

EVALUACIÓN DE LA VIDA PRODUCTIVA DE UN REBAÑO BOVINO MESTIZO DOBLE PROPÓSITO, UTILIZANDO ANÁLISIS DE SUPERVIVENCIA

Productive Life Evaluation of Dual Purpose Crossbred Cattle Herd, Using Survival Analysis Techniques

Ramón Alfonso Zambrano-Sepúlveda^{1*}, Zuleima Chirinos², Belkys Bracho² y Luis Fabián Yáñez-Cuellar³

^{1*}Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET). Departamento de Ingeniería de Producción Animal. San Cristóbal, estado Táchira. ²Universidad del Zulia (LUZ). Facultad de Agronomía. ³Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. rzambran@unet.edu.ve

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la vida productiva (VP), definida como el tiempo que transcurre desde el primer parto hasta la salida del animal del rebaño, se emplearon varias técnicas de análisis de supervivencia, las cuales permiten utilizar toda la información disponible de animales que poseen registros con información completa y de aquellos que aún están en producción al momento de finalizar la evaluación (datos incompletos). Se utilizaron 758 registros productivos de 272 vacas de la hacienda La Esperanza de la Universidad del Zulia, ubicada en una zona agroecológica de bosque seco tropical. Los modelos usados fueron Cox y Weibull, incluyendo como efectos fijos: Grupo racial mestizos de Brahman (BR), Holstein (H) y Pardo Suizo (PS); edad al primer parto (EDP1), número de partos (NP), días (d) en lactación (EL), producción de leche total (PTL), y ajustada a 244 d (PL244), duración de la lactancia (DL), intervalo entre partos (IEP), y las interacciones año-época de parto (AEP) y en Weibull número de parto x d en lactación (NEL). La VP promedio fue 1386,26 d y 2,4 partos. Según el test χ^2 , resultaron significativos ($P < 0,001$) NP, EL, PTL, DL y AEP. El riesgo relativo de descarte (RR) fue mayor para animales $\frac{1}{2}H$ y $\frac{5}{8}H$, o en vacas con $EDP1 \leq 35,0$ ó $\geq 38,0$ meses; $NP \leq 2$ partos, con niveles de PTL o PL244 < 1500 kg, $IEP < 365d$ ó $> 465d$, $DL < 200d$ y $EL \geq 180d$, respectivamente. Los modelos utilizados permitieron analizar y pueden incluso predecir el comportamiento de VP del rebaño. El ajuste general de los modelos fue bueno (R^2 de Maddala = 0,75), por lo que se considera que los factores analizados identifican en buena parte la aptitud funcional global del ganado evaluado.

Palabras clave: Vida productiva, Weibull, Cox, riesgo relativo, bovinos.

ABSTRACT

In order to assess the productive life (VP), defined as the time from the first calving until the animal leaves the herd, some survival analysis techniques were used, which allow to use all available information of animals with records with complete information and those who are still in production at the end of the evaluation (incomplete data). Seven hundred fifty eight productive records of 272 cows from La Esperanza farm, belonging to the University of Zulia, located a dry tropical forest agroecological zone, were used. The models used were Cox and Weibull, including the independent fixed effects: Racial group of crossbred of Brahman (BR), Holstein (H) and Brown swiss (PS), age at first calving (EDP1), calving number (NP), days (d) of lactation (EL), total milk production (PTL), and adjusted to 244 d (PL244), lactation length (DL), calving interval (IEP), and the interactions year-season of calving (AEP), and for Weibull, calving x d of lactation (NEL) was used for analysis. Productive life average was 1386.26 d and 2.4 calving. According to χ^2 test, NP, EL, PTL, DL and AEP were significant ($P < 0.001$). The estimated relative risk for culling (RR) increased for animals with racial group of $\frac{1}{2}H$ and $\frac{5}{8}H$; with $EDP1 \leq 35.0$ and ≥ 38.0 months; $NP \leq 2$ calving, PTL or PL244 levels < 1500 kg. $IEP < 365d$ or $> 465d$, $DL < 200d$ and $EL \geq 180d$, respectively. The used models allowed to analyze and could even predict the behavior of VP of the herd. General goodness of fit (Maddala $R^2 = 0.75$) was high, indicating that the analyzed factors identified largely the global functional aptitude of evaluated cattle.

Key words: Productive life, Weibull, Cox, relative risk, cattle.

INTRODUCCIÓN

La productividad global de una vaca (*Bos taurus* x *Bos indicus*) de doble propósito (DP) orientada a la producción de

leche dependerá de su actuación de por vida, la cual está influenciada por factores, como el tiempo de permanencia de la vaca en la finca, número de lactancias finalizadas, número de partos, producción de leche, duración de lactancias acumuladas, entre otros. Una vez que la constitución genética queda definida, el comportamiento productivo en general estará sujeto a cambios ambientales, de manejo y otros factores no genéticos [5, 15].

La vida productiva (VP) es definida por algunos autores [1, 7, 19, 28], como el periodo que va desde que la vaca inicia su ciclo productivo (primer parto) hasta el descarte o muerte del animal. En relación al descarte, por lo general, el descarte voluntario resulta de la propia decisión del ganadero, generalmente causado porque una determinada vaca deja de producir los niveles de leche que el productor tiene como criterio para mantenerla en su finca, mientras que el involuntario se debe a problemas fuera del control del ganadero como los problemas reproductivos, la susceptibilidad a enfermedades o los de adaptación del animal [4].

Analizar VP en algunas ocasiones resulta difícil [4, 13] y plantea algunas incógnitas a la hora de una evaluación genética. Estas son: definir el momento inicial y final para determinar el intervalo a estudiar; precisar cómo considerar los datos provenientes de vacas que abandonan la finca por factores no relacionados con la producción; puntualizar en como tratar los registros de aquellas vacas que aún se encuentran produciendo al momento de la evaluación y finalmente, hay que considerar que la distribución asociada a los datos de VP es asimétrica (mayor frecuencia de vacas con menor vida productiva), lo que aleja su probabilidad de distribución de la normal.

Todo esto hace del análisis de supervivencia una técnica adecuada para evaluar esta característica, ya que estos métodos se basan en el concepto de razón de riesgo relativo (RR) de descarte, definido como el producto de una función de riesgo base que representa el proceso natural de envejecimiento del animal y una función exponencial, donde están incluidos los efectos que supuestamente influyen en el descarte del animal. Además, permite utilizar toda la información disponible de animales que poseen registros con información completa y de aquellos que aún están en producción al momento de finalizar la evaluación (datos incompletos), permitiendo una modelización más correcta de factores mediante el uso de covariables que dependen del tiempo [4].

En la mayoría de los países del trópico, las mediciones relacionadas con la permanencia o vida productiva en rebaños bovinos se han desarrollado muy poco, y en Venezuela, a la fecha existe escasa información sobre mediciones en ganado bovino de doble propósito [26]. Por lo tanto, se hace pertinente dejar plasmado este tipo de evaluaciones que permitan tener una herramienta de guía para determinar qué factores afectan en mayor proporción el riesgo relativo de eliminar un animal dentro del rebaño.

El objetivo de este estudio fue evaluar la VP de un rebaño bovino mestizo DP, utilizando técnicas del análisis de supervivencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos utilizados para el desarrollo de la investigación fueron tomados de registros individuales de las vacas pertenecientes a la hacienda La Esperanza de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia durante los años 1997-2007. La hacienda está ubicada en el km 107 de la carretera Maracaibo-Machiques, municipio Rosario de Perijá, estado Zulia, Venezuela. Se corresponde a una zona agroecológica de bosque seco tropical, temperatura promedio anual de 28°C y con pluviosidad que supera los 1000 mm. [17]. Se incluyó la identificación del animal, fecha de nacimiento, grupo racial, padre, madre, partos, fecha de partos, producciones mensuales, producciones totales, fechas de secado (si existían), intervalos entre partos, entre otras. Se eliminaron aquellos datos de vacas con falta de información en cuanto a grupo racial, fecha de primer parto, duraciones de lactancias y fecha de secado. Finalmente se logró una base de datos constituida por 758 lactancias, provenientes de 272 vacas.

Análisis estadístico

Se realizaron análisis de estadísticos descriptivos para organizar de forma homogénea o equilibrada las clases de cada uno de los factores que actúan sobre VP, utilizando el paquete estadístico SAS® (Statistical Analysis System) versión 9.1 [20]. Estos fueron: Grupo racial (GR) mestizos de las razas Brahman (BR), Holstein (H) y Pardo Suizo (PS), Edad al primer parto (EDP1), Número de partos (NP), Días (d) en lactación (EL), Producción total de leche (PTL), Producción ajustada a doscientos cuarenta y cuatro d (PL244), Duración de la lactancia (DL) e Intervalo entre partos (IEP).

Se calculó la curva de supervivencia para los datos del rebaño, por el método no paramétrico de Kaplan-Meier [14], con el fin de determinar la posible distribución asociada a los datos, además de servir de base en la selección del modelo a utilizar en análisis posteriores. Los datos pertenecientes al rebaño fueron evaluados bajo la distribución de Cox [9], para determinar la significancia de los efectos ambientales. Sobre este modelo se realizó la prueba de razón de verosimilitud, que permite estudiar la significación global del modelo y de cada una de las variables que se incluyen en él y se efectúa a partir del incremento de la verosimilitud producido (ΔLL) al incorporar k variables al modelo. El estadístico $-2\Delta LL$ sigue la ley de χ^2 con k grados de libertad [4].

El estadístico R^2 de Maddala [4], similar al tradicional R^2 de los modelos de regresión lineal, fue también considerado como criterio secundario para evaluar el aporte de los distintos factores y la bondad de ajuste global del modelo. Se realizó la prueba gráfico de los residuos generalizados, el cual

debe seguir una línea recta que pasa por el origen con pendiente uno [4]. En este estudio, los residuos generalizados se obtuvieron bajo el modelo de Cox, siguiendo la metodología señalada [4], considerando las soluciones para $\hat{\epsilon}_i$ que proporciona el Survival Kit V3.12 [11] como: $\hat{\epsilon}_i = \hat{H}_o(t_i)e^{x_i\beta}$; donde \hat{H}_o y β son las estimaciones para la función de riesgo base acumulada y de los efectos considerados en el modelo en estudio. La función de supervivencia $\hat{S}(\hat{\epsilon}_i)$ fue calculada utilizando un estimador de Kaplan-Meier.

El modelo de Cox utilizado fue el siguiente:

$$h(t) = h_o(t) \cdot \exp\{GR_d + EDP1_i + NP_j(t) + EL_k(t') + PTL_l(t) + IEP_n(t) + AEP_o(t)\};$$

Dónde: $h(t)$ = función de riesgo (probabilidad que una vaca sea eliminada en t días (d) después del primer parto, dado que está en producción hasta ese momento). $h_o(t)$ = función de riesgo base de una vaca, asociado al proceso de envejecimiento. GR_d = Efecto del grupo racial ($\frac{1}{2}H$, $\frac{1}{2}BR$, $\frac{1}{2}PS$, $\frac{5}{8}H$ y $\frac{5}{8}BR$). $EDP1_i$ = Efecto de la edad al primer parto en meses, se consideraron cuatro clases: 1 (≤ 35), 2 (> 35 y ≤ 38) 3 (>38 y ≤ 41) y 4 (> 41). $NP_j(t)$ = Efecto del número de parto (1;2; 3; 4; 5 ≥ 6) que cambia en cada fecha de parto. $EL_k(t')$ = Efecto de d en lactación, con cambios a 0; 30; 60; 90; 180; 240 y 300 d de cada lactación. $PTL_l(t)$ o $PL244(t)$ = Efecto de la producción de leche total o ajustada a 244 d cuando fuere el caso, con cambios al inicio de cada lactación. Para este último efecto, las clases asignadas se realizaron en base a la desviación de la producción del animal con respecto a la media de producción de animales del rebaño. Estas fueron; 1 (≤ 1500), 2 ($>1500,0$ y $\leq 2500,0$), 3 ($>2500,0$ y $\leq 3500,0$), 4 ($>3500,0$). Para $PL244$, 1 (≤ 1500), 2 ($>1500,0$ y $\leq 2000,0$), 3 ($>2000,0$ y $\leq 2500,0$), 4 ($> 2500,0$ y $\leq 3000,0$), 5 ($>3000,0$). $IEP_n(t)$ = Efecto del intervalo entre partos, con cambios al inicio de cada lactación. Las clases asignadas fueron; 1 (≤ 365), 2 (>365 y ≤ 465), 3 (>465). $AEP_o(t)$ = Interacción año por época de parto.

Para estimar las curvas de riesgo relativo de descarte se utilizó la distribución de Weibull [4], partiendo de la misma base de datos utilizada en Cox. El análisis de supervivencia fue realizado con el Survival Kit V3.12 [11], a través del modelo siguiente:

$h(t) = h_o(t) \cdot \exp\{GR_d + EDP1_i + PTL_l(t) + IEP_n(t) + AEP_o(t) + NEL_p(t,t')\}$; Donde: $h(t)$ = función de riesgo (probabilidad que una vaca sea eliminada en t d después del primer parto, dado que está en producción hasta ese momento). $h_o(t) = \lambda (\lambda t)^{-1}$; = función de riesgo base de una vaca, con los parámetros de forma ρ y escala λ . GR_d ; $EDP1_i$; $PTL_l(t)$ ó $PL244(t)$; $IEP_n(t)$ = fueron definidos de igual forma que el modelo de Cox. $AEP_o(t)$ = Interacción año por época de parto, considerado como efecto aleatorio y con cambios en enero, abril, junio, septiembre de cada año. $NEL_p(t,t')$ = Interacción número de parto x días en lactación (1; 2; 3; 4; 5 ≥ 6 * 0; 30; 60; 90; 180; 240 y 300 d, de cada lactación).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La TABLA I presenta las medias no ajustadas para cada una de las variables estudiadas. La VP del rebaño tuvo un valor promedio de 1386,26 d y 2,4 partos, el 58,82% de los datos fueron completos. Estas cifras resultaron similares a lo reportado en otras investigaciones, tal es el caso de Zambrano [24], quien indicó para un rebaño bovino mestizo de Venezuela 1209,8 d de VP y Chirinos [4] reportó datos de VP para los rebaños Holstein de las comunidades españolas de Navarra y País Vasco de 1011,9 y 1059,2 d, respectivamente. Por el contrario, en ganado Criollo Limonero se reportó una media de VP de 1726,6 d, y 7,2 partos [8]. La variabilidad en VP es el reflejo de las exigencias que se establecen en las diferentes condiciones de manejo del rebaño, condiciones ambientales y aspectos nutricionales, factores que también pueden influir en la VP de un rebaño en general.

Seguidamente, la curva de supervivencia obtenida de Kaplan-Meier para el rebaño evaluado se presenta en la FIG. 1. Ella muestra la probabilidad de vacas que seguirían vivas n d después del primer parto. El riesgo de descarte obtenido durante los d iniciales de VP es prácticamente nulo, denotándose un incremento moderado cuando el animal está cerca de los 1000 d, equivalente a 2,7 años de VP aproximadamente, momento en el cual se presenta un pequeño periodo de inflexión, seguido de una caída progresiva en la probabilidad de supervivencia hasta llegar aproximadamente a los 2000 d (5,4 años), momento en el cual se observa un segundo punto de inflexión que permite mantener la probabilidad de supervivencia por un periodo corto, para finalmente continuar con una disminución más suave y progresiva, hasta alcanzar el máximo tiempo de supervivencia cercano a los 11,2 años. Resultados similares se obtuvieron evaluando el rebaño Holstein de España [4, 6]. De igual forma, algunos autores reflejaron un declive similar en la curva de supervivencia con relación a la presente investigación [16, 23].

TABLA I
VALORES DE MEDIAS NO AJUSTADAS PARA CADA UNO DE LOS EFECTOS, EN EL REBAÑO DE LA HACIENDA LA ESPERANZA

Variable	N	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
VP (d)	160	1386,26	839,48	9,00	4094,00
EDP1 (meses)	272	38,97	4,59	27,57	56,88
PTL (kg)	758	2398,41	1057,52	17,00	7382,42
PL244 (kg)	758	2041,90	746,44	17,00	4449,65
DL (d)	758	292,20	91,41	9,00	642,00
IEP (d)	485	398,12	70,04	315,00	698,00
NP	758	2,40	1,49	1,00	9,00

VP: Vida productiva en d. EDP1: Edad al primer parto en meses. PTL, PL244: Producción de leche total y ajustada a 244 d en kilogramos. DL: Duración de la lactancia en d. IEP: Intervalo entre partos en d. NP: Número de partos.

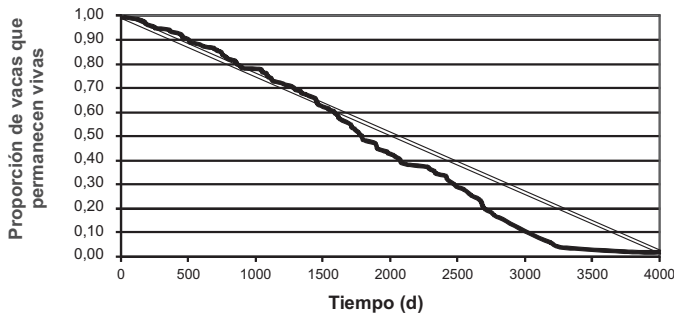


FIGURA 1. CURVA DE SUPERVIVENCIA DE KAPLAN-MEIER PARA EL REBAÑO DE LA HACIENDA LA ESPERANZA.

Los residuos generalizados para probar la bondad global del modelo propuesto se muestra en la FIG. 2. Los valores de intercepto y la pendiente están cercanos a los valores esperados de 0 y 1, con una bondad de ajuste del modelo de 0,99, lo que indica que es viable la aplicación del modelo de riesgos proporcionales. Valores similares han obtenido otros investigadores para poblaciones de bovinos, con valores de ajustes entre 0,97 y 0,99 [4, 6].

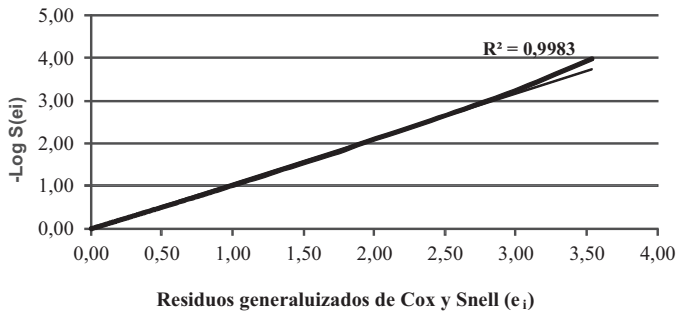


FIGURA 2. PRUEBA DE LOS RESIDUOS GENERALIZADOS DE COX Y SNELL PARA LOS DATOS DE VIDA PRODUCTIVA DEL REBAÑO DE LA HACIENDA LA ESPERANZA.

Los resultados del Test de razón de verosimilitud y estadístico R^2 de Maddala se presentan en la FIG. 3. Los efectos NP, EL, PTL, DL y AEP mostraron un aporte mayor a la verosimilitud ($>\chi^2$), es decir, las condiciones de manejo asociadas al estado fisiológico en cuanto a número de parto y momento del mismo, manejo del rebaño en un periodo de tiempo determinado y el nivel de producción de leche, son los que determinaron el mayor riesgo de descarte de un animal. Similares resultados fueron reportados en otras investigaciones, evaluando la VP en rebaños Holstein ubicados en diferentes regiones de España y en el rebaño Criollo Limonero de la estación experimental Carrasquero, en Venezuela [4, 8]. El R^2 de Maddala obtenido (0,75), indica que, el modelo funcionó de forma adecuada para la evaluación de los datos, además de encontrarse en el rango de valores reportados en otras investigaciones, con niveles de 0,69; 0,81 y 0,92, respectivamente [4, 7, 8, 24]. El estadístico utilizado indica que, los factores incluidos en el estudio son de-

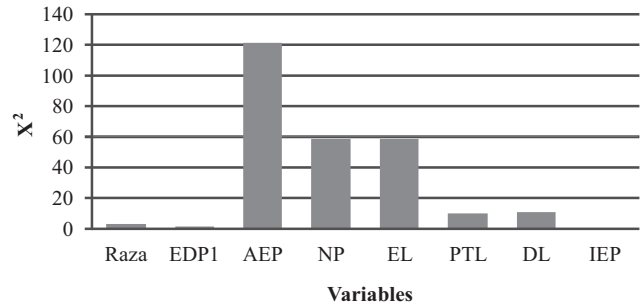


FIGURA 3. APOORTE A LA VEROSIMILITUD DE LOS EFECTOS SOBRE LA VARIABLE EN ESTUDIO (VP). NIVEL DE SIGNIFICANCIA ($P<0,001$). χ^2 : ESTADÍSTICO. EDP1: EDAD AL PRIMER PARTO. AEP: INTERACCIÓN AÑO-ÉPOCA DE PARTO. NP: NÚMERO DE PARTO. EL: DÍAS EN LACTACIÓN. PTL: PRODUCCIÓN DE LECHE TOTAL. DL: DURACIÓN DE LA LACTANCIA. IEP: INTERVALO ENTRE PARTOS.

terminantes, ya que estas variables son afectadas por las condiciones ambientales que describen el riesgo de descarte de los animales en la población evaluada.

Seguidamente se presentan los resultados obtenidos para el modelo de Weibull. El RR es definido como la proporción entre el riesgo estimado de ser eliminado bajo el efecto de un nivel del factor analizado y el riesgo de ser eliminado bajo el nivel de ese factor que se fija como referencia (nivel con mayor cantidad de datos completos) y que aparece con riesgo relativo igual a 1. Por ejemplo, si se estudia el efecto grupo racial, una vaca que tiene un $RR=2$ significa que tiene dos veces la probabilidad de ser eliminada al compararla con una vaca en el grupo racial de referencia para el que (arbitrariamente) se ha considerado un $RR=1$ [10]. Es por esto que se presenta el RR en cada uno de los efectos de forma individual, para visualizar mejor las diferencias.

El RR relativo al grupo racial se presenta en la FIG. 4. Los grupos que presentaron mayor RR fueron los de predominio 5/8 y 1/2 Holstein (1,17 y 1,08), respectivamente. Los menores RR se obtuvieron en animales de predominio 1/2 Brahman y 1/2 Pardo Suizo, con niveles de 0,91 y 0,41, respectivamente. Este resultado puede ser reflejo de las condiciones y restricciones tomadas por el productor en una época determinada, donde se vieron afectados aquellos animales que no cumplían con los niveles productivos necesarios para mantenerse, tales como producción de leche, intervalos entre partos, adaptabilidad, entre otros, lo que pudo favorecer o afectar la permanencia de un determinado grupo racial en el rebaño. Sin embargo, es importante mencionar que en muchas ocasiones las decisiones tomadas por el productor se basan en la revisión de una o dos características de tipo productivo, por lo que es necesario evaluar de forma general el comportamiento de cualquier rebaño con el propósito de tener respuestas más precisas que permitan decidir si un determinado grupo racial debe permanecer o no por más tiempo en la finca.

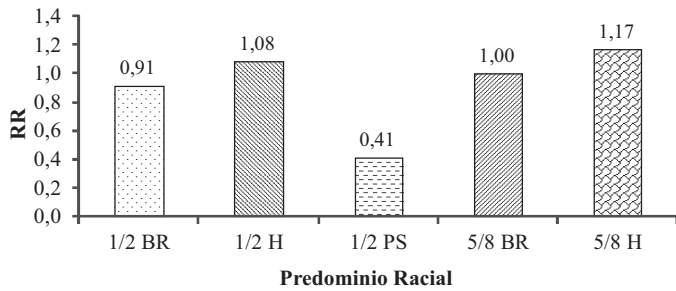


FIGURA 4. EFECTO DEL GRUPO RACIAL, EN EL RIESGO RELATIVO DE DESCARTE (RR), DEL REBAÑO DE LA HACIENDA LA ESPERANZA. GRUPOS RACIALES. BR: BRAHMAN. H: HOLSTEIN. PS: PARDO SUIZO.

La FIG. 5 muestra el RR para la variable edad al primer parto (EDP1). Los animales con EDP1 \leq 35 mes tienen mayores RR, con un valor de 1,22, en comparación con los que tienen entre 35-38 mes que presentaron $<$ RR. Sin embargo, pasado el mes 38, se inicia un incremento progresivo del RR a medida que aumenta la edad al parto. Esto concuerda con lo reflejado por Chirinos y col. [8], quienes indican que el RR se incrementa de forma paulatina con la edad y se acentúa a partir del mes 40 de EDP1. Así mismo, se reafirma lo obtenido en otra investigación [12], evaluando la edad al primer servicio en novillas mestizas de DP, indicando que una edad elevada al primer servicio atrasará la edad al primer parto, el inicio de la lactancia, la mejora genética y la eficiencia reproductiva. Es claro entonces que la mayoría de rebaños DP del trópico presentan edades promedio de EDP1 cercana a los 36 meses de edad. Sin embargo, si se mejoran las condiciones en el manejo y la alimentación, se podrían acortar de forma progresiva estos tiempos, lo cual permitiría iniciar de forma más temprana la vida productiva de cada vaca en el rebaño.

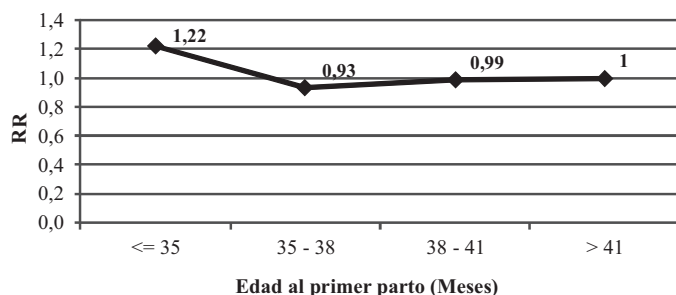


FIGURA 5. EFECTO DE LA EDAD AL PRIMER PARTO (EDP1), EN EL RIESGO RELATIVO DE DESCARTE (RR), DEL REBAÑO DE LA HACIENDA LA ESPERANZA.

Con respecto a las variables PTL y PL244, se observó que los mayores RR de descarte se encontraron cuando las vacas producen por debajo de los 1500 kg/lactancia (RR=1,05), con una disminución paulatina del RR a medida que se incrementaron los niveles de PTL y PL244 (FIG. 6). Es-

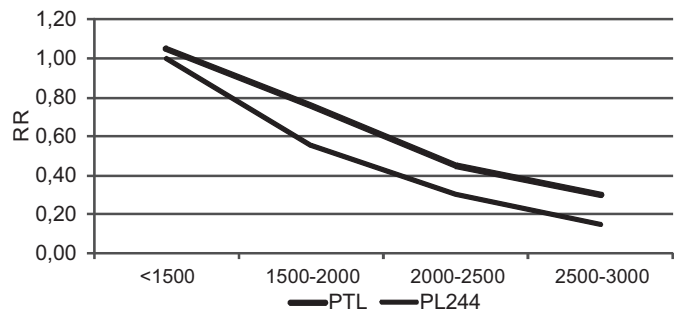


FIGURA 6. EFECTO DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE TOTAL PTL Y AJUSTADA A 244 DÍAS, EN EL RIESGO RELATIVO DE DESCARTE (RR), DEL REBAÑO DE LA HACIENDA LA ESPERANZA.

tos resultados se asemejan a los reportados por otras investigaciones, donde se indican patrones de comportamiento similar en las diferentes producciones a lo largo de todas las clases establecidas [6, 8, 27]. En síntesis, las vacas con mayores volúmenes de producción de leche tienen más probabilidad de mantenerse en el rebaño, prolongando su VP en el tiempo y evitando así el descarte voluntario. Sin embargo, sería importante tomar en cuenta además del nivel de producción, otros factores como el grupo racial ya que estudios realizados en la hacienda indican que animales de predominio cebuino producen menos leche, pero presentan mejores niveles reproductivos en comparación a los de tipo taurino [2].

El RR para duración de la lactancia (DL) se observa en la FIG. 7. el mayor RR se presenta cuando las lactancias de los animales presentes en el rebaño son cortas (menores a 200 d), teniendo una disminución paulatina del RR a medida que tiende a mantenerse constante entre 250 y 300 d de lactancia, comportamiento que resultó similar a lo encontrado en un rebaño ubicado en la Región Suroeste de Venezuela [24], es decir, vacas cuyas lactancias sean muy cortas pueden ser causa de eliminación voluntaria temprana por parte del productor. Aún así, se debe tener cuidado a la hora de establecer este criterio como mecanismo de descarte, debido a la relevancia económica que tiene esta variable de la cual depende en gran parte los ingresos de la finca, ya que lactancias cortas pueden estar asociadas a otros factores de tipo genético y ambiental.

El efecto de la variable IEP sobre el RR se ilustra en la FIG. 8. Los resultados indican que los mayores RR se ubicaron en aquellos animales con IEP por encima de los 465 d, con un valor de RR de 1,07, respectivamente. El menor RR se obtuvo en aquellos animales que se mantuvieron entre los 365-465 d de IEP. Se reportó que vacas con IEP superiores a 450 d son candidatas a ser descartadas del rebaño por parte del productor [25]. Así mismo, a la hora de establecer este efecto como criterio de valoración para futuros descartes, es necesario tomar en cuenta otros factores, ya que estudios que evaluaron índices reproductivos en vacas cruzadas encontraron que los animales de predominio cebuino (5/8 Brahman) presentaron IEP más cortos (393 a 378 d) en comparación

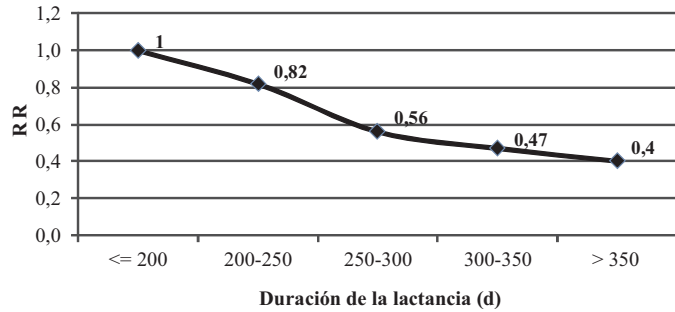


FIGURA 7. EFECTO DE LA DURACIÓN DE LA LACTANCIA (DL), EN EL RIESGO RELATIVO DE DESCARTE (RR), DEL REBAÑO DE LA HACIENDA LA ESPERANZA.

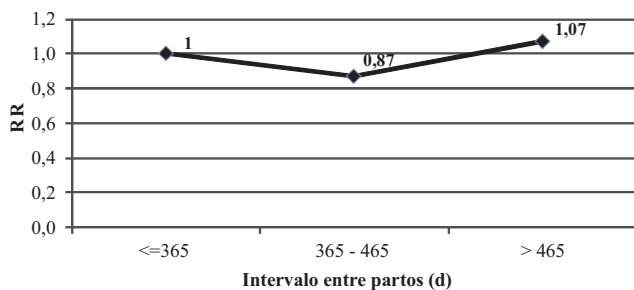


FIGURA 8. EFECTO DEL INTERVALO ENTRE PARTOS (IEP), EN EL RIESGO RELATIVO DE DESCARTE (RR), DEL REBAÑO DE LA HACIENDA LA ESPERANZA.

con las vacas de predominio taurino (5/8 Holstein y Pardo Sui-zo) con valores de 424-405 y 437-395 d de IEP, respectiva-mente, valores todos, dentro del rango de menor RR reflejado en la investigación [2]. En síntesis, animales que reflejen IEP largos pudieran ser un indicativo de la presencia de problemas de tipo reproductivo o lactancias largas, que acompañados con fallas en el manejo y la alimentación, trae como conse-cuencia mayores posibilidades de descarte voluntario por parte del productor, disminuyendo así la permanencia de la vaca en el rebaño, afectando de forma negativa su VP.

Seguidamente, la FIG. 9 muestra los resultados genera-dos para la interacción número de partos por días en lactación (NEL). Con respecto al número de partos, los mayores RR se presentaron para el primer parto. Sin embargo, a partir del se-gundo parto el RR comienza a descender de forma progresiva encontrándose que prácticamente se hace cero luego del ter-cer parto o lactancia. Ello indicaría que las vacas que logran permanecer en el rebaño luego de la primera lactancia tienen mayores probabilidades de mantenerse en el mismo, disminu-yendo el descarte involuntario y logrando permanecer hasta su salida o muerte. Resultados similares se han reportado en el ganado Holstein en España y otros países, donde se ha refle-jado que luego de la primera lactación, el RR de descarte dis-minuye de forma progresiva [4, 10, 21, 22]. En cuanto al efecto d en lactación, nuevamente a excepción del primer parto, el

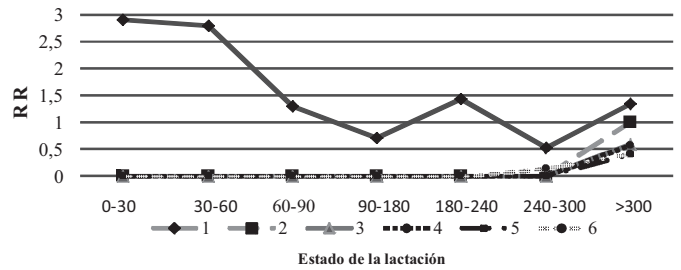


FIGURA 9. EFECTO DE LA INTERACCIÓN NÚMERO DE PARTOS X DÍAS EN LACTACIÓN (NEL) EN EL RIESGO RELATIVO DE DESCARTE (RR) DEL REBAÑO DE LA HACIENDA LA ESPERANZA.

RR es prácticamente inexistente para los primeros 180 d, donde se inicia un incremento progresivo del RR a medida que cada lactación sobrepasa los 240 d de duración. De forma similar, los resultados encontrados en la investigación concuerdan con otros reportes [10, 21, 22]. Caso contrario se-ñala que se encontró una tendencia inversa, reportando que el factor de riesgo aumenta en los primeros d de lactancia y con el número de lactación [3, 18].

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

Las estimaciones de los efectos sobre el RR de descar-te demostraron que éste fue superior para animales 1/2 y 5/8 H; con edades al primer parto inferiores a 35 y superiores a 38 meses, con producciones de leche por debajo de 1500 kg, con duraciones de lactancia menores a 200 d y con intervalos entre partos cercanos a quince meses.

Los modelos utilizados permitieron analizar y pueden in-cluso predecir el comportamiento de VP del rebaño, a partir de la variación de los efectos incluidos para estudiar su in-fluencia en el análisis de supervivencia.

El ajuste general de los modelos fue bueno, por lo que permite considerar que los factores analizados identifican en buena parte la aptitud funcional global del ganado evaluado.

Se recomienda continuar la evaluación de VP tomando en cuenta algunos caracteres de conformación a partir de es-tudios moleculares, con el fin de incrementar rápidamente los valores genéticos que puedan a futuro influir de forma directa en el incremento de la VP de cualquier rebaño de DP que se desee mejorar.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Con-sejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (Proyecto CONDES-LUZ No. CC-0575-10) por su apoyo financiero a la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABADÍA, J. Predicción de valores genéticos para vida productiva de ganado Holstein utilizando modelos de supervivencia. Universidad Nacional Autónoma de México. Cuautitlán, Izcalli, Edo. DF México. Trabajo de Grado. Pp 35-60. 2009.
- [2] ARANGUREN-MÉNDEZ, J.; GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; VILLASMIL, W.; GOICOCHEA, J. Índices reproductivos en vacas cruzadas 5/8 Brahman, 5/8 Holstein y 5/8 Pardo Suizo. **Rev. Científ. FCV-LUZ**. VI (3): 141-147. 1996.
- [3] BEAUDEAU, F.; DUCROCQ, V.; FOURICHON, C.; SEEGERS, H. Effect of disease on length of productive life of French Holstein dairy cows assessed by survival analysis. **J. Dairy Sci.** 78: 103-117. 1995.
- [4] CHIRINOS, Z. Desarrollo de un sistema de valoración genética para la longevidad en ganado Frisón Español. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Tesis de Grado. Pp 54-123. 2003.
- [5] CHIRINOS, Z.; GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; MADRID-BURY, N.; RIVERA, J. Vida útil, longevidad y causas de eliminación en vacas mestizas de doble propósito. **Rev. Científ. FCV-LUZ**. IX (6): 477-484. 1999.
- [6] CHIRINOS, Z.; CARABAÑO, M.; HERNÁNDEZ, D. Genetic evaluation of length of productive life in the Spanish Holstein-Friesian population. Model validation and genetic parameters estimation. **Livest Sci.** 106: 120-131. 2007.
- [7] CHIRINOS, Z.; HERNÁNDEZ, D.; CARABAÑO, M. Evaluación genética de la longevidad funcional medida en cada lactación en el ganado Holstein usando el modelo de Weibull. **Arch. Latinom. Prod. Anim.** Cusco. Perú. Pp 1-4. 2007.
- [8] CHIRINOS, Z.; CONTRERAS, G.; ZAMBRANO, S.; MOLERO, E.; PAÉZ, A. Influencia de factores ambientales sobre la longevidad funcional de vacas Criollo Limonero. **XI Simposio Iberoamericano sobre conservación y utilización de recursos zoogenéticos**. Joao Pessoa-Paraíba. Brasil. 11/17-19/. Pp 566-569. 2010.
- [9] DUCROCQ, V. An analysis of length of productive life in dairy cattle. Cornell Univ. Ithaca. NY. Thesis of Grade. 132 pp. 1987.
- [10] DUCROCQ, V. Statistical analysis of length of productive life for dairy cows of the Normande breed. **J. Dairy Sci.** 77: 855-866. 1994.
- [11] DUCROCQ, V.; SÖLKNER, J. Implementation of a routine breeding value evaluation for longevity of dairy cows using survival Analysis techniques. Proc. **6th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.** Armidale, Australia, 06/11-16/. 23:359-362. 1998.
- [12] GONZÁLEZ-STAGNARO, C.; MADRID-BURY, N.; GOICOCHEA, J.; GONZÁLEZ-VILLALOBOS, D.; RODRÍGUEZ, M. Primer servicio en novillas de doble propósito. **Rev. Científ. FCV-LUZ**. XVII (1): 39-46. 2007.
- [13] KACHMAN, S. Applications in survival analysis. **J. Anim. Sci.** 77: 147-153. 1999.
- [14] KAPLAN, E.L.; MEIER, P. Nonparametric estimation from incomplete observations. **J. Amer. Stat. Ass.** 53: 457-481. 1958.
- [15] KHAUSHIK, S.N.; AGARWAI, S.C.; GARG, R.C. Lifetime traits in Hariana cattle. **Indian J. Anim. Sci.** 64: 1104-1107. 1994.
- [16] PASMÁN, E.J.; OTTE, M.J.; ESSLEMONT, R. Influences of milk yield, fertility and health in the first lactation on the length of productive life of dairy cows in Great Britain. **Prev. Vet. Med.** 24:55-63. 1995.
- [17] PETERS, W.; NOGUERA, N.; ZABALA, I.; VILORIA, R. Estudio detallado de la Hacienda La Esperanza. LUZ. Fac. Agron. Dep. De Edafología. Maracaibo. Pp 48-50. 1991.
- [18] ROXTROM, A.; DUCROCQ, V.; STRANDBERG, E. Survival Analysis of longevity in dairy cattle on a lactation basis. **Genet. Sel. Evol.** 35:305-318. 2003.
- [19] RUIZ, L. Estado actual de los programas de mejora, sistemas de registro y evaluación Genética en México. **Rev. Holstein de Méx.** 38:26-30. 2007.
- [20] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). SAS/STAT® 9.1 User's Guide. Cary, NC: 5123 pp. 2004.
- [21] SCHNEIDER, M.P. Effects of type traits on herd life in Holstein cows. Department of Animal Science. McGill University. Montreal. Canada. Thesis of Grade. Pp 12-17. 1998.
- [22] VUKASINOVIC, N. Application of survival analysis in breeding for longevity. Proceeding of an international workshop on EU concerted action for Genetic Improvement of Functional Traits in cattle (GIFT): Francia. **Interbull Bull.** 21:3-10. 1999.
- [23] VUKASINOVIC, N.; MOLL, J.; KUNZI, N. Analysis of productive life in Swiss Brown cattle. **J. Dairy Sci.** 80: 2572-2579. 1997.
- [24] ZAMBRANO, R. Tópicos de actualización en análisis de supervivencia aplicados al mejoramiento genético. Universidad Nacional Experimental del Táchira. Venezuela. Trabajo de Ascenso. Pp 45-56. 2011.
- [25] ZAMBRANO, R. Análisis genético de la vida productiva en el ganado bovino mestizo de doble propósito. Caso de estudio: Hacienda la Esperanza. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Trabajo de Grado. Pp 44-55. 2012.

- [26] ZAMBRANO, R.; CHIRINOS, Z.; BRACHO, B.; YÁÑEZ, L.; VITO, J.; MORENO, A. Determinación del riesgo relativo de descarte en un rebaño de vacas mestizas doble propósito en Venezuela. **Rev. Actas Iberoamer. Conserv. Anim. (AICA)**. 2:259-262. 2012.
- [27] ZAMBRANO, R.; CHIRINOS, Z.; BRACHO, B.; YÁÑEZ, L.; VITO, J.; MORENO, A. Vida productiva en un rebaño bovino doble propósito en Venezuela. I. Modelo de Cox. **Rev. Científ. UNET**. 24(2): 98-104. 2012.
- [28] ZAMBRANO, R.; CONTRERAS, R. Descarte, vida productiva y selección en rebaños Doble Propósito. *En: **Logros Desafíos de la Ganadería Doble Propósito***. C. González-Stagnaro, N. Madrid-Bury, E. Soto-Belloso (Eds.). Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. Cap. XVI. Pp 157-164. 2014.