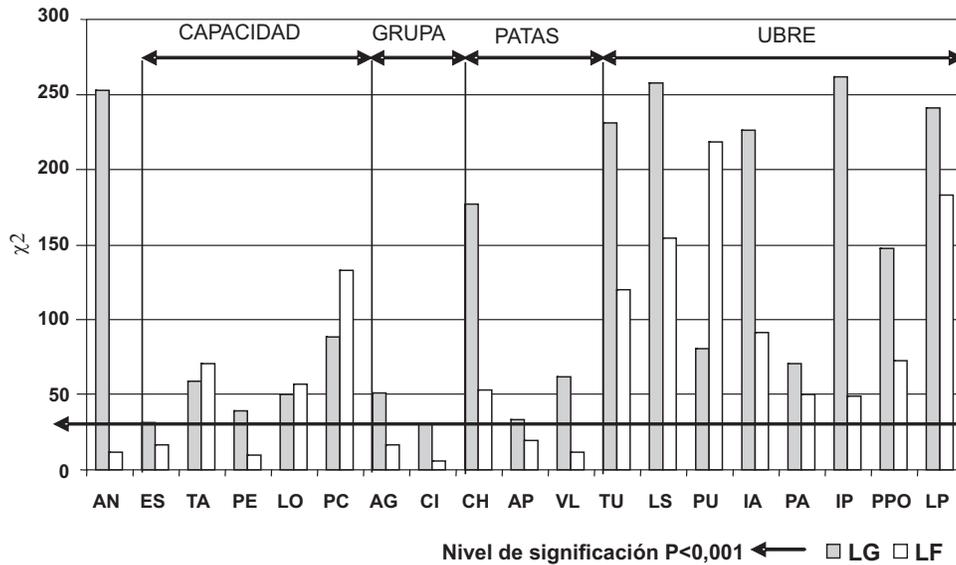


FIGURA 1. CONTRIBUCIÓN DE CADA CARÁCTER MORFOLÓGICO LINEAL EN EL CAMBIO DEL LOGARITMO DE LA VEROSIMILITUD (χ^2) PARA EL CARÁCTER LONGEVIDAD GLOBAL (LG) Y LONGEVIDAD FUNCIONAL (LF). VER TABLA I PARA LAS ABREVIATURAS DE LOS CARACTERES DE CONFORMACIÓN.

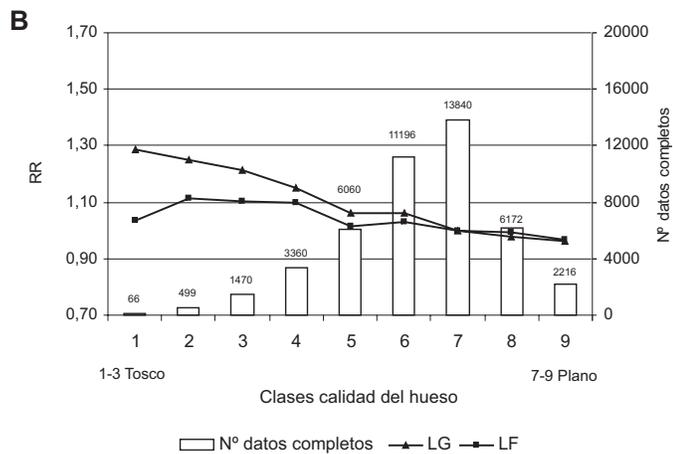
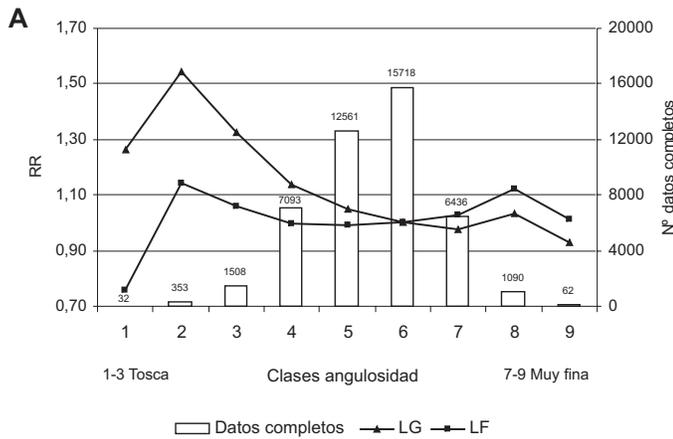


FIGURA 2. EFECTO DE LA ANGULOSIDAD (A) Y CALIDAD DEL HUESO (B) EN EL RIESGO RELATIVO (RR) DE DESECHO PARA LONGEVIDAD GLOBAL (LG) Y LONGEVIDAD FUNCIONAL (LF).

caracteres relacionados con el sistema mamario. Para LF, algunos caracteres de capacidad corporal (TA, LO y PC) y los caracteres de ubre fueron los que mostraron una mayor influencia.

La relación entre AN y la longevidad se presentan en la FIG. 2A. En cierta forma, la angulosidad refleja el carácter lechero del animal, carácter con el que tiene una correlación moderada [4], prefiriéndose una vaca que esté bien formada, de cuello largo, muslos rectos, ligeramente planos y bien separados, y de huesos planos y fuertes [14]. Comparando LG y LF, existieron más diferencias entre clases para LG que para LF y no siguieron la misma tendencia. Para LG, existe un riesgo superior de 50% aproximadamente para los animales más toscos frente a animales más finos (clase 2 vs. 8). En el caso de LF, las diferencias en el riesgo relativo entre clases, ignorando siempre los extremos, son muy bajas, y se van diluyendo en las clases más cercanas al deseable (clases 6 y 7). Mrode y col. [12], en estudios realizados con varias razas de ganado vacuno encontraron una correlación genética moderada entre LF y AN en Ayrshire ($r=0,23$; $P < 0,05$) y negativa en Holstein ($r = -0,02$, $P < 0,05$).

Para el carácter CH (FIG. 2B), que oscila entre valores que indican hueso tosco (puntuación 1 a 3) y valores de hueso fino (puntuaciones de 7 a 9), se observó una tendencia muy parecida a AN, carácter con el que ha mostrado una correlación elevada [4]. La CH está más relacionada con el desecho voluntario LG (26% diferencia de RR entre clases extremas) y menos con el desecho involuntario LF (12% diferencia de RR entre clases extremas). Las vacas con calificación de hueso como tosco son las que tienen más probabilidad de desecho.

El riesgo relativo para los caracteres de capacidad corporal, TA y PC, que mostraron una mayor contribución a expli-

car tanto la medida LG como LF y se muestran en la FIG. 3. En esta figura se aprecian más diferencias de RR para la LF que para LG y una tendencia a aumentar el riesgo de desecho para animales de mayor tamaño y capacidad corporal, si bien las diferencias en RR no fueron demasiado grandes, entre 3 y 10% para LG y entre 7 y 23% para LF, descontando las clases extremas. En estos caracteres, las dos clases extremas tuvieron un número relativamente alto de observaciones y si tenemos en cuenta las estimas para estas clases, los caracteres de capacidad corporal aparecen en general como de óptimo intermedio, lo que tendría sentido biológico. Es decir animales demasiado pequeños pueden ser poco interesantes, especialmente de cara a conseguir producciones de leche más altas, como parece indicar los gráficos de LG para TA, PE y PC.

Por otro lado, vacas con estatura elevada, tamaño grande, pecho más ancho y lomo fuerte son probablemente menos eficientes por sus elevadas necesidades de mantenimiento [14] y mostraron un riesgo más alto de desecho que vacas con puntuaciones de capacidad intermedias. Estos resultados no concuerdan con los resultados de Schneider [14], donde quedó manifiesta la preferencia de los ganaderos canadienses por vacas

más altas, grandes y profundas con las mayores puntuaciones para todos los caracteres de capacidad. No obstante, están acordes a los encontrados por Büenger y col., [2] quienes reportaron una menor LF para aquellos animales con valores extremos de calificación para estatura y profundidad corporal. Estos autores también señalaron la existencia de una relación no lineal entre los caracteres de capacidad, estatura, tamaño y profundidad corporal al presentar un óptimo intermedio.

En la FIG. 4 se presenta el riesgo relativo de desecho para los caracteres TU y PU. Para TU, el mayor riesgo de desecho fue para animales con ubres más carnosas. Las diferencias entre las clases 2 y 8, con respecto a la clase de referencia (clase 6) fueron de 41% para LG y de 27% para LF. La textura de la ubre va de suave a rugosa y refiere a la condición externa del tejido secretor. Una buena textura de ubre viene dada por un tejido suave, flexible y esponjoso al tacto.

En cuanto a PU, es un carácter cuyo valor deseable es de óptimo intermedio (clases 4-6). La PU se mide con relación a los corvejones y la base de la ubre debería estar a 5 cm por encima de los mismos. Aunque son deseable ubres con cierto grado de profundidad para almacenar un mayor volumen de

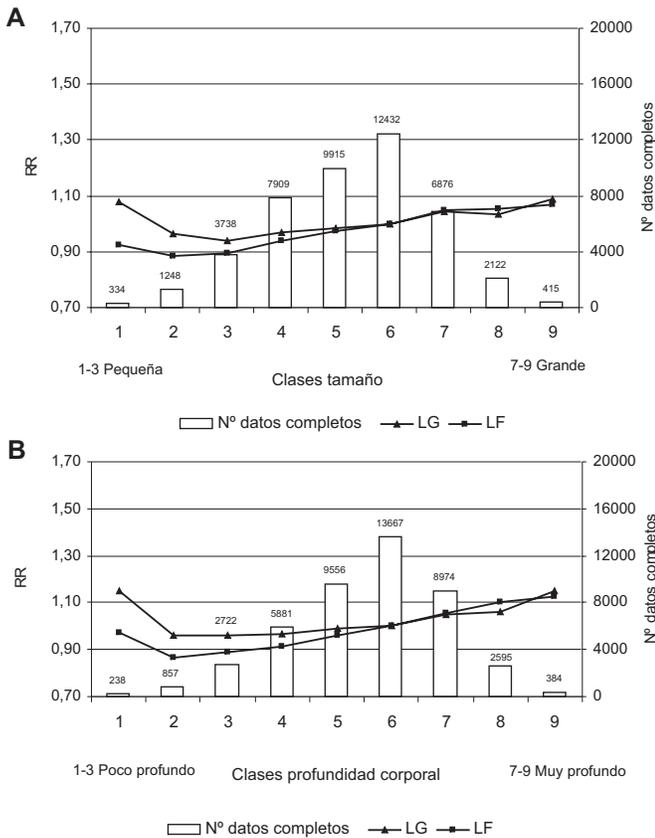


FIGURA 3. EFECTO DEL TAMAÑO (A) Y LA PROFUNDIDAD CORPORAL (B) EN EL RIESGO RELATIVO (RR) DE DESECHO PARA LONGEVIDAD GLOBAL (LG) Y LONGEVIDAD FUNCIONAL (LF).

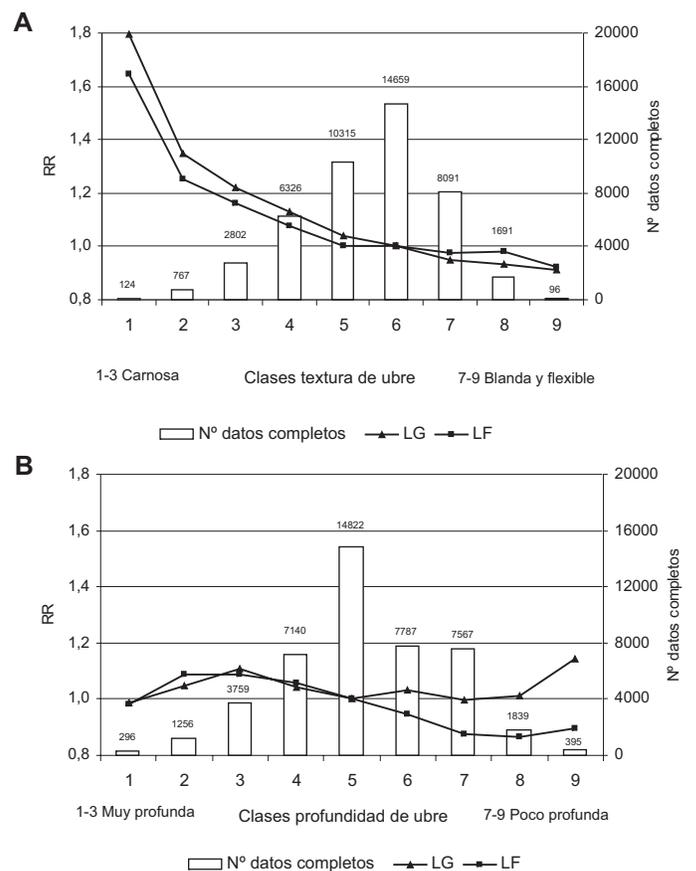


FIGURA 4. EFECTO DE LA TEXTURA (A) Y LA PROFUNDIDAD DE LA UBRE (B) EN EL RIESGO RELATIVO (RR) DE DESECHO PARA LONGEVIDAD GLOBAL (LG) Y LONGEVIDAD FUNCIONAL (LF).

producción de leche [11], las ubres demasiado profundas son más susceptibles a dañarse y son más propensas a mastitis [14]. En PU, se observaron más diferencias entre las distintas clases de LF que para LG. Para ubres muy profundas el riesgo fue alto para las dos medidas de longevidad. En ubres poco profundas, el mayor riesgo de desecho fue para LG, y un riesgo bajo para LF, como era de esperar ya que ubres poco profundas están asociadas con una menor producción de leche [14] y una mayor tasa de desecho voluntario que esta incluido en LG [12]. Cuando se corrige por el desecho voluntario (LF), el riesgo de desecho asociado a ubres poco profundas desaparece. Se observa además un punto de cambio en la clase 5, que es la categoría óptima para LG, pero no para LF. La diferencia de riesgo entre las clases 2 y 8, de PU respecto a la clase de referencia fue de 3% para LG y de 22% para LF.

En la FIG. 5 se presenta el RR de desecho en función de la calificación de los caracteres LS, IA e IP. El ligamento suspensorio medio y la inserción anterior de la ubre miden la calidad de la sujeción de la ubre [14], importante tanto para un buen soporte de ubre con alta capacidad como para la aptitud frente al ordeño. El ligamento suspensorio sirve de apoyo a la ubre y la mantiene elevada previniendo la posibilidad de accidentes y la inserción anterior nos indica la fuerza con que se sujeta la ubre anterior a la pared abdominal mediante los ligamentos laterales. Estos dos caracteres mostraron un patrón de respuesta muy similar, con un descenso del riesgo a medida que aumenta la puntuación. Por otra parte, la inserción posterior está más relacionada con el potencial para almacenar leche [14]. Una inserción alta es deseable en este sentido. El patrón de respuesta del riesgo de desecho al aumento de la puntuación para inserción posterior fue también descendente pero con más diferencias en RR para LG que para LF, probablemente debido a la mayor asociación de este carácter con la producción de leche.

El riesgo relativo en función de los caracteres que describen la colocación y longitud de los pezones se muestran en la FIG. 6. Una buena colocación de pezones facilita el ordeño y evita accidentes. Lo deseable es que estén rectos y bien centrados, que se corresponde con la puntuación intermedia. En ambos casos el incremento del RR fue mayor para las clases bajas (de 1 a 3) que corresponde a pezones muy separados. Sin embargo, no se observa un incremento importante de riesgo para pezones muy juntos, quizás porque sea más crítico poner las pezoneras si están muy separados. En el caso de longitud de pezones, el gráfico muestra una tendencia al óptimo intermedio, si bien las clases extremas, que muestran el mayor riesgo, tienen una cantidad de información moderada. Entre LG y LF no existieron grandes diferencias, aunque parece afectar más a las diferencias de riesgo de desecho para LG, sobre todo para el carácter colocación de pezones posteriores (PPO). La diferencia de riesgo entre las clases 2 y 8, de PPO respecto a la clase de referencia fue de 29% para LG y de 20% para LF. En otras investigaciones, se han visto que estos caracteres tienden a presentar un óptimo intermedio, en unos casos para PA [14] y en otros para LP [2] y coinciden con

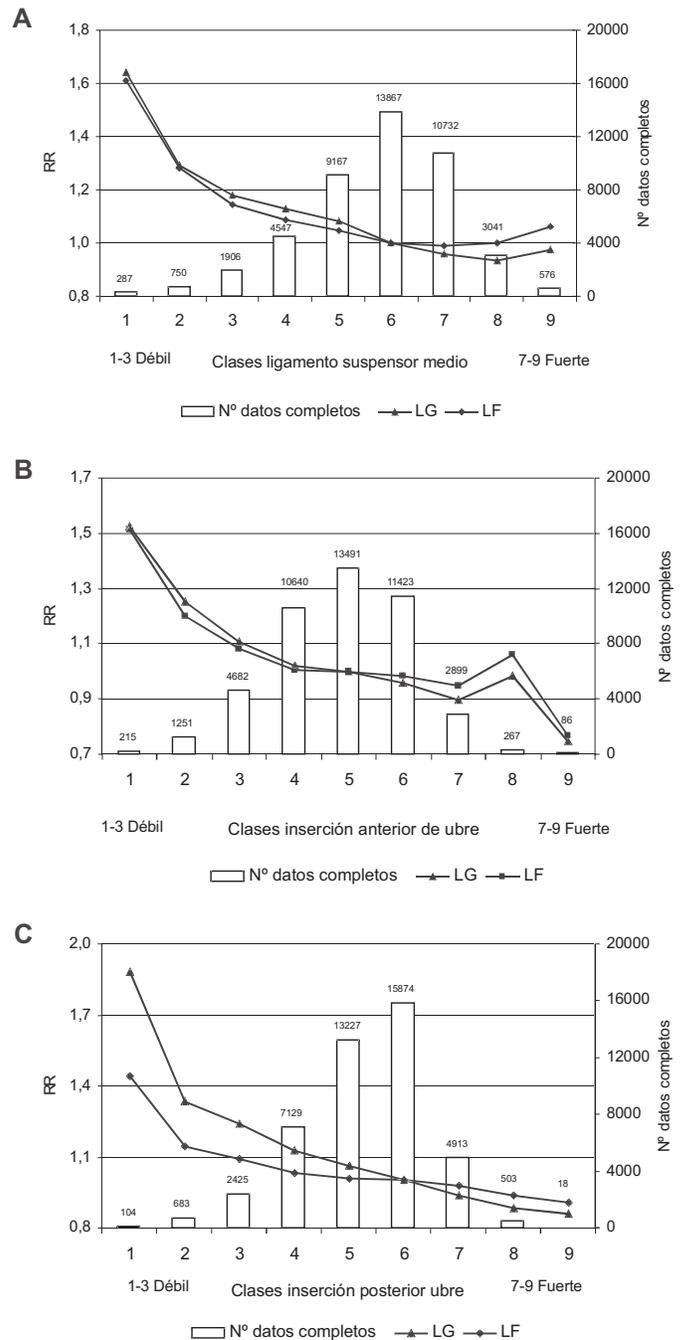


FIGURA 5. EFECTO DEL LIGAMENTO SUSPENSOR (A), INSERCIÓN ANTERIOR (B) E INSERCIÓN POSTERIOR (C) EN EL RIESGO RELATIVO (RR) DE DESECHO PARA LONGEVIDAD GLOBAL (LG) Y LONGEVIDAD FUNCIONAL (LF).

estos resultados, en cuanto a que vacas con pezones más separados tienden a tener una LF media esperada más corta.

Al igual que en este trabajo, en la mayoría de los estudios, ha quedado demostrado que los caracteres relacionado con la ubre son los que tienen mayor influencia sobre la longevidad [2, 9, 14, 17, 18]. Sin embargo, en el ganado Frisón fran-

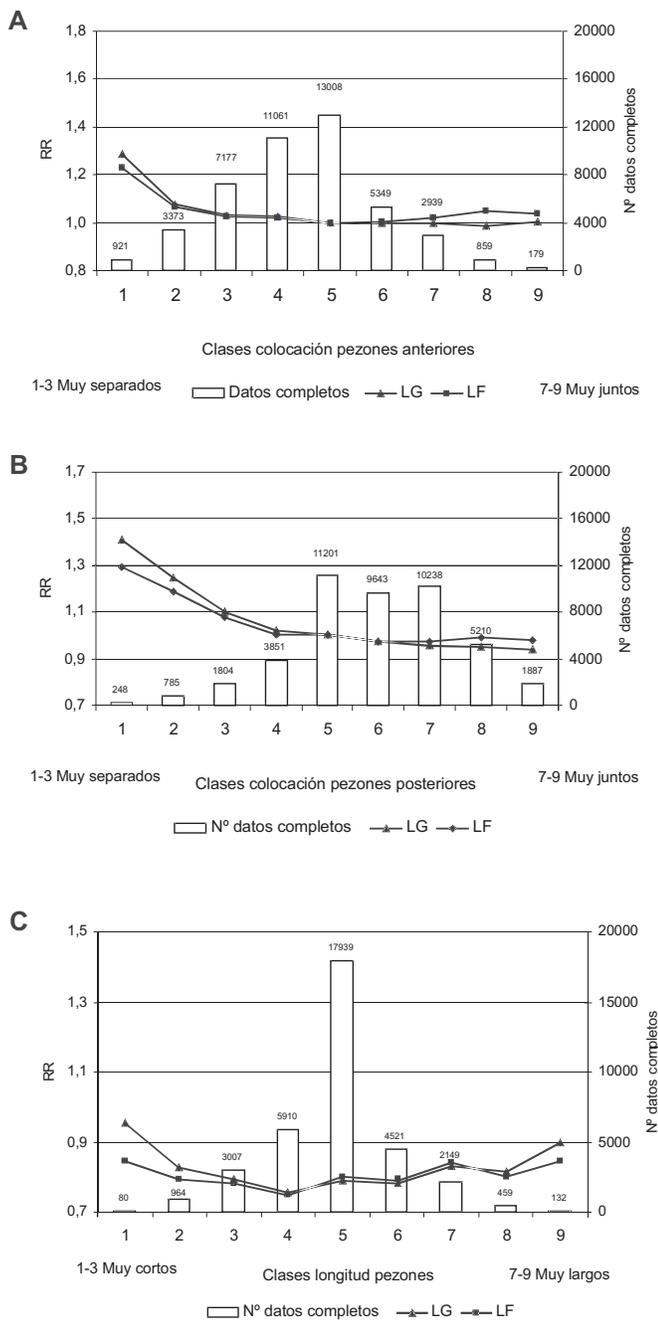


FIGURA 6. EFECTO DE LA COLOCACIÓN DE PEZONES ANTERIORES (A), PEZONES POSTERIORES (B) Y LONGITUD DE PEZONES (C) EN EL RIESGO RELATIVO (RR) DE DESECHO PARA LONGEVIDAD GLOBAL (LG) Y LONGEVIDAD FUNCIONAL (LF).

cés Larroque y Ducrocq [11], reportaron que estos caracteres no fueron tan importantes en el desecho de los animales, particularmente para los caracteres distancia entre pezones y longitud de pezones, cuyos resultados fueron apenas significativos. En estudios realizados con Frisona española Charfeddine [4] y Pérez [13] reportaron que los valores más altos de correlaciones genéticas entre longevidad funcional y caracteres

morfológicos correspondieron a los caracteres relacionados con la ubre, particularmente el ligamento suspensorio medio ($r=0,46$; $P<0,05$), inserción anterior de la ubre ($r=0,31$; $P<0,05$), sistema mamario ($r=0,30$; $P < 0,05$) y profundidad de ubre ($r=0,30$; $P<0,05$).

CONCLUSIONES

Los caracteres de tipo medidos en la población Frisona Española mostraron en general un efecto significativo sobre la longevidad global, indicando que un tipo deficiente es un motivo de desecho en las explotaciones lecheras de esta población. Dentro de los caracteres de morfología, los caracteres ligados a la descripción de los miembros y aplomos y a las características de la grupa parecen ser los menos importantes. Por otro lado, los caracteres del sistema mamario fueron los que mostraron una influencia más importante sobre el desecho de animales, mientras que los caracteres de capacidad corporal fueron los que mostraron una influencia intermedia.

En general, los caracteres de tipo tuvieron más influencia sobre la longevidad global que sobre la longevidad funcional, indicando una mayor relación con el desecho voluntario por producción de leche que con el desecho por motivos funcionales. Excepciones a este resultado general fueron los caracteres de profundidad de ubre y algunos caracteres de capacidad corporal, que mostraron un mayor efecto sobre el desecho involuntario por problemas funcionales. Los caracteres de capacidad corporal mostraron un óptimo intermedio, indicando que tanto las vacas demasiado pequeñas como demasiado grandes sufren un mayor riesgo de desecho.

En el futuro se podría sugerir una línea de investigación donde considere el uso de los caracteres de morfología mamaria, en especial las dos inserciones, el ligamento suspensorio y la profundidad de ubre, en menor medida, los caracteres que describen la morfología de los pezones y algunos caracteres de capacidad corporal como caracteres indicadores a utilizar en una eventual mejora de la selección por longevidad funcional en esta población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BOLDMAN, K.H.; FREEMAN, A. E.; HARRIS, B.L.; KUCK, A. L. Prediction of sire transmitting abilities for herd life from transmitting abilities for linear type traits. *J. Dairy Sci* 75: 552-563. 1992.
- [2] BÜENGER, A.; DUCROCQ, V.; SWALVE, H. Analysis of survival in dairy cows using supplementary data on type scores and housing systems from a region of Northwest Germany. *J. Dairy. Sci.* 84: 1531-1541. 2001.
- [3] CONFEDERACION DE ASOCIACIONES DE FRISONA ESPAÑOLA. CONAFE. Manual de calificación lineal. 18pp. 1998

- [4] CHARFFEDDINE, N. Selección por mérito económico global en el ganado vacuno Frisón en España. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. España. (**Tesis de Doctorado**).155pp.1998.
- [5] DEKKERS, J.C.M.; JAIRATH, L.K.; LAWRENCE, B. H. Relationships between sire genetic evaluations for conformation and functional herd life of daughters. **J. Dairy Sci.** 77:844-854. 1994.
- [6] DUCROCQ, V.P.; SÖLKNER, J. The Survival Kit- a Fortran package for the analysis of survival data. **Proc. 6th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.** 27: 447-448. 1998.
- [7] DUCROCQ, V.P.; QUAAS, R.L.; POLLAK, E.J.; CASSELLA, G. Length of productive life of dairy cows. 1. Justification of a Weibull model. **J. Dairy Sci.** 71: 3071-3079. 1988a
- [8] DUCROCQ, V.P.; QUAAS, R.L.; POLLAK, E.J.; CASSELLA, G. Length of productive life of dairy cows. 2. Variance component estimation and sire evaluation. **J. Dairy Sci.** 71: 3071-3079. 1988b.
- [9] ESSL, A. Longevity in dairy cattle breeding: a review. **Livest. Prod. Sci.** 57: 79-89. 1998.
- [10] KALBFLEISH, J.D.; PRENTICE, R.L. **The statistical analysis of failure time data.** Wiley, New York, N.Y. 143 pp. 1980.
- [11] LARROQUE, H.; DUCROCQ, V. Relationships between type and longevity in the Holstein breed. **Genet. Sel. Evol.** 33: 39-59. 2001.
- [12] MRODE, R.A.; SWANSON, G. J.T.; LINDBERG, C. M. Genetic correlations of somatic cell count and conformation traits with herd life in dairy breeds, with an application to national genetic evaluations for herd life in the United Kingdom. **Livest. Prod. Sci.** 65: 119-130. 2000.
- [13] PÉREZ, C. M.A. Predicción de la rentabilidad en el ganado vacuno lechero en España. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. España. (**Tesis de Doctorado**) 130pp. 2002.
- [14] SCHNEIDER, M.P. Effects of type traits on herd life in Holstein cows. Department of Animal Science. McGill University. Montreal Canadá. (**MSc. thesis.**) 119pp. 1998.
- [15] SHORT, T.H.; LAWLOR, T.J. Genetic parameters of conformation traits, milk yield, and herd life in Holstein. **J. Dairy Sci.** 75: 1987-1998. 1992.
- [16] SÖLKNER, J.; DUCROCQ, V. The Survival Kit: a tool for analysis of survival data. **Proceedings of an international workshop on EU concerted action for genetic improvement of functional traits in cattle (GIFT): Longevity.** Jouy-en-Josas, Francia. Interbull Bulletin 21: 11-15. 1999.
- [17] VOLLEMA, A.R. Selection for longevity in dairy cattle. Animal Breeding and Genetics Group, Wageningen Agricultural University. Wageningen. The Netherlands. (**PhD Thesis**) 155pp 1998.
- [18] VUKASINOVIC, N.; SCHLEPPI, Y.; KUNZI, N. Using conformation traits to improve reliability of genetic evaluation for herd life based on survival analysis. **J. Dairy Sci.** 85, 1556-1562. 2002.