

# 5 DESEMPEÑO REPRODUCTIVO DE LA RAZA BON EN EL TRÓPICO MEDIO Y BAJO COLOMBIANO



## Edad al primer parto e intervalo entre partos en poblaciones de BON en Colombia

*Juan Felipe M-Rocha, Rodrigo Martínez Sarmiento, Rodrigo Vásquez R.*

### INTRODUCCIÓN

La reproducción es un factor de alto impacto en los costos de producción y determina en gran medida las ganancias de una empresa ganadera, ya que estas dependen del periodo de reproducción de las hembras (Casas y Tewolde, 2001). Este desempeño reproductivo es una característica compleja que tiene muchos componentes (Yagüe *et al.*, 2009), por lo que puede evaluarse a través de varios parámetros o índices numéricos. Entre estos, el intervalo entre partos (IEP) y la edad al primer parto (EPP) son dos de los más utilizados en el país para medir la eficiencia reproductiva en las poblaciones bovinas (Vergara *et al.*, 2009).

La edad al primer parto (EPP) representa una medición de los factores nutricionales y de las condiciones de manejo del hato. Una reducción en los valores de este parámetro se relaciona con una mayor vida productiva de las vacas, lo que permitiría tener una mayor cantidad de terneros por vaca en el hato (Van der Westhuizen *et al.*, 2001; Rust y Groeneveld, 2001) e incrementaría la productividad del sistema. El



IEP funciona mejor como predictor cuando no existe una estación de apareamiento fija y las vacas paren durante todo el año (Rust y Groeneveld, 2001). En el caso colombiano, donde la mayoría de las ganaderías comerciales utilizan sistemas de manejo extensivo, la evaluación de estos dos parámetros es fundamental para poder guiar los programas de selección y mejorar los índices reproductivos con el fin de mejorar la rentabilidad y acelerar los procesos de mejoramiento genético en los hatos.

Al contrario de lo que ocurre con los parámetros productivos, los rasgos reproductivos muchas veces no se incluyen dentro de los índices de selección, ya que cuentan con una baja heredabilidad y su mejoramiento se termina realizando a través de ajustes en las prácticas de manejo (Gutiérrez *et al.*, 2002). Yagüe *et al.* (2009) evaluaron varios parámetros reproductivos en la raza Rubia Gallega y obtuvieron valores de heredabilidad que variaron desde 0,037 para duración de la gestación hasta 0,085 para intervalo entre partos. No obstante, existen estudios que indicaron valores más altos en la media de heredabilidad para ganado bovino de carne cuando se compara con valores obtenidos en razas lecheras (Koots *et al.*, 1994).

Es escasa la información existente sobre parámetros genéticos para estos caracteres en nuestros sistemas productivos. El objetivo del presente estudio fue estimar parámetros fenotípicos y genéticos para intervalo entre parto y edad al primer parto, y estimar la significancia que tienen en su variación los efectos de hato, año y orden de parto en poblaciones de bovinos BON pertenecientes a hatos comerciales y planes de fomento de esta raza en el país.

## METODOLOGÍA

Se utilizaron los registros reproductivos de ganaderías comerciales localizadas en Cundinamarca, Risaralda y Córdoba, así como también la información proveniente de hatos que mantienen algunas universidades como la Universidad de Antioquia (Vegas de la Clara) y la Universidad Nacional de Colombia (Paysandú), ubicadas en el departamento de Antioquia. Así mismo, se utilizó información proveniente del Banco de Germoplasma de Corpoica y de 15 ganaderías que hacen parte del Plan Nacional de Fomento de las razas criollas.

Estas poblaciones de ganado son mantenidas bajo condiciones de pastoreo semi-extensivos, en alturas que van entre los 800 y los 1800 msnm, con topografías quebradas y temperaturas entre los 18 y 24 °C.

La base de datos analizada incluyó 1256 y 3803 registros para EPP e IEP, respectivamente, comprendidos entre los años 1981 a 2010. El número total de animales que aportaron registros fue, en su orden, de 1256 y 1329 para EPP e IEP.

Para calcular las medidas de tendencia central y la variación de los datos fenotípicos se empleó el Procedimiento de Modelos Generales Lineales (GLM) del paquete estadístico SAS® (Statistical Analysis System). Para las variables dependientes, IEP y EPP, se determinó el efecto del hato, año de parto de la vaca y el número de parto, y se incluyó como covariable la edad de la vaca al parto.

Las fuentes de variación con efecto significativo fueron incluidas en un análisis de modelos mixtos, utilizando la metodología BLUP (Best Linear Unbiased Predictor) para calcular los componentes de varianza y covarianza, y a partir de ellos estimar los valores de heredabilidad que fueron obtenidos a través de un análisis bicarácter mediante el programa MTDREML (Boldman *et al.*, 1995) utilizando un algoritmo de máxima verosimilitud restringida libre de derivadas, aplicado a un modelo animal.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

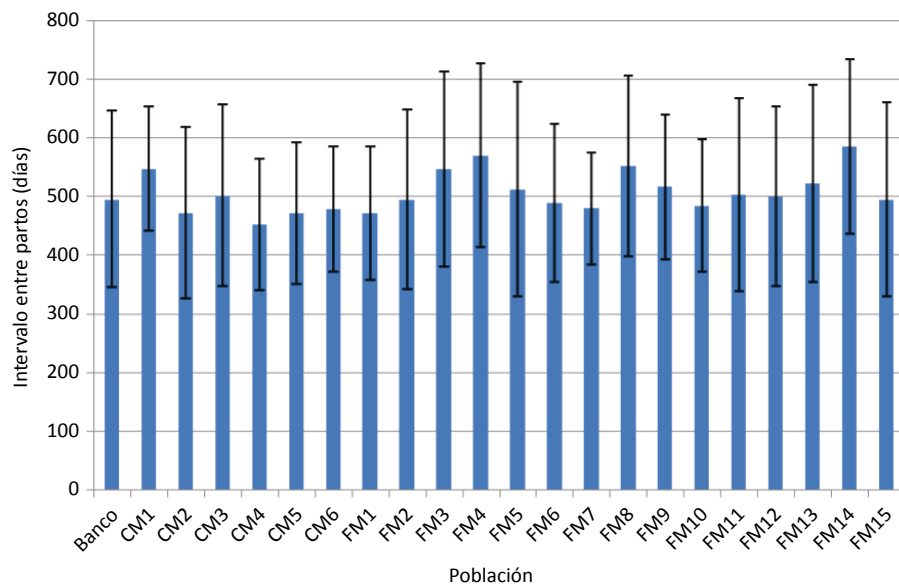
En este trabajo se utilizó la información reproductiva y genealógica generada por 22 poblaciones de bovinos criollos BON, con el objeto de estimar parámetros fenotípicos y genéticos de esta raza en diferentes regiones del país.

En el análisis de la característica intervalo entre partos se obtuvo un promedio general de  $487 \pm 147$  días, con un alto coeficiente de variación (30%), situación que es común para este tipo de características reproductivas que tienen una alta influencia ambiental. Es importante tener en cuenta que el número de observaciones efectivas fue bajo para algunos de los años analizados, y esto, junto con una falta de uniformidad en los datos, debió influir en la variación de este parámetro.

En el Gráfico 5.1 se presenta el valor promedio para el IEP obtenido en las diferentes fincas incluidas en el estudio. El promedio más bajo de IEP se encontró en la finca de ganado comercial No. 4, con un valor de  $453 \pm 112$  días, situación que puede deberse a que es una de las ganaderías de menor tamaño y manejo menos extensivo de las poblaciones incluidas en el estudio. Por



el contrario, los valores promedio más altos fueron encontrados en dos fincas que hacen parte del Plan de Fomento de la raza, con valores de  $585 \pm 148$  y  $571 \pm 156$  días, con diferencias estadísticas significativas de los resultados obtenidos para las demás poblaciones ( $p < 0,05$ ). En términos generales, este comportamiento corresponde a un valor de fertilidad entre 66 y 80%; valores superiores al comportamiento promedio de la ganadería nacional (52%), como ha sido registrado por Fedegan en el Plan 2019 (2006).



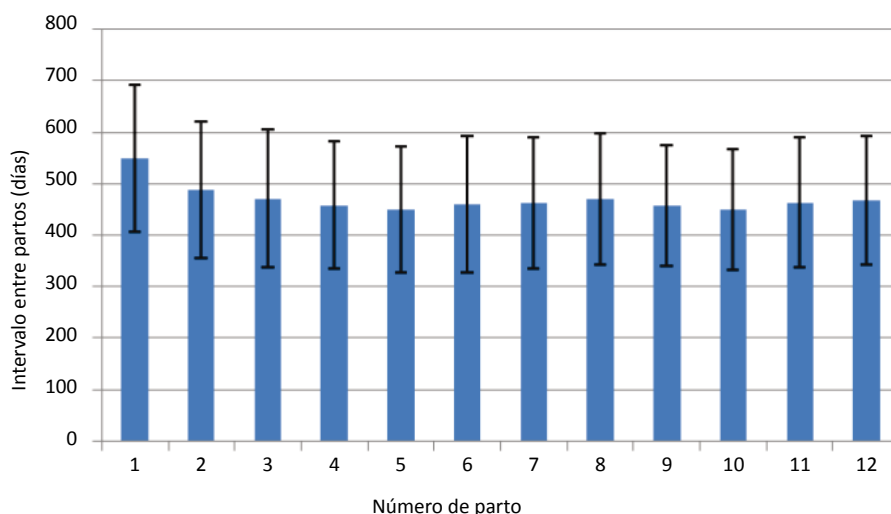
**Gráfico 5.1.** Efecto del hato sobre la variación en la característica intervalo entre partos en poblaciones bovinas BON del Banco de Germoplasma (Banco), seis poblaciones de fincas comerciales (CM) y quince hatos del Plan Fomento de la raza (FM).

En el presente trabajo se encontró que el efecto finca fue una causa significativa ( $p < 0,05$ ) de la variación del intervalo entre partos. Esto puede ser explicado por la variación en las condiciones de manejo particulares de cada hato, dentro de las cuales un componente de alta influencia es el manejo reproductivo.

Diferentes autores han reportado intervalos entre partos que variaron entre 366 y 472 días para la raza BON (Gutiérrez, 2003). Algunos trabajos (Vergara *et al.*, 2008) que incluyen registros reproductivos de animales cruzados BON x Cebú y BON x Angus x Cebú presentaron valores superiores para IEP ( $544 \pm 97$  días). En otras razas criollas se han reportado valores de IEP de 492 días (16,4 meses) para ganado Sanmartinero (Martínez y González, 2000) y de 433

$\pm 139$  días en la raza Romosinuano (Ossa *et al.*, 2007). En razas autóctonas españolas como la Rubia Gallega y la Asturiana de los Valles se registraron valores promedios de IEP de 409 días (con un coeficiente de variación de 15,2%) y  $488 \pm 177$  días, respectivamente (Yagüe *et al.*, 2009; Gutiérrez *et al.*, 2002).

El orden de parto fue una causa significativa ( $p < 0,01$ ) de la variación del IEP. En el Gráfico 5.2 se muestran los valores promedios para el IEP calculados entre los diferentes números consecutivos de parto. Los valores más altos fueron obtenidos para el primero y el segundo parto ( $547 \pm 142$ ), mientras que los valores más bajos se encontraron en el quinto y décimo con  $448 \pm 121$  y  $449 \pm 117$  días, respectivamente.



**Gráfico 5.2.** Efecto del número de parto sobre la variación en la característica intervalo entre partos en 22 poblaciones de bovinos de la raza Criolla BON.

Resultados similares a los encontrados en el presente trabajo fueron obtenidos por Silveira *et al.* (2004), quienes estimaron un valor promedio para el primer IEP ( $517 \pm 4$ ) mayor que los subsiguientes ocho intervalos incluidos en su estudio, seguido por el promedio del segundo con  $453 \pm 4$  días. Una tendencia similar fue reportada por Vieira (2008), donde la media para el primer IEP ( $495 \pm 3$  días) es mayor que los siguientes seis intervalos y se presentó un aumento hacia el octavo ( $464 \pm 8$ ) y noveno ( $474 \pm 8$ ) IEP, que son los últimos intervalos analizados. E

n ganado criollo Romosinuano (Ossa *et al.*, 2007) también se encontró que los mayores intervalos entre partos fueron para las vacas entre el primer y

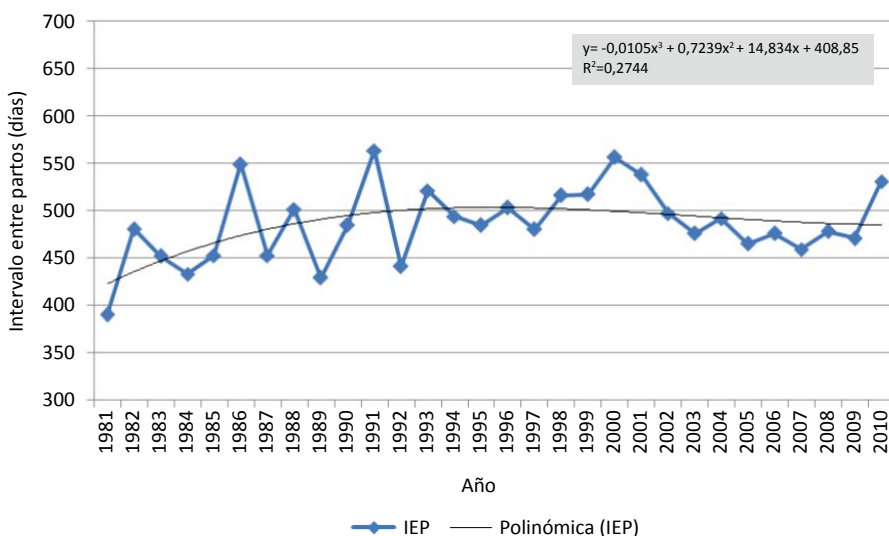


segundo parto (470 días), con una disminución en los promedios siguientes a partir del tercer parto, y se alcanzaron los valores más bajos en las vacas de cinco o más partos. Otros trabajos hechos en ganado cruzado (McManus *et al.*, 2002) también han corroborado esta disminución de los valores de IEP a medida que aumenta el orden de parto; estos autores explican que dicha tendencia puede ser debida a la selección a que son sometidos los animales, al elegir y conservar los de mejor desempeño a nivel reproductivo.

Estudios realizados en ganado Nelore, donde clasifican la edad de los animales en distintas clases (Azevêdo *et al.*, 2006), muestran que las vacas con menos de 1081 días de edad (clase 1) presentan un promedio de IEP mayor que las de clase 2 (1081-1426 días) y clase 3 (1427-1785 días), observando un aumento de la media para IEP en vacas con edades desde 1780 hasta 2145 días (clase 4) con valores similares en edades posteriores. Así mismo, Werth *et al.* (1996) encontraron que las vacas de 4 años de edad parían más temprano en la temporada reproductiva que las vacas de 3 años, por lo que el IEP era más corto para las vacas entre los 3 y 4 años comparado con el de las vacas entre los 2 y 3 años de edad; esto indica que la edad de la vaca al parto podría influir en la variación del intervalo entre partos.

El hecho de encontrar mayores valores para el primer IEP comparado con los demás intervalos podría deberse a que las vacas que logran concebir antes o durante los dos años de edad se encuentran aún en etapa de crecimiento, a la vez que estarían gestando un feto que demanda y compite por nutrientes. Esto genera un estrés nutricional en la vaca, ya que estos requerimientos del nuevo individuo empiezan a causar una disminución de las reservas de energía de la madre, lo que finalmente termina afectando el tiempo en que la vaca vuelve a tener una nueva concepción (Werth *et al.*, 1996; Short *et al.*, 1990).

El efecto del año de parto fue altamente significativo para el carácter IEP ( $p < 0,0001$ ). Estos resultados están de acuerdo con algunos estudios realizados en razas puras de ganado *Bos indicus* y en hatos de animales cruzados con razas *Bos taurus* (Cavalcante *et al.*, 2000; McManus *et al.*, 2002; Silveira *et al.*, 2004 y Perotto *et al.*, 2006). El Gráfico 5.3 muestra la tendencia de la media para IEP en las tres últimas décadas. Entre los años 1981 a 2010 el promedio de IEP para la raza BON varió en un rango de 330 a 563 días, obteniendo el valor más bajo ( $390 \pm 29$  días) en el año 1981 y el valor más alto ( $563 \pm 145$  días) en 1991.



**Gráfico 5.3.** Efecto del año sobre la variación en la característica intervalo entre partos en 22 poblaciones de bovinos de la raza BON.

Según Werth *et al.* (1996), las diferencias encontradas en los valores de época de parto e intervalo entre partos a través de los años en su estudio pueden resultar de cambios en las condiciones medioambientales, aunque también podrían ser debidos a diferencias y fluctuaciones en el índice de condición corporal de las vacas. Otros autores (Silveira *et al.*, 2004; Cavalcante *et al.*, 2000) sugieren que esta variación del IEP entre un año y otro puede ser debida a efectos climáticos, como las fluctuaciones en la calidad y disponibilidad de forrajes en función de las precipitaciones pluviométricas, e igualmente a factores de manejo entre los que se incluye el tiempo de amamantamiento de los terneros y algunos componentes reproductivos, puesto que mal controlados pueden ejercer un efecto negativo sobre el control hormonal dado por el eje hipotálamo-hipofisiario-gonadal de las vacas.

Es por esto que en el presente trabajo se observa una mayor variabilidad de dicho parámetro durante el periodo comprendido entre los años 1981 a 1992, que tiende a estabilizarse en años posteriores alrededor de los 500 días. Este comportamiento en las tendencias se debe posiblemente al menor número de observaciones efectivas con las que se estima el promedio de IEP durante los 14 primeros años analizados en el estudio, comparado con el volumen de observaciones que le aportaban los registros a la media general de IEP desde 1995 hasta el año 2010.

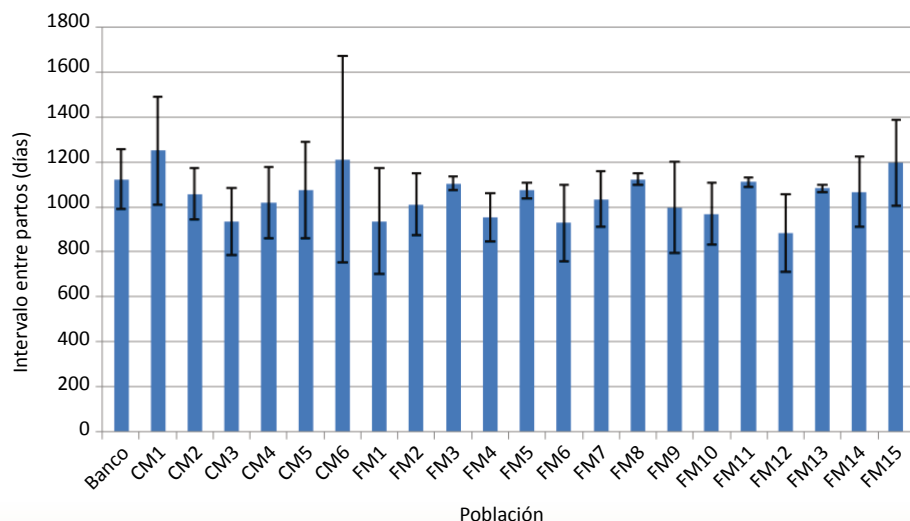


Los resultados indican además un incremento en el IEP del ganado BON a través de los años (Gráfico 5.3). Estudios realizados en vacas lecheras de Estados Unidos desde 1980 a 2006 (Hare *et al.*, 2006) han demostrado un incremento de 0,90 a 1,07 días/año en el IEP de la mayoría de razas (Ayrshire, Pardo Suizo, Guernsey, Holstein) excepto en la Jersey, que presenta un incremento menor de 0,49 días/año. Vries y Risco (2005) mostraron un incremento del IEP promedio en vacas Holstein de  $1,1 \pm 0,1$  días por año, pasando de tener un valor de  $399 \pm 2$  días en 1976 a  $429 \pm 2$  días en el año 2000.

Estas tendencias pueden ser explicadas por la selección basada en caracteres productivos a que han sido sometidas estas poblaciones de ganado a lo largo de los años, pudiendo encontrar de esta manera una alta correlación genética (0,67) entre el IEP y la producción láctea en algunos estudios (Pryce *et al.*, 2002).

## Edad al primer parto

Se encontró una media general de  $1104 \pm 141$  días para edad al primer parto en las 22 poblaciones de raza BON analizadas, con valores promedio que variaron entre los 884 días y los 1250 días. El Gráfico 5.4 muestra los promedios de EPP obtenidos en las diferentes poblaciones analizadas.



**Gráfico 5.4** Efecto del hato sobre la variación en la característica edad al primer parto en poblaciones bovinas BON del Banco de Germoplasma (Banco), seis poblaciones de fincas comerciales (CM) y quince hatos del Plan Fomento de la raza (FM).

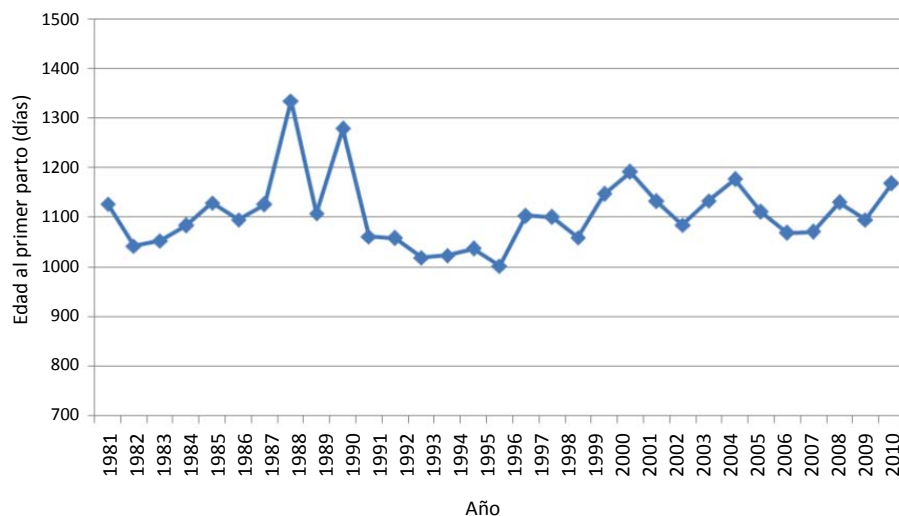
La media de EPP en este estudio para la raza BON (36,8 meses) es menor que los valores obtenidos para otras razas de bovinos criollos colombianos, como es el caso de la raza criolla Sanmartinero, donde se encontró un valor promedio de 1293 días (43,1 meses; Martínez y González, 2000), mientras que para la raza Romosinuano se han obtenido valores de  $1162 \pm 4,26$  días (38,2 meses; Ossa *et al.*, 2007). En razas autóctonas de otras latitudes, como el caso de la Asturiana de los Valles, se encontraron valores promedio para EPP de  $1063 \pm 223$  días (Gutiérrez *et al.*, 2002).

Por su parte, Tapia *et al.* (1995) reportaron un valor promedio superior de 1110 días (37 meses) en el ganado Retinto; además se reportaron valores levemente inferiores ( $1064 \pm 80$  días) en ganado Nelore mantenidos en condiciones del trópico y bajo sistemas extensivos de manejo (Forni y Albuquerque, 2005). Autores como Azevêdo *et al.* (2006) consideran que una posible causa para explicar un alto valor de EPP es el criterio que tienen los ganaderos para ingresar las novillas a su periodo reproductivo, ya que este se basa muchas veces en el peso ideal que deben alcanzar los animales más que tener en cuenta la edad ideal.

En el presente estudio no se encontró significancia estadística en los efectos de finca y año como causas de variación en la EPP; por el contrario, estudios realizados en razas cebuínas (Vieira 2008; Silveira *et al.*, 2004) muestran que efectos como el año y el mes de nacimiento influyen de manera significativa en la variación de este parámetro. En estas poblaciones de la raza BON se encontró un comportamiento uniforme a través de los años evaluados, así como también un comportamiento similar entre fincas, con valores promedio que variaron entre 884 y 1250 días.

Respecto al año, el menor valor se presentó en 1991 con 1001 días, y el mayor valor en 1987 con 1335 días, lo que evidencia una baja variación entre años. Esto puede deberse a la similaridad en las condiciones de manejo dadas a los animales antes de que estos alcanzan la pubertad, así como al bajo número de observaciones efectivas por año.

En general, la EPP se mantiene estable entre los 1000 y los 1200 días para la mayoría de años analizados en este estudio; sin embargo, en los años 1987 y 1989 se presentan valores superiores de 1335 y 1279 días, respectivamente (Gráfico 5.5).



**Gráfico 5.5** Efecto del año sobre la variación de la característica edad al primer parto en 22 poblaciones de bovinos de la raza BON.

## Parámetros genéticos para las características IEP y EPP

Para las poblaciones evaluadas se estimaron componentes de varianza, y a partir de allí se calcularon los parámetros genéticos para estas características reproductivas (Tabla 5.1). Se encontró una heredabilidad ( $h^2$ ) para intervalo entre partos de  $0,13 \pm 0,03$ , valor menor al obtenido por Vergara *et al.* (2008), quienes reportaron una  $h^2$  de  $0,15 \pm 0,07$  en una población multirracial que incluyó individuos puros de la raza BON y cruces de BON x Cebú y BON x Angus x Cebú. Otro estudio hecho con animales puros y cruzados de estas mismas razas muestra valores de  $h^2$  de  $0,11 \pm 0,06$  para el primer IEP y de  $0,18 \pm 0,11$  para el segundo IEP (Vergara *et al.*, 2009). Valores más bajos de  $h^2$  para IEP fueron encontrados por Van der Westhuizen *et al.* (2001), Gutiérrez *et al.* (2002) y Yagüe *et al.* (2009), con valores de 0,01; 0,125; y 0,085, en su orden.

Para la edad al primer parto, se encontró un valor de  $h^2$  de 0,15, que es similar a lo reportado por Vergara *et al.* (2009), quienes encontraron un valor de  $0,15 \pm 0,13$  en animales Angus, BON y Cebú, puros y cruzados. Algunos autores han encontrado valores de  $h^2$  más altos para esta característica, como los presentados por Gutiérrez *et al.* (2002) en razas españolas y Van der Westhuizen *et al.* (2001) en razas de ganado africanas y europeas (0,235 y 0,40 respectivamente). No obstante, el estudio hecho por Martínez *et al.* (2003), en el que se incluyen varias razas de ganado taurinas europeas para carne, muestra

**Tabla 5.1.** Componentes de varianza y heredabilidades de la edad al primer parto (EPP) e intervalo entre partos (IEP) en ganado BON en Colombia.

Componente	EPP	IEP
<b>Varianza genética aditiva</b>	157,16	6,51
<b>Varianza de ambiente permanente</b>		0,12
<b>Varianza del error</b>	904,01	45,06
<b>Varianza fenotípica</b>	1061,17	51,57
<b>Heredabilidad</b>	0,15 ± 0,026	0,13 ± 0,031
<b>Correlación genética</b>	-0,43 0,142	
<b>Correlación fenotípica</b>	0,55	

una  $h^2$  directa para EPP de 0,08, valor que es inferior al encontrado en el presente trabajo para la raza BON y manejado en condiciones tropicales.

Pero también valores bajos de  $h^2$  para EPP se han obtenido en bovinos ubicados en la región del trópico, como lo es el caso de las razas Boran (0,04; Wasike *et al.*, 2009), Canchim (0,04; Buzanskas *et al.*, 2009) y Nelore (de 0,02 ± 0,02 a 0,04 ± 0,02; Grossi *et al.*, 2009; 0,06 – 0,08; Forni y Albuquerque 2005). Unos de estos autores (Forni y Albuquerque, 2005) explican que la baja  $h^2$  de este parámetro en su estudio se pudo haber obtenido debido a que algunas hembras evaluadas habían sido expuestas al periodo de monta solo desde los 24 meses de edad; de esta manera, las hembras que entraban en calor antes de los dos años no tenían la oportunidad de demostrar su potencial genético para precocidad sexual. Además, otro factor que pudo haber influido fue la corta duración de las estaciones de monta. La mayor parte de los animales BON incluidos en el presente estudio son manejados con monta continua, sin embargo, una parte son mantenidos bajo condiciones de monta restringida (como es el caso del Banco de Germoplasma), siendo posiblemente este un factor que afecta la estimación de este parámetro en la raza.

Trabajos realizados por Azevêdo *et al.* (2006), donde se analizan los registros de ganado Nelore localizado en algunos estados del norte y noreste de Brasil, estiman una  $h^2$  para EPP de 0,21 ± 0,05. Los autores mencionan que este valor, de magnitud moderada, indica la existencia de variabilidad genética aditiva suficiente para permitir un progreso genético a partir de la selección de animales más precoces.



Buzanskas *et al.* (2010) sugieren que, aunque los rasgos reproductivos muestren bajas heredabilidades, estos deben ser incluidos como criterios de selección y así mejorar las tasas de concepción, ya que la reproducción es un componente económicamente importante en los sistemas de ganadería de carne.

## CONCLUSIÓN

Los valores obtenidos para estas características reproductivas en el presente estudio indican que la selección directa para edad al primer parto puede tener un efecto relativamente bajo, debido a amplio efecto ambiental sobre la variación de la característica, por lo que al mejorar las prácticas de manejo, que permitan mejorar la tasa de crecimiento, conjuntamente con selección pueden ser la vía más rápida para reducir la edad al primer parto y el intervalo entre partos en el ganado BON.