

CAPÍTULO V

FERTILIDAD DEL GANADO CEBÚ: CÓMO MEJORARLA GENÉTICAMENTE

- I. INTRODUCCIÓN
- II. UNA EXPLICACIÓN NECESARIA
- III. METODOLOGÍA
 - 1. Una breve descripción del ecosistema
 - 2. Una manera diferente de analizar el problema
- IV. UNA EXPERIENCIA A NIVEL DE CAMPO
 - 1. Predicción de la fertilidad en la novilla
 - 2. Predicción de la habilidad reproductiva en la vaca
- V. A MANERA DE CONCLUSIÓN
- VI. LITERATURA CITADA

I. INTRODUCCIÓN

En Venezuela, la principal causa de eliminación de vacas en un rebaño la representan las fallas reproductivas, por lo que cualquier intento en impedir, mejorar o corregir tales fallas está más que justificado en el negocio ganadero. La Eficiencia Reproductiva del rebaño es la que establece el límite crítico entre el éxito y el fracaso en las empresas ganaderas y ello obedece a una razón fácil de entender: la rentabilidad de cada vaca es función de su capacidad de generar ganancias. La suma del valor total de su producción más su valor de rescate cuando ella es enviada al matadero debe superar los costos de producirla y mantenerla en el rebaño. Si esta condición no se cumple el rebaño deja de ser rentable y produce una pérdida económica. Igualmente, si el rebaño no se reproduce en niveles satisfactorios, genera una pérdida biológica al no existir el suficiente número de animales para reemplazar los vientres eliminados, lo que a su vez imposibilita cualquier programa de selección para su mejoramiento genético. Este problema, que es una de las limitaciones mayores que existe para optimizar la productividad bovina en el país, representa un enorme desafío para los ganaderos venezolanos y justifica plenamente cualquier esfuerzo por mejorar genéticamente aquellos reproductores seleccionados, machos o hembras; de esa forma, sus hijas además de ser seleccionadas como novillas de reemplazo podrán convertirse en vacas con una alta fertilidad y demostrar a través de los años una larga vida productiva en el rebaño produciendo suficientes becerros, única manera de poder ser catalogadas como rentables. La utilización sistemática de reproductores que tengan la habilidad de transmitir a su progenie un alto potencial genético para fertilidad, generará un incremento productivo, ya que el impacto económico de la habilidad reproductiva del rebaño puede ser cinco veces más importante en comparación a la ganancia de peso del mismo [7].

II. UNA EXPLICACIÓN NECESARIA

Cualquier programa de mejoramiento genético, por simple que sea, debe considerar en forma prioritaria el ambiente donde los animales van a producir, con la certeza de que factores como el clima, el manejo, la nutrición y las enfermedades siempre serán una limitante en la producción animal. Venezuela no es la excepción y su condición de país tropical no parece ser la más adecuada para las grandes producciones por individuo, como sí ocurre en países de otras latitudes con condiciones ambientales más favorables a ese esquema productivo.

La primera condición que el ganadero debe exigir a sus animales es adaptación, expresada ésta en términos de la capacidad que debe tener el rebaño de reproducirse anualmente, criar sus becerros bajo las condiciones ambientales y de manejo en que se encuentre y que esas crías sean capaces de sobrevivir, crecer y alcanzar su peso de mercado en el menor tiempo posible y de la manera más económica, de forma tal que el sistema de producción pueda lograr su máxima eficiencia. La mejor expresión de adaptación al medio es la fertilidad del rebaño. Si éste es capaz de reproducirse en niveles satisfactorios en el ambiente en que está, por difícil que éste sea, es porque de hecho está generando la mayor cantidad

de individuos con un alto nivel de adaptación. Esa expresión fenotípica de adaptación al medio resulta de una combinación de genes que se encuentran en un perfecto estado de equilibrio. Es este arreglo de las frecuencias genéticas impuesto por la selección natural que permite que la población produzca la máxima cantidad de individuos con el mayor grado de adaptación a las condiciones imperantes, el que garantiza la supervivencia de los individuos más aptos.

Por otra parte, no debe olvidarse que la función reproductiva es una función secundaria a los efectos de la sobrevivencia de cada individuo de la población. La sobrevivencia, es un mecanismo que al verse amenazado por cualquier factor de naturaleza exógena, inhibe cualquier función que no sea imprescindible para la subsistencia individual. Con seguridad, los genes que controlan la adaptabilidad general de una población sometida a un ambiente hostil, de alguna manera también controlan la salud general de la misma, en términos de mayor resistencia a enfermedades y a las inclemencias del clima.

Ahora bien, el problema estriba en que la frecuencia genética impuesta por la selección natural es antagónica con la frecuencia genética impuesta por la selección artificial. En las poblaciones naturales existe una franca oposición al cambio en la frecuencia de los genes cuando se aplica la selección artificial con el objeto de incrementar las características de producción. Como consecuencia, se produce una alteración del equilibrio antes mencionado y como respuesta, en las próximas generaciones se observa una disminución en los índices de fertilidad, viabilidad y sobrevivencia de la población. Como regla general podría decirse que los individuos mejor adaptados de una población son los que, mayoritariamente, se acercan al promedio en todas sus características de producción.

Cuando un ganadero aplica la selección artificial, la cual consiste en la escogencia deliberada de los progenitores que habrán de producir la próxima generación, fundamenta dicha escogencia en la predicción del mérito genético de esos progenitores, los cuales han sido de alguna manera evaluados para ciertas características específicas de producción, como por ejemplo: el peso al destete de las crías, el peso a la edad de mercado o la producción lechera. En la medida que transcurre el tiempo, generación tras generación, la frecuencia de los genes que controlan esas características de producción, se va incrementando paulatinamente, en detrimento de la adaptación al medio de los nuevos individuos. Estos, poco a poco, se notan más débiles, más susceptibles a enfermedades y acusan una disminución general en la fertilidad de la población. En otras palabras, se presenta lo que se conoce como síndrome de pérdida de adaptabilidad, causa fundamental del bajo índice de eficiencia reproductiva del rebaño mencionado anteriormente. Por estas razones debe tenerse presente lo siguiente: una alta presión de selección artificial en las características de producción exige a su vez una alta modificación ambiental para poder mantener los animales de alto potencial genético. En nuestras condiciones de país tropical este esquema de producción no parece ser el más rentable. Si se acepta ésta explicación como válida, evidentemente, se hace necesaria una reflexión profunda con relación a los programas de selección vigentes, ya que, en la mayoría de los casos, se está aplicando una mayor presión de selección en las características de producción, en crecimiento o producción de leche por

ejemplo, en perjuicio de la adaptación al medio de nuestros animales, expresada entre otras por una elevada eficiencia reproductiva. Es necesario recordar que ésta situación de antagonismo entre producción y adaptación es bien conocida desde mediados del siglo pasado; sin embargo, pocas veces se destaca este aspecto de tanta importancia para la producción en condiciones tropicales.

III. METODOLOGÍA

1. Una breve descripción del ecosistema

a. Descripción de los hatos de cría

Con el objeto de evitar detalles innecesarios, se describirán las características más importantes de los hatos y los rebaños en los cuales se obtuvieron los datos pertinentes al presente trabajo. Los mismos provienen de tres hatos particulares de gran extensión localizados en el Estado Apure en Venezuela. En general, éstos se caracterizan por presentar sabanas parcialmente inundables y de regular calidad, en los cuales se han llevado durante varios años programas estratégicos de inseminación artificial, manejo, reproducción, sanidad y mejoramiento genético. Poseen una temporada limitada de servicio y dentro de sus objetivos de cría está la producción de animales puros de alto valor genético de las razas Brahman, Guzerat y Nelore. Abundantes detalles sobre los programas estratégicos de I.A., manejo, reproducción, sanidad y mejoramiento genético han sido previamente reportados [4, 18, 20, 21].

Los hatos están ubicados en el Estado Apure, en la zona ecológica de influencia de las sabanas inundables del llano apureño, con sabanas de banco, estero y bajío [11]. La temperatura promedio anual es de 28°C y la humedad relativa promedio es de 72%. El régimen pluviométrico es característico del llano venezolano, con una época lluviosa que se inicia entre los meses de abril y mayo (entrada de aguas) y se prolonga hasta los meses de octubre a noviembre (salida de aguas), período en que comienza la estación de sequía. La precipitación promedio anual oscila entre los 1.400 mm y 1.800 mm. A continuación se describen las características de los tres hatos:

Hato No. 1. Está ubicado al Sur del río Matiyure entre las poblaciones de Achaguas y El Yagual en el Estado Apure. Tiene una superficie cercana a las 17.500 ha. Los pastos predominantes en las zonas bajas, en las cuales se acumula una importante lámina de agua en la época lluviosa, son la chiguirera (*Paspalum fasciculatum*), la lambedora (*Leersia hexandra*), la paja de agua (*Himenachne amplexicaulis*) y el gamelotillo (*Paspalum plicatulum*). En las zonas altas no sujetas a inundación predomina la paja sabanera (*Axonopus purpusii*). Cerca de un 13% de la superficie del hato ha sido sembrada con pastos introducidos del género *Bracharia* y estrella (*Cynodon nlenfuensis*). El río Matiyure mantiene agua durante todo el año y constituye su lindero norte, siendo una de sus principales fuentes hídricas, además de varios caños y lagunas. Desde el punto de vista de manejo del rebaño, el hato funciona como un centro de cría para la producción de animales puros de alto valor genético de las razas Brahman y Nelore, cuyos productos son utilizados en los rebaños comerciales de la empresa. El programa genético cuenta con un

núcleo de 1.000 vacas Brahman y otro de 600 vacas Nelore. En ambos se utilizan mediante I.A., toros probados producidos en ambos núcleos, así como toros probados provenientes de otras ganaderías. El manejo del rebaño está organizado alrededor de una temporada de monta limitada de 120 días de duración, iniciándose el 10 de febrero de cada año. Ello ha facilitado el establecimiento de los programas de manejo sanitario, reproductivo y de mejora genética.

Hato No. 2. Está ubicado al Norte del río Matiyure, vecino a la población de Achaguas en el Estado Apure. Sus características fisiográficas, climáticas y de pastos son muy similares a las descritas para el Hato No.1. Sin embargo, sus sabanas son de menor calidad. Tiene una superficie aproximada de 46.000 ha, de las cuales, más del 90% son sabanas naturales con apenas 1% de pastos introducidos del género *Brachiaria*. Se maneja un rebaño de 4.000 vacas cebú comerciales y un núcleo de 600 vacas puras de raza Brahman, cuyas características de manejo son semejantes a las descritas en el Hato No. 1. Su objetivo es producir sementales de alto valor genético para ser utilizados en otros hatos de la empresa.

Hato No. 3. Está ubicado al sur del río Apure, vecino a la población de Bruzual. Tiene una superficie aproximada de 39.000 ha, de las cuales más del 80% son sabanas naturales y cerca de un 10% son de pastos introducidos, principalmente del género *Brachiaria*. Maneja un rebaño de 6.000 vacas cebú comerciales y un núcleo de 400 vacas puras de la raza Guzerat. Al igual que los otros dos hatos, el objetivo de este núcleo es la producción de toros de alto valor genético, los cuales se utilizan en otros hatos de la empresa. Los tres hatos citados mantienen un porcentaje de parición anual que oscila entre el 60 y el 70%.

2. Una manera diferente de analizar el problema.

Los datos de este trabajo fueron analizados siguiendo la metodología de los modelos mixtos, para lo cual se utilizó un Modelo Animal Completo, específico para cada variable analizada. El modelo matemático de análisis, como todo modelo mixto, incluyó efectos fijos y efectos aleatorios. Los efectos ambientales en los grupos contemporáneos se incluyeron como fijos. Es importante destacar que se utilizó este criterio de "grupo de manejo" en cada fase de desarrollo de las crías, para garantizar el control de los grupos de acuerdo a la ubicación de los animales por hato y, así, poder identificar mejor las condiciones ambientales a las cuales fue sometido cada animal. Es decir, se incluyeron en el mismo grupo de manejo los animales de una misma raza, nacidos en un mismo hato, el mismo año, en la misma época y que permanecieron junto a sus compañeros sometidos al mismo manejo sanitario, alimenticio y zootécnico durante el período de evaluación. El efecto fijo de la edad de la vaca al parto, en años, se consideró en el modelo como covariable. Los efectos aleatorios considerados fueron los componentes genéticos directo y materno, correlacionados entre sí, y el efecto aleatorio permanente del ambiente que la vaca proporcionó a su becerro.

Para el cálculo de las variables de crecimiento, las predicciones fueron obtenidas por medio del Modelo Animal Completo para cada variable analizada, lo mismo que los componentes de variancia y covariancia. Los análisis fueron efectuados en forma bivariada, utilizando siempre el peso al destete como "característica ancla", lo cual mejora tanto la estimación del valor genético como su exactitud.

Además, se obtuvo el componente genético materno o Efecto Materno Total y se efectuaron las correcciones necesarias para los efectos de Tendencia Genética. Los parámetros genéticos utilizados fueron obtenidos mediante la aplicación del programa MTDFREML [10]. Además de éste, para la solución de las ecuaciones de los modelos mixtos, se empleó el programa de aplicación denominado ABTK [16]. El uso de dichos programas se ha generalizado en el ámbito mundial, siendo alguno de ellos de dominio público.

Para el cálculo de las variables reproductivas se empleó un Modelo No Lineal para Distribución Binomial de Datos Categorizados, el cual permite efectuar una transformación previa de los datos para luego aplicarles el Modelo Animal y así generar cada predicción individual y expresarlas como Diferencias Esperadas en la Progenie (DEP); es decir, la predicción del mérito genético que un reproductor puede transmitir a su progenie. La técnica utilizada para calcular las predicciones tanto para la fertilidad de la novilla como para la habilidad reproductiva de las vacas permite separar nítidamente tanto los factores genéticos como los factores ambientales que afectan estas características. El modelo empleado incluyó todos los vientres de la base de datos, con el fin de tomar en cuenta todos los valores de consanguinidad y parentesco que pudieran existir entre los animales de la población. Para el análisis, los vientres nacidos en un mismo hato, el mismo año y cuyas crías también nacieron en ese mismo rebaño, conformaron lo que se denominó un grupo de manejo. Los detalles metodológicos de la técnica empleada han sido descritos por sus autores [12-15, 17].

IV. UNA EXPERIENCIA A NIVEL DE CAMPO

1. Predicción de la fertilidad en la novilla

En este trabajo se asumió como criterio de análisis que todas las hembras que nacieron en el rebaño y alcanzaron la edad del destete fueran validadas y consideradas como posibles candidatas a la reproducción. La medición de esta característica en la novilla se fundamentó en el éxito o en el fracaso para concebir. Es decir, para recibir una observación positiva o exitosa, en primer lugar, la novilla debió haber sido seleccionada como vientre de reemplazo y, en segundo lugar, debió haber quedado preñada al haber sido expuesta a toro en su primera temporada de monta. A todas las demás novillas contemporáneas no exitosas se les penalizó con una observación negativa ya que fracasaron como candidatas a la reproducción. Como puede observarse, la técnica empleada no exige la recolección adicional de datos. Todo lo que se requiere es la correcta identificación de cada hembra nacida y destetada en el rebaño; luego, identificar cada novilla expuesta a toro durante su primera temporada de monta y, finalmente, la indicación de preñada o vacía al diagnóstico de gestación. Los datos así obtenidos se sometieron a un método probabilístico de predicción genética de tipo binario en el cual la preñez exitosa se indicó con 1 y el fracaso con 0, denominado Modelo No Lineal para Distribución Binomial de Datos Categorizados. Ello permite una transformación de los datos con el objeto de aplicar posteriormente, el Modelo Animal, con el fin de predecir

las probabilidades de que las hijas de un determinado reproductor pudieran concebir al alcanzar la condición de novillas.

Se aplicó la técnica antes descrita a una muestra poblacional conformada por 6.885 registros válidos de novillas cebú de dos años de edad, evaluadas durante el período 1990-1998. Los datos analizados mediante la técnica antes descrita, arrojan un valor de .40 para la heredabilidad de la fertilidad en la novilla. Esta estimación hace sospechar que pudieran existir fuentes adicionales de variación genética no expresadas normalmente en los análisis convencionales. Además, la magnitud de dicho índice es indicativa de que la variable, así analizada, está controlada de manera apreciable por genes con efectos aditivos. Si ello es así, esto genera una perspectiva novedosa en la evaluación del mérito genético de los reproductores y establece una posibilidad cierta de mejorar esta característica de tanta importancia económica en los programas ganaderos, mediante adecuados programas de selección genética. La predicción genética de esta característica mediante el desarrollo de una DEP (Diferencias Esperadas en la Progenie) genera una serie de ventajas; en primer término, dicha DEP permite predecir directamente el mérito genético de un reproductor para esta característica de importancia económica con mucha mayor exactitud que el empleo de un indicador indirecto como, por ejemplo, la circunferencia escrotal y en segundo término, los análisis efectuados usando la técnica descrita indican que el valor de heredabilidad estimado para la fertilidad en la novilla es mayor que los valores obtenidos para los indicadores clásicos de las características reproductivas en la hembra, los cuales oscilan entre cero y diez por ciento, como se muestra en el Cuadro 1. Por último, podría acortar el período de evaluación de los reproductores, ya que las pruebas con las hijas pueden efectuarse tan pronto éstas son incorporadas a la reproducción y se realiza el diagnóstico de gestación [9].

Cuadro 1
Valores de heredabilidad para algunas de las características reproductivas en la hembra bovina

Característica	Heredabilidad
Edad al primer parto	0.10
Intervalo entre partos	0.08
Días entre parto y primer servicio	0.05
Fecha de parto	0.04
Número de inseminaciones/concepción	0.03
Días vacía	0.03
Intervalo parto/concepción	0.02

La forma correcta de interpretar esta DEP es la siguiente: una DEP positiva con un valor alto predice que las hijas de un semental tienen altas probabilidades de ser seleccionadas y quedar preñadas en su primera temporada de monta. Al contrario, una DEP negativa indica que las hijas del semental son poco fértiles y serán eliminadas del rebaño por fracasos reproductivos. Los valores de esta DEP

se expresan en términos de desviaciones respecto a un 50% de probabilidad (cada novilla tiene 50% de probabilidad de quedar preñada o vacía en su primera temporada de monta). A manera de ejemplo, tómesese el caso de un semental cuya DEP para la fertilidad de sus hijas sea +20%. Ello significa que el 70% (50% + 20%) de sus hijas tienen la probabilidad de ser seleccionadas como hembras de reemplazo y quedar preñadas en su primera temporada de monta. Por el contrario, si dicha DEP fuera de -20%, apenas 30% (50% - 20%) alcanzaría la meta citada.

Desde el punto de vista práctico, el ganadero puede utilizar esta DEP como herramienta para los fines de su programa de selección de maneras diferentes: para seleccionar aquellos padres que tienen hijas con las mejores probabilidades de concebir en su primera temporada de servicios; para seleccionar de la lista de novillas en edad de servicio aquellas cuya DEP indica las mejores probabilidades de quedar preñadas y eliminar las que no cumplen esta condición y también, para eliminar los padres potenciales de novillas con altas probabilidades de ser descartadas del rebaño por su incapacidad para reproducirse, lo cual refleja su escasa adaptación al exigir más recursos de los que el ecosistema puede aportar.

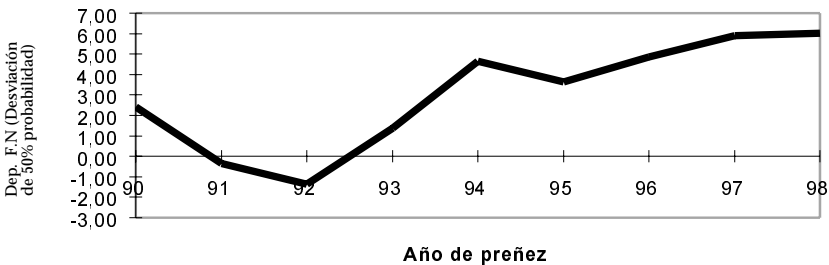


Figura 1. Tendencia genética de la fertilidad en la novilla cebú (1990 a 1998).

La Figura 1 expresa de manera gráfica la tendencia genética de la fertilidad en la novilla cebú resultante del análisis de 6.885 registros evaluados durante el período 1990 a 1998. Como puede observarse, la tendencia genética se hace positiva a partir de 1993 y se incrementa de manera discreta pero gradualmente a medida que transcurren los años. Esto significa que, si bien no se ha ejercido presión de selección directa sobre dicha característica como tal, posiblemente, la práctica común de manejo de incorporar cada vez más al proceso reproductivo novillas de dos años, en lugar de esperar hasta los tres años y la eliminación sistemática del rebaño de aquellas novillas que no conciben al ser expuestas a toro, aunado a la evaluación andrológica de los sementales jóvenes que se incorporan cada nueva temporada de monta, son factores que indirectamente han podido contribuir al moderado cambio genético que se muestra con relación a la característica evaluada.

2. Predicción de la habilidad reproductiva en la vaca

Para el análisis de esta variable se utilizó un criterio similar al de la metodología empleada en la evaluación de las novillas. Es decir, en el caso de las vacas se anotó la observación exitosa para aquellos vientres que lograron concebir. De esta manera se pudo recurrir al cálculo de la probabilidad de sobrevivencia a una edad específica, partiendo de la premisa de que esa hembra fue seleccionada como novilla de reemplazo y alcanzó la categoría de vaca en el rebaño. Estadísticamente, esto remueve el efecto inicial de la selección, por una parte, y el efecto de la fertilidad inherente a la novilla, por la otra, convirtiéndose por lo tanto en una medida aceptable de fertilidad, persistente a través del tiempo o lo que pudiera denominarse habilidad reproductiva, siempre y cuando la condición de preñada se considere indispensable para permanecer en el rebaño. Este concepto permite expresar las Diferencias Esperadas en la Progenie (DEP) calculadas en términos de la probabilidad que tienen las hijas de un semental de permanecer productivas en el rebaño hasta una edad determinada, sujetas a la condición de que ellas solamente son descartadas cuando incurren en fallas reproductivas.

Por esta razón y con el objeto de poder expresar de manera apropiada y adaptar mejor al medio tropical este concepto de habilidad reproductiva, se convino en definirlo como la probabilidad que tiene una vaca de permanecer productiva en el rebaño a la edad de 6 años habiendo parido por lo menos 3 becerros en ese lapso. Se aplicó esta condición, ya que al analizar los datos se pudo comprobar que de 5.535 vientres evaluados, 2.806 de ellos cumplía el citado requisito, lo cual es equivalente al 50%. Es obvio que, al extremar dicha exigencia a la probabilidad que tiene una vaca de parir su primera cría a los tres años de edad y haber gestado cuatro becerros consecutivos hasta los seis años de edad, solamente un bajo porcentaje de las vacas podría cumplir dicha condición, por lo cual se desestimó este criterio. Queda claro que lo extremadamente importante no es haber sobrevivido hasta una edad determinada, lo cual sería longevidad, sino el hecho de no haber sido eliminada del rebaño por no haber criado el número necesario de becerros para sufragar el costo total de producirla, mantenerla y hacerla rentable. Es evidente que este concepto de habilidad reproductiva entraña una característica compuesta y muy compleja, pues sintetiza en una sola varios rasgos, tales como, aparición de la pubertad, primer servicio, tasa de concepción, viabilidad, habilidad materna, tasa de re-concepción, intervalos postparto y longevidad.

Empleando la metodología anteriormente descrita, se analizó una muestra poblacional conformada por 19.688 registros válidos de vacas cebú, evaluadas durante el período 1980-1998. Se pudo constatar que existen diferencias notorias en la aptitud que tienen ciertos sementales de producir hijas con mayor habilidad para reproducirse que otros, independientemente del año, del ható o de las condiciones en que se han utilizado, habiendo algunos toros cuyas hijas se han destacado por haber sido vacas muy paridoras, teniendo hasta 10 partos consecutivos. Ello es una clara demostración de su capacidad de adaptación al medio en contraposición a otras líneas de sementales cuya descendencia se extingue en el tiempo por la escasa fertilidad de su progenie.

Con el objeto de indagar los aspectos genéticos inherentes a la fertilidad de las vacas se efectuaron dos análisis empleando distintas metodologías. En un primer análisis se evaluó la fertilidad mediante el cálculo del intervalo entre el parto y la concepción, medido sobre la base del número de días transcurridos entre el parto de una hembra y la fecha de su nueva concepción, empleando en el cálculo todos y cada uno de los partos obtenidos por las hijas de cada semental validado para el análisis. La variable así obtenida fue analizada utilizando de manera directa el Modelo Animal con el objeto de predecir el mérito genético de cada semental con su correspondiente valor de exactitud.

Este primer análisis evidenció dos aspectos interesantes; en primer término, al calcular el índice de herencia para la variable citada, se obtuvo un valor de 0,02 de heredabilidad, lo cual indica que el intervalo parto-concepción, a semejanza de la mayoría de las características reproductivas en la hembra citada en el Cuadro 1, está literalmente determinado por factores de naturaleza ambiental, lo cual limita su mejoramiento genético por medio de la selección. En segundo término, las vacas que resultan vacías o que son eliminadas del rebaño no son penalizadas ya que no se incluyen en el análisis, lo cual da como resultado una curva de distribución multimodal. Esto sugiere que la aplicación de esta técnica, si bien es utilizable, no parece ser la más recomendable como herramienta de selección por su valor de heredabilidad tan bajo.

En el segundo análisis se utilizó el método de predicción genética de tipo binario ya descrito para el caso de las novillas, con el objeto de efectuar la transformación previa de los datos a los cuales se les aplicó posteriormente el Modelo Animal Completo a los fines de generar cada predicción individual y expresarlas como Diferencias Esperadas en la progenie (DEP). Los resultados de este análisis arrojaron para el cálculo del índice de herencia un valor de 0,40 de heredabilidad, siendo de magnitud similar al obtenido en el caso de las novillas. Ambas situaciones sugieren que, desde el punto de vista genético, tanto la fertilidad de las novillas como la habilidad reproductiva de las vacas, evaluadas mediante esta técnica, son características susceptibles a ser mejoradas mediante adecuados programas de selección.

La manera adecuada de interpretar la DEP para habilidad reproductiva es como sigue: una DEP positiva con valor elevado indica que las hijas de un semental tienen altas probabilidades de permanecer productivas en el rebaño a la edad de seis años. Por el contrario, una DEP con valor negativo expresa que las hijas del semental no serán rentables, ya que irán siendo eliminadas paulatinamente del rebaño por problemas reproductivos. A manera de ejemplo, tómesese el caso de un semental cuya DEP para habilidad reproductiva es +20%. Ello predice que el 70% (50% + 20%) de sus hijas tienen la probabilidad de permanecer productivas en el rebaño a la edad de 6 años. Por el contrario, si la DEP es de -20%, sólo un 30% (50% - 20%) tendrá la probabilidad de encontrarse produciendo en el rebaño a la edad indicada.

Desde el punto de vista de la selección práctica por parte del ganadero, esta DEP es importante ya que puede utilizarse para seleccionar aquellos padres cuyas hijas tengan las mejores probabilidades de producir suficientes becerros; para eli-

minar aquellos potenciales padres cuyas hijas tienen grandes probabilidades de ser descartadas antes de generar los ingresos suficientes para cubrir sus costos de producción y mantenimiento; y, también, para incluir esta DEP en la lista de tores y novillas aptos para la reproducción de forma tal que contribuyan conjuntamente con la DEP para crecimiento. Ello contribuiría en la decisión de cuales individuos seleccionar y cuales eliminar para la próxima temporada de monta [7].

En la Figura 2 se expresa gráficamente la tendencia genética de la habilidad reproductiva en la vaca cebú resultante del análisis de 19.688 registros evaluados durante el periodo 1980 a 1998.

En el caso de la vaca adulta también es evidente que la tendencia genética es positiva y se incrementa a medida que transcurren los años. Si bien sobre esta característica tampoco se le ha ejercido presión de selección directa, es apenas obvio que, el efecto indirecto de algunos factores ha contribuido al moderado cambio genético que en ella se observa. Entre otros pudieran mencionarse, la eliminación de las novillas que no se preñan durante su primera exposición a toro, la eliminación sistemática de las vacas que acumulan dos temporadas de monta consecutivas sin concebir o que pierden su cría y, la práctica de evaluar andrológicamente los sementales previamente al proceso reproductivo. Mayores detalles con respecto a las variables de crecimiento y a las diferentes razas analizadas pueden encontrarse en los sumarios de sementales de Agropecuaria Flora [1-3].

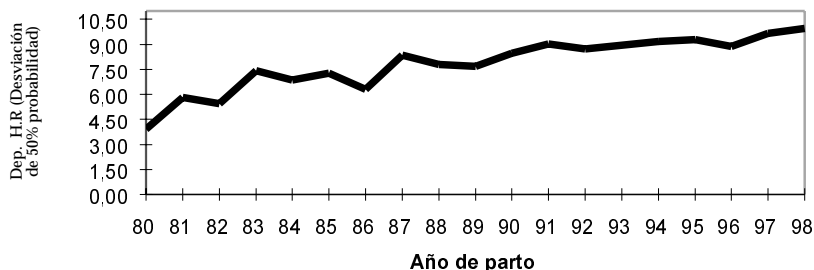


Figura 2. Tendencia genética de la habilidad reproductiva en la vaca cebú (1980 a 1998).

V. A MANERA DE CONCLUSIÓN

En la medida que las fallas reproductivas continúen siendo la principal causa directa de eliminación de vientres en los rebaños del país, la selección por fertilidad como característica de importancia bioeconómica, ofrece al ganadero la posibilidad de mejorar la producción, muy especialmente en aquellos casos en que los bajos niveles de fertilidad constituyen un factor que limita la rentabilidad. La fertilidad, como expresión fenotípica de la adaptación al medio, debe, en parte, esa expresión a factores de naturaleza genética y por lo tanto es susceptible a ser mejorada mediante adecuados programas de selección.

Los índices de herencia (h^2) de .40 tanto para fertilidad en la novilla como para habilidad reproductiva en la vaca son mayores que los obtenidos para los indicadores clásicos de las características reproductivas en la hembra, lo cual genera una perspectiva novedosa en la evaluación del mérito genético de los sementales *Bos indicus* al permitir incluir estas dos características en las pruebas de progenie.

Es necesario distinguir que la fertilidad en la novilla es una característica distinta a lo que se denomina habilidad reproductiva en la vaca debido a que la DEP para fertilidad en la novilla permite predecir el mérito genético de un reproductor en el sentido de que sus hijas, en primer lugar, sean seleccionadas como novillas de reemplazo y en segundo lugar, queden preñadas en su primera temporada de servicios; en tanto que la DEP para habilidad reproductiva predice que proporción de esas hijas permanecerán productivas en el rebaño a la edad de 6 años, habiendo parido por lo menos 3 becerros en ese lapso.

La utilización de estas predicciones del mérito genético puede contribuir de manera importante a reducir los costos de producción al permitir seleccionar aquellos sementales cuya progenie demuestre en términos de eficiencia productiva, que requieren menos o que no exceden de los recursos nutricionales para crecimiento, talla a edad madura y producción de leche que se encuentran disponibles en el ecosistema, sin detrimento de su capacidad para reproducirse y mantenerse en producción [6].

Finalmente, es oportuno destacar que, si bien es importante el desarrollo de novedosas y mejores técnicas para evaluar la fertilidad del ganado, no es menos cierto que el tiempo, los costos y el entrenamiento que se requiere para ponerlas en práctica y recolectar suficientes datos para evaluarlas no deja de ser también una limitante importante. De allí el interés en examinar los datos ya existentes, como lo evidencia el presente estudio, en el cual no fue necesaria la recolección adicional de datos por parte del ganadero para analizar la nueva información que pudiera extraérseles, con la intención expresa de facilitarle al productor la toma de decisiones en su programa de selección bovina.

VI. LITERATURA CITADA

- [1] Agropecuaria Flora, C.A. 1997. Sumario de sementales, 1997. Alfa Impresores. Valencia. 20 pp.
- [2] Agropecuaria Flora, C.A. 1998. Sumario de sementales, 1998. Alfa Impresores. Valencia. 20 pp.
- [3] Agropecuaria Flora, C.A. 1999. Sumario de sementales, 1999. Alfa Impresores. Valencia. 20 pp.
- [4] Arango, J. y Plasse, D. 1994. Crecimiento en cruces de razas cebuínas. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.). X Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp. 159-198.
- [5] ASOCEBU (Asociación Venezolana de Criadores de Ganado Cebú). 1999. Memoria de la Junta Directiva del período 1998-1999 a la Asamblea General Ordinaria de la Asociación.

- [6] Atencio, A. 1995. Evaluación genética de la eficiencia productiva de toros Brahman usados en un programa de inseminación artificial. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.). XI Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 95-128.
- [7] Atencio, A. 1997. La evaluación de la habilidad reproductiva en las vacas cebú: una nueva técnica para resolver un viejo problema genético. *Venezuela Bovina*. 34: 27-30.
- [8] Atencio, A. 1998a. Producción vs Adaptación: un difícil equilibrio antagónico. *Venezuela Bovina*. 36: 23-26.
- [9] Atencio, A. 1998b. Estimación del potencial reproductivo en las novillas cebú. *Venezuela Bovina*. 39: 25-29.
- [10] Boldman, K. G., Kriese, L.A., Van Vleck L.D. y Kachman, D. 1993. A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and co variances. ARS, USDA Washington, D.C., USA.
- [11] Ewell, J. y Madriz, A. 1968. Zonas de vida de Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría. Dirección de Investigación. Caracas, Venezuela. 264 pp.
- [12] Falconer, D. S. 1981. Introduction to Quantitative Genetics. 2nd ed. Longman. New York.
- [13] Foulley, J. L. and Gianola, D. 1984. Estimation of genetic merit from bivariate "all or none" responses. *Genet. Sel. Evol.* 16: 285.
- [14] Foulley, J. L. and Gianola, D. 1986. Sire evaluation for multiple binary responses when information is missing on some traits. *J. Dairy Sci.* 69:2681.
- [15] Gianola, D., and Foulley, J.L. 1983. Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. *Genet. Sel. Evol.* 15: 201.
- [16] Golden, B. L., Snelling, W.M. and Mallinckrodt, C.H. 1992. Animal breeder's tool kit user's guide and reference manual. Colorado State Univ. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. LTB92-2.
- [17] Harville, D. A. and Mee, R.W. 1984. A mixed-model procedure for analyzing ordered categorical data. *Biometrics* 40:393.
- [18] Hoogesteijn, R. 1987. Manejo de programas estratégicos de inseminación artificial en bovinos de carne en Venezuela. En: D. Plasse y N. Peña de Borsotti (Eds.). III Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracay, Venezuela. pp. 255-289.
- [19] Hoogesteijn, R. 1993. Implementación y resultados de un programa de inseminación artificial en vacas no lactantes en Apure. En: D. Plasse, Peña de Borsotti y J. Arango (Eds.). IX Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 131 - 155.
- [20] Plasse, D., Hoogesteijn, R., Fossi, H., Verde, O., Bastidas, P., Rodríguez, R., Rodríguez, C. y Silva, V. 1988. Estrategias para el Uso de la Inseminación Artificial en Bovinos de Carne en Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracay, Venezuela. 119 pp.
- [21] Romero, R. 1989. Estudio genético de caracteres reproductivos en vacas Brahman, Guzerat, Nelore y sus cruces. Tesis M.Sc. Universidad Central de Venezuela. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Postgrado en Producción Animal. Maracay, Venezuela. 346 + xxiii. pp.