

# CAPÍTULO XI

## LONGEVIDAD EN GANADERÍAS DOBLE PROPÓSITO

- I. INTRODUCCIÓN
- II. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ESTUDIAR LA LONGEVIDAD
- III. DEFINICIÓN GENERAL DEL CARÁCTER LONGEVIDAD
- IV. FACTORES QUE AFECTAN LA LONGEVIDAD
- V. MEDIDAS DEL CARÁCTER LONGEVIDAD Y MÉTODOS DE ANÁLISIS
- VI. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERVIVENCIA
- VII. ANÁLISIS DE LA LONGEVIDAD EN GANADERÍAS DOBLE PROPÓSITO
- VIII. CONCLUSIONES
- IX. LITERATURA CITADA

## I. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal que persigue toda empresa ganadera es maximizar el beneficio económico, el cual está supeditado en gran medida a la capacidad del sistema de producción utilizado para incrementar la cantidad y calidad de producto, apoyado en el progreso genético de la población [27]. La pérdida o venta forzada de una vaca en producción, representa en la mayoría de las ocasiones, un estrés emocional y económico dentro de una explotación. En el entendido de que la venta de leche y carne y sus derivados constituyen el principal componente de los ingresos, cada ganadero desearía siempre tener en su rebaño vacas altas productoras, saludables y de una constitución física que le permita mantenerlas el mayor tiempo posible; de esa forma, permitiría amortizar entre todas las lactaciones registradas, el gasto que han ocasionado su cría y manutención desde el nacimiento o compra hasta su desecho o muerte.

Son muy variadas y complejas las razones por las cuales los productores descartan sus vacas; de un lado, las que están asociadas al animal y del otro, las asociadas a los factores económicos como el precio de mercado de la leche y de la carne, precio de las vacas, precio y disponibilidad de novillas de reemplazo y por último, decisiones personales. Dos ganaderos en igualdad de condiciones y de recursos pueden tener diferentes criterios de desecho hacia vacas que muestran características individuales muy similares [4,27].

Los caracteres que influyen en la eficiencia de producción se dividen en productivos (leche y carne) y funcionales o secundarios. El término funcional es utilizado para resumir aquellas cualidades del animal que ayudan a incrementar su eficiencia no por el aumento de la cantidad de producto, sino porque reducen los gastos en insumos e inversiones. A este grupo pertenecen los caracteres relacionados con la salud, longevidad, fertilidad, facilidad de parto, caracteres de conformación, eficiencia en la utilización de los alimentos y en la producción de leche, entre otros [23,27,54]. En el medio tropical debemos añadir el estrés debido al clima, las enfermedades, los parásitos y la escasa disponibilidad de alimentos de calidad [42,50].

Una condición general que presentan los caracteres funcionales es que están correlacionados negativamente con el nivel de producción de leche; esto significa que al intensificar la selección por producción, podríamos estar provocando el deterioro físico del animal. Es por ello, que no solamente los genetistas, sino también los veterinarios, economistas y nutricionistas entre otros, han mostrado gran interés en determinarlos y controlarlos; sin embargo, ha sido difícil encontrar una medida objetiva ya que usualmente tienen una variación fenotípica muy amplia (caracteres productivos) o muy pequeña (facilidad de parto, mastitis) y una heredabilidad baja que hace que no sean atractivas a la hora de incluirlas en un programa de mejora genética a través de la selección [27].

Entre estos caracteres secundarios, destaca la longevidad o vida productiva que usualmente expresa el tiempo que un animal permanece en un rebaño desde el primer parto hasta el descarte o muerte, lo que a su vez refleja su habilidad para evitar ser eliminado por el ganadero. En otras palabras, resume el efecto de todos los caracteres funcionales que determinan la eliminación del rebaño; si algunos de estos caracteres

crea problemas, la longevidad se verá reducida, disminuyendo la posibilidad de seleccionar por otros rasgos.

La importancia económica de la longevidad en ganadería de leche y carne es un tema que está muy bien documentado [8,23,27]. Se ha incluido tanto en las funciones de beneficio [25] como en los índices de rentabilidad o mérito económico donde se mide la participación de la longevidad en la ganancia total [58]. Resultados de modelos bioeconómicos han demostrado que la longevidad puede llegar a representar entre un 25 y 70% del valor económico de la producción de leche [59], notablemente más alto que el asignado a otros factores que determinan la longevidad, como enfermedades y problemas reproductivos que están cercanos al 10% del valor de la producción [10,47,59]. El valor de la longevidad es aproximadamente la mitad de los caracteres lecheros [6]; si el promedio de vida del rebaño pasa de 3.3 a 4.3 años el ingreso anual por vaca incrementa del 11 al 13% [40], señalándose 2.2 meses de más de vida productiva por cada incremento de 100 kg de leche [1]. El máximo provecho por día de vida del animal se ha estimado que se consigue con vacas que logren una media de 4.5 lactancias [25].

Para evaluar la longevidad solamente es necesario cumplir con los requisitos mínimos de llevar en las fincas anotaciones de los eventos más importantes; en caso de no disponer de datos fiables de las causas y fechas de eliminación, estas pueden obtenerse en forma indirecta a través de la fecha del último control o pesaje de leche, sin necesidad de un protocolo especial de control. Lo ideal sería que se pueda obtener lo más temprano en la vida del animal y que permita la evaluación genética del toro al mismo tiempo que se evalúan sus hijas. De esa forma, se podrían eliminar toros de inseminación o de monta natural extremadamente malos para longevidad mucho antes que se haya extendido su uso en la población. La información disponible, apoyada en buenos programas computacionales, permitirá estudiar y predecir el potencial genético de los animales, tras lo cual se seleccionan los mejores para ser utilizados como padres en la siguiente generación.

Existe escasa información sobre longevidad o vida productiva en ganado de doble propósito en áreas tropicales, donde el Cebú y sus cruces con razas europeas han demostrado que son los que mejor pueden sobrevivir y producir en ambientes tan hostiles. Las vacas importadas o con gran mestizaje de razas europeas generalmente tienen un menor número de partos y una menor vida productiva que las razas locales, al ser desechadas mayormente por problemas reproductivos y pobre condición física [12,26,41,50]. Es objetivo de este Capítulo presentar de una manera sencilla el estatus y tratamiento de la longevidad en la mejora de la ganadería bovina y en especial la forma de utilizarla en la mejora de la ganadería de doble propósito.

## **II. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ESTUDIAR LA LONGEVIDAD**

Prolongar la vida productiva de una vaca nos beneficia de muchas maneras, partiendo de la premisa de que al incrementar la longevidad se mejora el beneficio económico total y por día de vida del animal, a la vez que favorece la selección sobre otros caracteres [39]. Entre sus ventajas señalamos:

1. Reducción del número de hembras de reemplazo que deben ser criadas o compradas y por consiguiente de los costos anuales asociados permitiendo reinvertir el dinero y tiempo en otros renglones que garanticen la buena marcha de la explotación. Parece ser más rentable tener en el rebaño mayor cantidad de vacas con baja tasa de reemplazos, que incrementar el desecho para sustituirlas con novillas mejoradas genéticamente [1].
2. Aumenta la media de producción del rebaño gracias a una mayor proporción de vacas maduras contemporáneas que se encuentran en la fase de mayor producción láctea.
3. Existen mayores posibilidades de descartar animales que no sean del agrado del ganadero, es decir, permite aumentar la intensidad de selección. No obstante, tener por más tiempo del necesario las vacas en el rebaño, puede reducir el progreso genético anual; por ello es necesario garantizar que los reemplazos que ingresen al rebaño sean animales genéticamente superiores o que se utilicen las mejores crías de esas vacas longevas para cubrir las bajas.

Por otro lado, se ha señalado que la selección directa por longevidad en sí es ineficiente debido a que se encuentra influenciada por muchos factores, la mayoría de naturaleza no genética [18,23,47,56]; esas desventajas se resumen como sigue [5, 53,57]:

1. Se mide sólo en hembras.
2. Se mide tarde en la vida del animal, posterior al primer parto.
3. Hay que esperar que la vaca muera o sea desechada para poder obtener datos completos de longevidad.
4. Tiene heredabilidad baja, que fluctúa en torno a 0.04 y 0.08 [8,43,54].
5. Se ha reportado una correlación positiva alta entre longevidad y producción láctea (0.30-0.55); en consecuencia, una selección intensa por producción de leche podría generar una respuesta positiva correlacionada con longevidad, ya que la heredabilidad de la producción de leche es moderadamente alta.
6. Para evaluar un toro por la longevidad de sus hijas y que su estimación sea fiable, hay que esperar a que tenga el número suficiente de hijas desechadas, para lo cual se necesitarían siete u ocho años. Ello alargaría probablemente el intervalo entre generaciones y disminuiría el progreso genético anual acumulado para la producción de leche en las primeras lactaciones. Para entonces si el toro aún no ha muerto, es probable que haya sido superado por toros más jóvenes [54,57].

### III. DEFINICIÓN GENERAL DEL CARÁCTER LONGEVIDAD

Se han señalado diversas definiciones de longevidad, pero la más simple es la que la considera como longitud de vida [20]. En vacunos de leche, la longevidad se refiere a la capacidad de una vaca de mantenerse productiva en el rebaño; el tiempo que permanezca en el mismo dependerá de su capacidad para competir económicamente con aquel animal que pueda potencialmente reemplazarla. En términos más sencillos,

longevidad señala la virtud que tiene un animal de agradar a su propietario, tanto por sus características productivas o fenotípicas como por no ser problemático.

La vida de una vaca puede ser dividida en dos períodos diferenciados [23]: el primero, abarca desde el nacimiento del animal hasta el primer parto y es lo que conocemos como período de cría, que solo le supone gastos al ganadero. El segundo, contempla el lapso que va desde el primer parto hasta la muerte o desecho del animal. Esta segunda parte es lo que llamamos duración o longitud de la vida productiva de una vaca y supone un aporte de ingresos al ganadero.

La longevidad está muy ligada al desecho de una vaca. El desecho es algo complejo, ya que en la decisión final del ganadero intervienen muchos factores entre los que tenemos, por el lado del animal, edad al parto, estadio de lactación, nivel de producción de leche, salud, comportamiento reproductivo etc; por otro lado, están las decisiones de tipo económico como: precio de la leche, precio del animal, precio y disponibilidad de novillas de reemplazo. En ciertas situaciones los productores podrían eliminar animales para ajustar el tamaño y composición de diferentes grupos etarios del rebaño como para hacer frente a gastos importantes. Entre las razones principales de desecho de una vaca están la baja tasa reproductiva, producción insuficiente y aparición de enfermedades de la ubre, especialmente mastitis [2]. A excepción de la venta, todas estas características, reflejan indirectamente la calidad negativa de la vaca [8].

El desecho puede clasificarse como *desecho voluntario*, cuando un ganadero clasifica a las vacas según su producción, eliminando las menos productivas y *desecho involuntario*, cuando el ganadero vende o envía animales a matadero por problemas de salud, reproducción, conformación o accidentes, independientemente de su nivel de producción. En resumen, son vacas que no se adaptan al manejo ni a las condiciones ambientales y que reflejan problemas de fertilidad, movilidad y/o problemas sanitarios. De hecho, después del nivel productivo, las causas principales de desecho son los días vacíos y las mastitis [2]. Aproximadamente la mitad del desecho es involuntario [3].

Igualmente existen dos tipos de longevidad según el tipo de desecho [20]. La *longevidad verdadera o longevidad total* (True Herd life THL, término en inglés) es la duración de la vida productiva del animal en su rebaño, que depende principalmente de su productividad y refleja tanto el desecho voluntario como el involuntario. La *longevidad funcional* puede interpretarse como "*longevidad potencial*" (Functional Herd life, FHL), es decir, el potencial de una vaca a sobrevivir sin considerar su producción. Es la aptitud del animal a retrasar el desecho involuntario. Se obtiene corrigiendo la medida observada de longevidad verdadera por la producción láctea. Al ajustar longevidad por producción de leche se remueve tanto el efecto directo del desecho sobre la producción como el efecto indirecto de la relación entre producción y longevidad a través de correlaciones genéticas o ambientales. No elimina todo el sesgo, pero al menos lo reduce, siendo recomendable incluir como objetivo de mejora a ambos producción de leche y longevidad, en este caso funcional [17,54].

#### IV. FACTORES QUE AFECTAN LA LONGEVIDAD

Para estar claro en los factores que afectan la longitud de la vida productiva, debemos distinguir entre caracteres que determinan la longevidad, que vienen a ser todos aquellos que forman parte del criterio de desecho y los caracteres que son indicadores o medidas de longevidad que discutiremos en el punto siguiente.

Con el fin de establecer estrategias que lleven a la mejora de la longevidad, se ha argumentado que lo más razonable es definir un objetivo global que combine algunos de los aspectos relacionados directa e indirectamente con la longevidad, es decir, realizar la selección basada en los determinantes de la longevidad como enfermedades y problemas reproductivos, añadiendo medidas de longevidad como permanencia y vida productiva en el rebaño o caracteres de conformación [47]. Sin embargo, como se ha señalado, esta estrategia depende mucho de la recogida de información en las fincas, cuando no existe en el país un sistema rutinario de registro de enfermedades, análisis reproductivos y todo lo relacionado con la salud del animal; al tener anotado como mínimo las causas de desecho, se compensa la pérdida de información. Comparando los costos provocados por la adopción del sistema de recolección de datos, almacenamiento informático y análisis de los mismos, el anotar las causas de desecho es una alternativa muy factible y de bajos costos [3,47].

Existen varias razones principales entre las que se mezclan causas biológicas y de manejo por las que el ganadero se inclina al eliminar un animal [3,9,50]. Entre ellas se señalan la producción de leche (10-32%), fallas reproductivas (15-52%), problemas de la ubre (15-23%), enfermedades y otros (9-15%). En condiciones de trópico estas frecuencias cambian cuando se trata de vacas mestizas con predominio de razas europeas, señalándose los problemas reproductivos como el factor más importante de eliminación del rebaño con rangos entre 32.4 y 70.0 %, seguido por el nivel de producción entre 30.1 y 55.0%, mientras que la tasa de eliminación en las mestizas Brahman solo varía entre 15.1 y 20.5 % por fallas reproductivas, reflejando los problemas de adaptabilidad de las primeras y un pobre manejo de las Brahman [12,41,50]. Entre las enfermedades más importantes señaladas como causas de desecho en razas europeas, cabe mencionar a la mastitis con un rango de 5 a 17% que incrementa a 28.5% cuando se añade el recuento de células somáticas, ubres pendulosas con 9% y problemas podales con 8 % [3,48].

Otros factores de eliminación que no están relacionados con la salud del animal sino que están más asociados con el manejo son, la edad al primer parto, estadio de la lactación, cambio en el tamaño del rebaño y otros como los caracteres morfológicos o de conformación; estos últimos se han utilizado como *predictores* tempranos de longevidad, ya que pueden medirse pronto en la vida del animal, al primer parto y están muy correlacionados con la longevidad [5,8,43].

El comportamiento productivo y la edad de una novilla al primer parto condicionan su permanencia en el rebaño; por un lado una producción de leche por encima de la media del rebaño le garantiza una mayor longevidad, ya que existe una alta correlación fenotípica de 0.19 a 0.25 entre la primera y las subsiguientes lactancias [54], que se mantiene hasta la cuarta o quinta lactación cuando normalmente ocurre su pico de producción, más allá de ésta lactación dependerá mas de la alimentación y del

manejo. Por otro lado, tenemos la edad al primer parto; una novilla que pare por primera vez a los 36 meses tiene un riesgo de 30% de ser eliminada mas que una novilla que ha parido a los 27 meses. Probablemente, esto está relacionado con problemas de fertilidad ocasionando un amplio impacto sobre los costos de la explotación debido al mayor tiempo empleado en criar una novilla que entra en producción a una edad más avanzada [14,44,56].

La calificación morfológica, otro criterio de rechazo, describe el tipo funcional de un animal o de aquellas partes de su cuerpo que afectan directa o indirectamente su productividad. La evaluación de tipo tiene por finalidad seleccionar animales sanos, longevos y perfectamente adaptados a su sistema de producción. Los sistemas de calificación incluyen dos tipos de caracteres, lineales y compuestos o generales [4,43,44]. Los caracteres lineales o de rasgos descriptivos, se miden en forma lineal entre los dos extremos de una escala biológica específica de cada carácter y permiten la identificación de los defectos y virtudes de cada animal. La escala varía de un país a otro, no obstante, suelen ser 12 y son utilizados en los países miembros de la Confederación Mundial de Asociaciones de Ganaderos. Los caracteres compuestos describen las diferentes regiones de un animal mediante combinaciones de rasgos descriptivos; estas combinaciones pueden ser fenotípicas como en Canadá y España o genéticas en el caso de Francia y Estados Unidos. Una vez finalizada la puntuación de cada rasgo se le asigna una puntuación final, que viene a ser el resultado de su comparación con el animal ideal [43,54].

Aparentemente, los únicos caracteres morfológicos que afectan consistentemente la longevidad son los relacionados con la ubre, miembros y aplomos [17,18] y en algunos casos, la grupa. Las vacas con ubres y patas bien formadas, pezones bien colocados y de correcto tamaño, tienen como término medio, una vida productiva más larga [54]. Por otro lado, la angulosidad, el estilo y la calidad del hueso son los caracteres de tipo más correlacionados (0.83) con los caracteres de producción en primera lactación [4].

Los rasgos que definen la aptitud lechera de la vaca, como el temperamento lechero, calidad lechera, y el estilo entre otros, tienen generalmente correlaciones de moderadas a altas (0.24-0.32) con la longevidad no corregida por producción de leche y casi nulas con la longevidad funcional (0.01-0.06), debido al componente productivo que involucra la calificación de cada uno de ellos. Sin embargo, se han señalado las preferencias de los ganaderos con respecto a estas características a la hora de desechar vacas y elegir novillas de reemplazo [55,56]; algunos ganaderos prefieren vacas grandes y profundas y les conceden más oportunidades de sobrevivir que las demás, mientras que otros buscan vacas más menudas que tienen mas gastos de mantenimiento y que pueden no producir ni venderse a buen precio como las vacas grandes, pero que rinden con más eficiencia [28].

## V. MEDIDAS DEL CARÁCTER LONGEVIDAD Y MÉTODOS DE ANÁLISIS

En bovinos, la medida más simple de longevidad es la duración de la vida productiva. Para calcularla solamente se necesita conocer la fecha de primer parto y la fecha en la que ocurrió el desecho o muerte; éste hecho tan sencillo ha causado algunos

problemas en su evaluación genética [23]. Existen varios caracteres que han sido sugeridos como medidas de la longevidad [18,54,55], pudiendo agruparse como sigue:

\* Caracteres de vida relacionados con la longitud de vida total y productiva en el rebaño (período de tiempo desde nacimiento al desecho, producción de leche acumulada en todas las lactaciones, número de lactaciones o partos, edad al último parto o desecho, etc.).

\* Caracteres relacionados con la supervivencia o permanencia en el rebaño a una edad determinada, lactación o parto; probabilidad de supervivencia entre una lactación y la siguiente, etc.

\* Caracteres funcionales como características de longevidad corregidas por criterios productivos que elige el ganadero al momento de desechar sus animales (longevidad funcional).

En general es difícil considerar el carácter longevidad en los programas de selección y mejora, ya que requieren de métodos específicos y especiales por las siguientes razones [46,56]:

\* Algunos animales aún están vivos al momento de la evaluación por lo que se desconoce su longevidad total. Esos registros deben tratarse como "censurados", es decir, vacas con datos incompletos o que están en plena producción y que aún no han finalizado la lactación al momento de recoger la información.

\* Los efectos que actúan sobre la longevidad no lo hacen de forma lineal y varían con el tiempo (ejemplo, tamaño del rebaño, ocurrencia de enfermedades o cambios en el manejo del rebaño).

\* La distribución estadística de los datos de longitud de vida productiva es extremadamente asimétrica y generalmente desconocida.

Los principales métodos de análisis que por su notoriedad, influencia y relación con las definiciones de longevidad que más se han utilizado en la evaluación de la longevidad se señalan a continuación:

### **1. Permanencia en el rebaño (Stayability)**

La permanencia en el rebaño o "stayability" (en inglés) es quizás uno de los indicadores de longevidad más utilizado por los investigadores desde que fuera introducido ese término [24]. Mide la tasa de supervivencia de las vacas a una edad determinada posterior al primer parto, señalándose como límites 36, 48, 60, 72 ó 84 meses [19,24,54], pero también ha sido referida al número de lactaciones iniciadas o finalizadas, y al total de kilos de leche acumulados o producidos durante la vida del animal [10,74]. Existe una alta correlación genética entre la permanencia a 48 meses de edad y el resto de edades superiores a esta, por lo que se ha recomendado utilizarla como umbral para la evaluación genética temprana de los toros [10, 19]. Estableciendo como límite una edad entre 41 y 54 meses, que corresponden a edades intermedias entre los períodos de secado entre un parto y otro respectivamente [19]. A este conjunto de medidas se le llamó también "grupos de oportunidad" o grupo de animales comparables, los cuales incluyen a todos los animales que han tenido la misma oportunidad de seguir en el rebaño a una edad o lapso estipulado. La heredabilidad de



la longevidad verdadera y de la funcional generalmente resulta mayor cuando se consideran más meses de oportunidad [4,54,57].

## **2. Supervivencia dentro de cada lactación**

Como una alternativa, se propuso un análisis multicarácter que mide la supervivencia en lactaciones sucesivas a partir de la primera lactación, o como medidas repetidas del mismo carácter [31,32]. La longevidad era expresada en códigos de supervivencia a partir de la primera lactación. Sin embargo, esta metodología no resultó fiable porque había sido concebida para evaluar al ganado en Australia, poseedor de una gran longevidad, 5.8 a 6.6 años en promedio, y escaso desecho entre lactaciones [47].

Paralelamente, se utilizaron modelos de regresión aleatoria [53], similares a los empleados en los análisis de datos de controles mensuales para producción de leche, con el fin de aprovechar las ventajas del modelo multicarácter, pero reduciendo el número de parámetros. La heredabilidad obtenida fue baja y el valor más alto estuvo entre 0.028 y 0.088; en cambio se observó una alta correlación entre ellas durante los primeros tres años de vida.

## **3. Proyección fenotípica de datos incompletos**

Un procedimiento empleado también fue el de ajustar los datos incompletos de longevidad en una forma muy parecida a la utilizada en producción de leche para extender lactaciones a 305 días [52]; la extensión se hacía mediante una regresión múltiple a partir de los datos de vacas vivas a seis edades diferentes (36, 42, 48, 54, 60 y 72 meses) y luego estandarizadas a 84 meses de vida productiva. En este caso se estableció como longevidad completa una edad límite de 84 meses de vida productiva, por considerar que seguía una distribución más normal y que proporcionaba mayor información sin tener que esperar hasta que la última vaca muriese. Las estimaciones basadas en datos incompletos son ajustadas con respecto a la media y suponen que el registro extendido tiene la misma varianza que el dato completo, pero tienen un menor peso o ponderación al incluirlo en el modelo mixto [47,52].

Otro método para trabajar con datos incompletos estaba basado en una distribución geométrica que tenía en cuenta el número de lactancias que había completado cada vaca y con el cual se podía predecir la longevidad a partir de las lactancias conocidas [7]. Estos métodos han tenido sus críticas porque las medidas utilizadas como patrón para la extensión no son tan idóneas como las utilizadas en la extensión de la lactación a 305 días [21,23].

## **4. Técnicas de análisis de supervivencia**

Los procedimientos antes mencionados están basados en la utilización de modelos lineales y métodos tipo BLUP (Mejor Predictor Lineal Insesgado) y REML (Máxima Verosimilitud Restringida) para llevar a cabo la valoración genética y los componentes de varianza. En la actualidad, se estima que el análisis de supervivencia o momento de fracaso es el método estadístico adecuado para analizar los datos incompletos o censurados (lactaciones que no han terminado), donde la longevidad se calcula simplemente tomando la fecha del primer parto y última fecha de control de

pesaje de leche o la fecha en la que se decida medir la longevidad. Este método se desarrolló inicialmente en investigaciones médicas para estudiar el efecto de varios tratamientos en la recuperación, remisión o supervivencia de pacientes [30,55].

Tiene la ventaja de que combina la información de individuos muertos o con datos completos y de individuos aún vivos al momento del estudio, además permite incluir como efectos en el modelo variables que dependen o cambian con el tiempo como el rebaño, año y época de parto, cosa que no podemos hacer en los modelos lineales donde se asume que estos efectos son constantes durante el período de estudio y que dos vacas que nacen en el mismo período pero con diferente permanencia en el rebaño son afectadas de la misma manera. Con este método siempre que una vaca entra o sale del rebaño, se incluye un nuevo efecto dentro del modelo [20,54,57].

Ha sido aplicado para medir longevidad y otros aspectos en vacuno de leche [13,14, 15,20,22,54,57], y vacuno de carne [30]. También se ha utilizado en estudios con ganado de leche para identificar los factores de riesgo que afectan el desecho de los animales como enfermedades, mastitis etc. [4,44], comportamiento reproductivo, intervalos posparto, días vacíos, etc. [29,38].

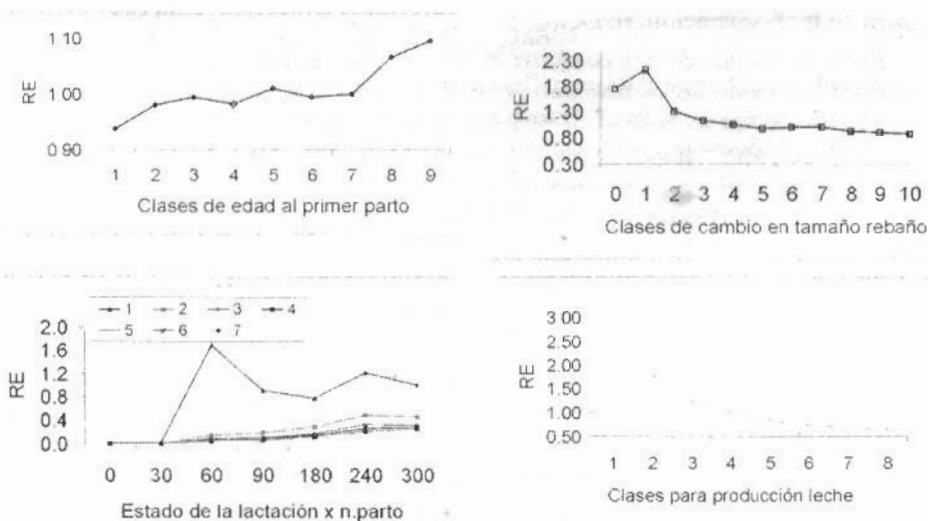
La existencia del "Survival kit" un paquete estadístico escrito en el lenguaje de programación FORTRAN 77 [21,46] ha permitido que a pesar de la complejidad computacional del análisis de supervivencia pueda aplicarse a gran cantidad de datos y establecerse como metodología oficial para la valoración genética de la longevidad funcional en países como Francia desde 1997 [20], Austria y Alemania desde 1994 [21,46], Holanda en 1999 [16,33,55] y otros países en los que ya están en marcha como Italia [44], Canadá [6,30] y España [13,14,15].

## VI. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUPERVIVENCIA

Los resultados del análisis de supervivencia se expresan como riesgo de eliminación (RE). El riesgo de eliminación mide la probabilidad de una vaca de ser eliminada. El riesgo puede ser mayor por tener problemas reproductivos, o por producir menos leche que la media del rebaño, o porque en el rebaño se está haciendo saneamiento por mastitis, etc. Si una vaca tiene una  $RE=2$ , significa que corre el riesgo de ser eliminada con el doble de probabilidad respecto a una vaca con una  $RE=1$ . Para mayor comprensión los RE se representan en gráficos, donde la línea muestra la evolución del riesgo de una vaca a ser eliminada, un valor pequeño de RE, significa que la vaca tiene mayor probabilidad de sobrevivir o de quedarse más tiempo en el rebaño que sus compañeras en igualdad de condiciones y tiene el valor más deseable.

En la Figura 1 se muestra algunos resultados de un estudio que pretendía analizar la influencia de factores ambientales en el riesgo de eliminación (RE) de las vacas, utilizando técnicas de análisis de supervivencia [15]. Los niveles o clases utilizados para los factores analizados fueron: edad al primer parto en meses, 9 clases (entre 29 y 40 meses); variación anual en el tamaño del rebaño, 11 clases calculadas como desviaciones porcentuales entre un año y el siguiente (0 a 10); producción de leche, 8 clases por desviación porcentual de la producción del animal con respecto a la media del re-

**Figura 1. Influencia de algunos factores ambientales en el riesgo de eliminación (RE) de las vacas en producción.**



baño-año parto (1 a 8); número de parto (1,2,3,4,5,6,  $\geq 7$ ) asumiendo que cambiaba en cada fecha de parto; estadio de la lactación (0, 180, 240 y 300 días postparto).

Podemos observar que para edad al primer parto, RE incrementa de forma paulatina con la edad y se acentúa a partir de los 29 meses de edad (clase 7), existiendo 31% más de riesgo entre una novilla que pare por encima de los 34 meses (clase 9) y otra de 29. El riesgo mayor de desecho en novillas que paren mas tarde podría estar relacionado con problemas de fertilidad, algo frecuente en estos animales al principio de su vida productiva y tiene un impacto sobre los costos de la explotación debido al mayor tiempo empleado en criar una novilla que entra en producción a una edad más avanzada.

Cuando se representan las diferentes estimaciones de RE de acuerdo al número de parto y el estadio de la lactación, se puede observar una tendencia de incremento de RE desde el inicio hasta el final de la lactación, alcanzando el máximo a los 300 días, aunque con marcada diferencia de aproximadamente tres veces más entre las vacas de primer parto y el resto. Dentro de cada parto, el RE es muy bajo durante los primeros 180 días a partir del segundo parto. Solamente en las vacas de primer parto se observa un marcado riesgo de desecho a los primeros 60 días, indicando una selección intensiva en novillas al inicio de su producción. Es a partir de la cuarta lactación cuando el incremento en el riesgo es mayor porque son las vacas viejas las que tienen mas posibilidades de morir o de ser desechadas por razones diferentes a las productivas, como mastitis, infertilidad etc., confirmando experiencias previas [44, 56].

Al revisar el efecto de las variaciones anuales en el tamaño del rebaño, se aprecia que aquellos animales que están en rebaños que disminuyen su tamaño por debajo del 30% (clase 1) tienen un riesgo mas alto de ser eliminados con una probabilidad del 52% que los animales que están en rebaños estables (clase 5). Como era de esperar, el

RE es menor con el incremento del tamaño del rebaño y mantiene una probabilidad del 10%. Los ganaderos en este caso tienden a conservar mayor cantidad de animales con miras a incrementar el plantel de producción. Este factor representa en gran medida una de las causas principales que afecta la longevidad del ganado [20,54,55].

La relación entre longevidad y la producción de leche deben interpretarse con precaución, ya que dependiendo del nivel de producción de leche del animal se condicionará su eliminación del rebaño; las vacas muy productoras se eliminan involuntariamente por problemas de salud, infertilidad, ubres y patas entre otros y las poco productoras son sustituidas por otras que producen mayor cantidad de leche. En la Figura 1, se muestra, una tendencia a eliminar con mayor probabilidad aquellas vacas que están por debajo del 30% de la producción media del rebaño, clase (1). Siendo más notorio con más de 98% de RE al compararlas con la clase 4 de referencia (-10%, 0%). Las vacas que producen mayor cantidad de leche tienen menos probabilidad de ser eliminadas y demuestran la importancia del desecho voluntario por producción de leche. Se ha señalado que es razonable que los ganaderos tengan una mayor disposición a excluir de su rebaño aquellas vacas con un pobre rendimiento comparadas con sus compañeras de grupo y sustituirlas por vacas superiores genéticamente que ayuden a incrementar la media global [20,44,57].

## VII. ANÁLISIS DE LA LONGEVIDAD EN GANADERÍAS DOBLE PROPÓSITO

Aunque la longevidad es un tema muy estudiado en países desarrollados y en razas puras, existe muy poca información en ganaderías mestizas de áreas tropicales, donde las condiciones ambientales adversas producen un estrés de tipo climático que afecta la longevidad o vida útil. El cebú y otras razas con alta proporción de genes *Bos indicus*, son las más utilizadas por su tolerancia al calor, baja tasa de metabolismo y resistencia a parásitos y enfermedades, las razas *Bos taurus* a pesar de una mayor producción de leche tienen un menor número de partos y una menor longevidad [12,42,50]. Los caracteres relacionados a la vida útil ó a la longevidad más estudiados son: edad y producción de leche al primer parto, número de partos de por vida, producción de leche de por vida y días totales produciendo leche. En el Cuadro 1, se resumen algunas de estas características de longevidad por país de origen y grupo racial.

## VIII. CONCLUSIONES

La longevidad se debe considerar como un carácter importante a registrar y tener en cuenta al seleccionar y evaluar las ganaderías de doble propósito, dada la importancia económica y sus beneficios, al ser uno de los caracteres más relacionados con la eficiencia económica de una vaca y de la explotación. Lo ideal sería que esta medida se pueda obtener lo más temprano en la vida del animal y permitir una evaluación genética del toro al mismo tiempo que se evalúan sus hijas. Así, se podrían seleccionar toros que produzcan hijas funcionales, buenas productoras y adaptadas al sistema de manejo y eliminar aquellos de inseminación o de monta natural extremadamente malos para longevidad, mucho antes que sea extendido su uso en la población.

**CUADRO 1. Resumen de las medidas de longevidad en vacas puras y mestizas**

País	Grupo Racial	PROACU (kg)	DTP (d)	NPT	VP (d)	LT (d)	Referencia
Cuba	Holstein	-	-	4.0	44.4 (m)	82.5 (m)	[36]
Cuba	Siboney	-	-	3.5	-	81.0 (m)	[35]
India	Jersey x Sahiwal	13266.3	-	-	2032.7	-	[45]
India	Sahiwal	4192.0	1157.0	-	2227.8	3673.8	[37]
Etiopía	Mestizos varios	-	-	3.2	-	72.2 (m)	[34]
Kenya	B. Swiss x Sahiwal	7992.0	-	3.2	1045.0	-	[49]
México	Holstein	16469.0	-	-	51.4 (m)	-	[51]
Pakistán	Holstein x Sahiwal	15785.2	-	-	1651.9	3530.0	[11]
Venezuela	M. Holstein	11279.6	1020.7	3.2	1252.0	2406.2	[12]
	M. Pardo	7762.1	778.4	2.8	969.9	2131.8	
	M. Brahman	3467.1	410.1	2.0	536.0	1690.9	
Venezuela	Holstein	20925.0	1312.0	4.7	69.5 (m)	98.5 (m)	[42]
	Carora	11912.0	1299.0	5.1	77.1 (m)	112.1 m)	
Venezuela	M. Holstein	-	-	3.1	-	-	[9]
	M. Pardo	-	-	2.9	-	-	

M=Mestiza; PROACU= Producción de leche acumulada. DTP= Días totales en producción. M= meses NPT= Número partos de por vida; VP= Vida productiva; LT=Longevidad total (nac-desecho).

Solamente es necesario cumplir con los requisitos mínimos de llevar en las fincas anotaciones de los eventos más importantes que se suceden. En caso de no disponer de datos fiables de causales y fechas de eliminación, el dato de longevidad se obtiene indirectamente a través de la fecha de primer parto y la fecha del último control o pesaje de leche registrado. No se necesita un protocolo de control especial ya que el tener anotado como mínimo las causas de desecho, compensa la pérdida del resto de la información. Comparando los costos provocados por la adopción del sistema de recogida de datos, almacenamiento informático y su análisis, el anotar la fecha de desecho y las causas que lo producen es una alternativa muy factible y de bajos costos.

## IX. LITERATURA CITADA

- [1] Allaire, F.R., Gibson, J.P. 1992. Genetic value of herd life adjusted for milk production. *J. Dairy Sci.* 75:1349-1356.
- [2] Bascom, S. S., Young, A.J. 1998. A summary of the reasons why farmers cull cows. *J. Dairy Sci.* 81:2299-2305.
- [3] Beadeau, F., Seegers, H., Ducrocq, V., Fourichon, C. 1999. Effect of health disorders on culling in dairy cows: a review and critical discussion. Proceedings of an international workshop on EU concerted action for genetic Improvement of functional traits in cattle (GIFT): Longevity. Jouy-en-Josas, France. *Interbull Bulletin* 21: 139-151.
- [4] Ben Gara, A. 1998. La longevidad su relación con caracteres productivos y morfológicos funcionales y elaboración de un índice compuesto de selección en la población frisona española. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. Córdoba. España. 113 pp.

- [5] Boettcher, P.J., Jairath, L.K., Koots, K.R., Dekkers, J.C.M. 1997. Effects of interactions between type and milk production on survival traits of Canadian Holsteins. *J. Dairy Sci.* 80: 2984-2995.
- [6] Boettcher, P.J., Jairath, L.K., Dekkers, J.C.M. 1999. Comparison of methods of genetic evaluation of sires for survival of their daughters in the first three lactations. *J. Dairy Sci.* 82: 1034-1044.
- [7] Brotherstone, S., Veerkamp, R.F., Hill, W. G. 1997. Genetic parameters for a simple predictor of the lifespan of Holstein-Friesian dairy cattle and its relationship to production. *Animal Science.* 65: 31-37.
- [8] Burnside, E.B., McClintock, A.E., Hammond, K. 1984. Type, production and longevity in dairy cattle: A review. *Animal Breeding Abstracts.* 52 (19): 711.
- [9] Cardozo, R., Vaccaro, L.P. 1984. Supervivencia de hembras mestizas europeas x cebú en un sistema intensivo de producción de leche en Venezuela. *Rev. UNELLEZ. Ciencia y Tecnología. Serie: Producción Agrícola.* Año 2 (5): 91-95.
- [10] Chauhan, V.P.S., Hayes, J.F. 1993. Relationships of first lactation yields with lifetime performance traits in Holstein cows. *J. Anim. Breed. Genet.* 110: 264-267.
- [11] Chaundhry, M. Z; Shafiq, M. 1995. Lifetime production performance of Holstein Friesian x Sahiwal crossbreds. *Asian Journal of Animal Sci.* 8 (5): 499-503.
- [12] Chirinos, Z., González-Stagnaro, C., Madrid-Bury, N., Rivera, J.C. 1999. Vida útil, longevidad y causas de eliminación en vacas mestizas de doble propósito. *Revista Científica FCV-LUZ.* IX (6): 477-484.
- [13] Chirinos, Z., Hernández, D., Carabaño, M. J. 2001a. Resultados preliminares sobre la influencia de efectos ambientales en la longevidad del ganado frisón español usando técnicas de análisis de supervivencia. *Revista ITEA, volumen extra número 22 (I):* 142-144.
- [14] Chirinos, Z., Hernández, D., Carabaño, M. J. 2001b. Influencia de efectos ambientales en la longevidad del ganado frisón español usando técnicas de análisis de supervivencia bajo modelos alternativos. XVII Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). Memoria. Cuba. G-46:1921-1925.
- [15] Chirinos, Z., Hernández, D., Carabaño, M. J. 2002. Longevity analysis in Spanish Holstein-Friesian cattle. *Proceeding of the 7th World Congress on Genetic Applied to Livestock Production.* (En prensa).
- [16] De Jong, G., Vollema, A.R., Van der Beek, S., Harbers, A. 1999. Breeding value for functional longevity in the Netherlands. *Proceedings of an international workshop on EU concerted action for genetic Improvement of functional traits in cattle (GIFT): Longevity.* Jouy-en-Josas, France. *Interbull Bulletin* 21: 68-72.
- [17] Dekkers, J.C.M., Jairath, L.K. 1994. Requirements and uses of genetic evaluations for conformation and herd life. In 'Proc. 5th World Congress on Genetics Applied to Livest. Prod. Vol. 17, p.61. Univ. of Guelph.
- [18] Dekkers, J.C.M., Jairath, L.K. Lawrence, B. H. 1994. Relationships between sire genetic evaluations for conformation and functional herd life of daughters. *J. Dairy Sci.* 77:844-854.
- [19] DeLorenzo, M.A., Everett, R.W. 1986. Prediction of sire effects for probability of survival to fixed ages with a logistic linear model. *J. Dairy Sci.*, 69:501-509.
- [20] Ducrocq, V.P. 1994. Statistical analysis of length of productive life for dairy cows of the Normande breed. *J. Dairy Sci.* 77:855-866.

- [21] Ducrocq, V.P., Sölkner, J. 1994. "The Survival Kit". A FORTRAN package for the analysis of survival data. In 'Proc. 5th World Congress on Genetics Applied to Livest. Prod. Vol. 22, p.51, Univ. of Guelph.
- [22] Durr, J. W., Monardes, R.I., Cue, R.I. 1999. Genetic Analysis of herd life in Quebec Holstein using weibull models. *J. Dairy Sci* :82:2503-2513.
- [23] Essl, A. 1998. Longevity in dairy cattle breeding: a review. *Livest. Prod. Sci.* 57, 79-89.
- [24] Everett, R.W.; Keown, J.F. Clapp, E.E. 1976. Relationships among type, production and stayability in Holstein cattle. *J. Dairy Sci* :59:1505-1510.
- [25] Gill, G. S., Allaire, F. R. 1976. Genetic and phenotypic parameters for a profit function and selection method for optimizing profit in dairy cattle. *J. Dairy Sci* :59:1325- 1333.
- [26] González-Stagnaro, C. 1989. Tasa de eliminación y vida útil. Seminario GIRARZ. Problemática y decisiones en la ganadería de doble propósito. II Jornadas Científico-Técnicas. Facultad de Agronomía. LUZ. Maracaibo, Venezuela. (Mimeo). 5 pp.
- [27] Groen, A.F., Steine, T., Colleu J., Pedersen, J., Pribyl, J., Reinsch, N. 1997. Economic values in dairy cattle breeding, with special reference to functional traits. Report of an EAAP-working group. *Livest. Prod. Sci.* 49, 1-21.
- [28] Hansen, L.B., Cole, J.B., Marx, G.D., Seykora, A.J. 1999. Productive life and reasons for disposal of Holstein cows selected for large versus small body size. *J. Dairy Sci.* 82: 795-801.
- [29] Harman, J.L., Grohn, T., Erb, H.N., Casella, G. 1996. Even-time analysis of the effect of 60-day milk production on the parturition to conception interval in dairy cows. *Am. J.Vet.Res.* 57:634-639.
- [30] Hyde, L. R. 2000. An application of survival analysis to the genetic evaluation of reproductive life of beef females. Ph.D. Dissertation. Colorado State Univ., Fort Collins. 141 pp.
- [31] Jairath, L., Dekkers, J.C.M., Schaeffer, L.R., Liu, Z., Burnside, E.B., Kolstad, B. 1998. Genetic evaluation for herd life in Canada. *J. Dairy Sci.* 81:550-562.
- [32] Madgwick, P.A., Goddard, M.E. 1989. Genetic and phenotypic parameters of longevity in Australian dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 72:2624-2632.
- [33] Neerhof, H.J, Madsen, P., Ducrocq, V.P., Vollema, A.R., Jensen, J., Korsgaard, I.R. 2000. Relationships between mastitis and functional longevity in Danish Black and White Dairy cattle estimated using survival analysis. *J. Dairy Sci.* 83: 18.1064-1071.
- [34] Negussie, E., Brannang, E., Rottmann, O.J. 1999. Reproductive performance and herd life of dairy cattle at Assella livestock farm, Arsi, Ethiopia. II: Crossbreds with 50, 75 and 87.5% European inheritance. *J. Anim. Breed. Genet.* 116:225-234.
- [35] Pérez, T., Suárez, M. A., Marrero, A., Evora, J.C. 2001. La longevidad en vacas "Siboney de Cuba" y su relación con los indicadores de incorporación a la reproducción de las novillas. XVII Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). Memoria. Cuba. DP-5:956-960.
- [36] Ponce De León, R.; Guzmán, G. 1991. Heredabilidades y factores que afectan la longevidad y reproducción de por vida en vacas Holstein. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 25:237-243.
- [37] Pundir, R. K; Raheja, K. L. 1994. Relationship between sire's estimated breeding value for first lactation and lifetime traits in Sahiwal and Hariana cattle. *Indian Journal of Animal Science.* 64 (11): 1219-1225.

- [38] Rajala-Schultz, P.J., Grohn, Y. 1999. Culling of dairy cows. Part.II. Effects of disease and reproductive performance on culling in Finnish Ayrshire cows. *Preventive Vet. Med.* 41:279-294.
- [39] Rendel, J.M., Robertson, A. 1950. Some aspects of longevity in dairy cows. *Emp. J. Exp.Agric.* 18 (69): 49-56.
- [40] Renkema, J.A. Stelwagen, J. 1979. Economic evaluation of replacement rates in dairy herds. I. Reduction of replacement rates through improved health. *Livest.Prod. Sci.*, 6:15-27.
- [41] Ríos, U.A., Vega, M.V.E., Montaña, B.B. 1998. Causas de desecho y vida productiva de vacas *Bos indicus* y cruza F1 Angus, Charolais, Hereford y Suizo Pardo x Cebú. *Téc.Pecu.Mex.* 36 (3):203-211.
- [42] Rizzi, R., Bagnato, A., Cerruti, F., Alvarez, J.C. 2002. Lifetime performances in Carora and Holstein cows in Venezuela. *J.Anim.Breed.Genetic.* 119:83-92.
- [43] Schneider, M.P. 1998. Effects of type traits on herd life in Holstein cows. MSc. thesis, Department of Animal Science. McGill University. Montreal Canadá. 119 pp.
- [44] Schneider, M Del P., Miglior, F. 1999. A proposal for genetic evaluation for functional herd life in Italian Holsteins. 50th Annual Meeting of the EAAP, Zurich, Switzerland, 5:11.
- [45] Singh, R; Prasad, R. B., Gupta, U. D., Verma, S. K. 1989. Factors affecting the lifetime production in Sahiwal and its crosses with Jersey. *Animal Breeding Abstracts.* 057-03163.
- [46] Sölkner, J., Ducrocq, V. 1999. 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, France. *Interbull Bulletin* 21: 11-15.
- [47] Strandberg, E. Sölkner J. 1996. Breeding for longevity and survival in dairy cattle. Proceedings International Workshop on Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle. *Interbull Gembloux, Belgium. Bulletin N° 12*, pp.111-119.
- [48] Strandberg, E., Roxstrom, A. 2000. Genetic parameters of functional and fertility determined length of productive life in Swedish dairy cattle. *Animal Science.* 70: 383-389.
- [49] Thorpe, W; Morris, C. A. Kang'ethe, P. 1994. Crossbreeding of Ayrshire, Brown Swiss and Sahiwal cattle for annual and lifetime milk yield in the lowland tropics of Kenya. *J. Dairy Sci.* 77 (8): 2415-2427.
- [50] Vaccaro, L. P. 1990. Survival of European dairy breeds and their crosses whit Zebu in the tropics. *Anim. Breed. Abstracts* 58: 475-494.
- [51] Valencia, P.M., Ruíz, L.F., Montaldo, V.H., Ochoa, G.P. 2001. Parámetros genéticos en características de longevidad y producción de leche en ganado Holstein en México. XVII Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). Memoria. Cuba. G-45: 1926-1929.
- [52] VanRaden P.M., Klaaskate, E.J.H. 1993. Genetic Evaluation of length of productive life including predicted longevity of lives cows. *J. Dairy Sci.* 76: 2758-2764.
- [53] Veerkamp, R.F., Brotherstone, S., Meuwissen, T. H. E. 1999. Survival analysis using random regression models. Proceedings of an international workshop on EU concerted action for genetic Improvement of functional traits in cattle (GIFT): Longevity. Jouy-en-Josas, France. *Interbull Bulletin* 21: 36-40.



- [54] Vollema, A.R. 1998a. Selection for longevity in dairy cattle. PhD. thesis, Animal Breeding and Genetics Group, Wageningen Agricultural University. Wageningen. The Netherlands.
- [55] Vollema, A.R. 1998b. Longevity of dairy cows: a review of genetic variances and covariances with conformation. *Animal Breeding Abstracts*. 66(9): 781-802.
- [56] Vukasinovic, N. 1999. Application of survival analysis in breeding for longevity. Proceedings of an international workshop on EU concerted action for genetic Improvement of functional traits in cattle (GIFT): Longevity. Jouy-en-Josas, France. *Interbull Bulletin* 21: 3-10.
- [57] Vukasinovic, N., Moll, J., Casanova, L. 2001. Implementation of a routine genetic evaluation for longevity based on survival analysis techniques in dairy cattle populations in Switzerland. *J. Dairy Sci.* 84, 2073-2080.
- [58] Weigel, K.A., Cassell, B.G., Hoeschele, I Pearson, R.E. 1995. Multiple-trait prediction of transmitting abilities for herd life and estimation of economic weights using relative net income adjusted for opportunity cost. *J. Dairy Sci.* 78:639-647.
- [59] Weigel, D.J., Cassell, B.G., Pearson, R.E. 1997. Prediction of transmitting abilities for productive life and lifetime profitability from production, somatic cell count, and type traits in milk markets for fluid milk and cheese. *J. Dairy Sci.* 80:1398-1405.