

**DIFERENCIA ESPERADA DE PROGENIE (DEP's) COMO HERRAMIENTA DE  
SELECCIÓN PARA EL PESO AL DESTETE EN GANADO CEBÚ BRAHMAN EN  
LA HACIENDA MUNDO NUEVO DE SAN ONOFRE-SUCRE**

**WILSON ANDRES BARRAGAN HERNANDEZ  
WILLIAM RAFAEL GOMEZ AYALA**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
SINCELEJO SUCRE**

**2008**

**DIFERENCIA ESPERADA DE PROGENIE (DEP's) COMO HERRAMIENTA DE  
SELECCIÓN PARA EL PESO AL DESTETE EN GANADO CEBÚ BRAHMÁN EN  
LA HACIENDA MUNDO NUEVO DE SAN ONOFRE-SUCRE**

**Línea de investigación: Reproducción y Mejoramiento Genético Animal**

**WILSON ANDRES BARRAGAN HERNANDEZ  
WILLIAN RAFAEL GOMEZ AYALA**

**Director**

**DONICER MONTES VERGARA**

**Zootecnista**

**Esp. Producción Bovina Tropical**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
SINCELEJO SUCRE**

**2008**

## CONTENIDO

|   | Pág |
|---|-----|
| INTRODUCCION  |     |
| 1 OBJETIVOS   | 13  |
| 1.1 General   | 13  |
| 1.2 Específicos   | 13  |
| 2 ESTADO DEL ARTE   | 14  |
| 2.1 Respuesta a la selección                                | 16  |
| 2.2 HEREDABILIDAD   | 16  |
| 2.3 FACTORES QUE AFECTAN EL PESO AL DESTETE                 | 25  |
| 2.3.1 Efecto del sexo de la cría                            | 25  |
| 2.3.2 Efecto del número de Partos                           | 27  |
| 2.3.3 Efecto de la época de destete                         | 28  |
| 2.3.4 Efecto del año de nacimiento                          | 30  |
| 2.3.5 Efecto del padre                                      | 31  |
| 3 DIFERENCIA ESPERADA DE PROGENIE (DEPs)                    | 32  |
| 3.1 Interpretación de las DEP´s                             | 34  |
| 3.2 Confiabilidad   | 34  |
| 3.3 Uso correcto de las DEP´s como herramienta de selección | 38  |
| 4. METODOLOGIA  | 42  |
| 4.1 Aspectos generales de la hacienda                       | 42  |
| 4.2 Método de análisis                                      | 43  |
| 5 RESULTADOS Y DISCUSIONES                                  | 47  |
| 5.1 Efecto del año de destete                               | 48  |
| 5.2 Efecto de la época destete sobre el peso al destete     | 50  |
| 5.3 Efecto del sexo sobre el peso al destete                | 51  |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 5.4 | Efecto del número de parto sobre el peso al destete | 52 |
| 5.5 | Efectos del padre sobre el peso al destete          | 53 |
| 5.6 | Heredabilidad para el peso al destete ajustado      | 54 |
| 5.7 | Diferencia esperada de progenie                     | 57 |
| 5.8 | Respuesta a la selección                            | 66 |
| 6   | CONCLUSIONES  | 68 |
| 7   | RECOMENDACIONES                                     | 70 |
| 8   | REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS                          | 71 |

## LISTADO DE TABLAS

|    |   | <b>Pag.</b> |
|----|---|-------------|
| 1  | Clasificación de la exactitud según Andersen (2001)   | 37          |
| 2  | Clasificación de la exactitud según Guitou (1998)   | 38          |
| 3  | Rango de valores de los DEPs evaluación Angus 2007  | 40          |
| 4  | Análisis de varianza para el peso al destete en la raza cebú Brahman.                                       | 48          |
| 5  | Frecuencia de la media aritmética y error estándar para peso al destete según el año de destete             | 49          |
| 6  | Frecuencia de la media aritmética y error estándar para peso al destete según la época de destete           | 50          |
| 7  | Frecuencia de la media aritmética y error estándar para peso al destete según el sexo del becerro           | 51          |
| 8  | Frecuencia de la media aritmética y error estándar para peso al destete según el número de parto de la vaca | 52          |
| 9  | Frecuencia de la media aritmética y error estándar para peso al destete según el reproductor                | 53          |
| 10 | Componentes de varianza entre padre y dentro de padre utilizados para el estimativo de la heredabilidad     | 55          |
| 11 | Diferencia esperada de progenie y exactitud para los reproductores evaluados en la hacienda Mundo Nuevo     | 58          |
| 12 | Rango de clasificación de los DEP's encontrados   | 59          |
| 13 | Mejores 10 padres según el valor del DEP's y la exactitud   | 64          |
| 14 | Comparación múltiple de cuatro toros seleccionados con una de referencia                                    | 66          |

## LISTA DE FIGURAS

|   |  | <b>Pag.</b> |
|---|--|-------------|
| 1 | Diferencia esperada de progenie y exactitud para peso al destete ajustado (270 días) de los toros en evaluación - Hacienda Mundo Nuevo | 62          |
| 2 | Tendencia fenotípica del peso al destete durante los años de evaluación  | 63          |
| 3 | Representación grafica de la comparación entre DEP's   | 65          |

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a:

***Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de sucre,*** por el apoyo brindado durante todo el desarrollo de la investigación.

***Inversiones Mundo Nuevo,*** Por abrirnos sus puertas, permitirnos trabajar en sus instalaciones y ofrecernos los datos necesarios para que esta investigación sea hoy día una realidad.

***Donicer Montes, Carlos Manrique y Oscar Vergara,*** por toda su colaboración durante el transcurso de esta investigación.

## RESUMEN

**Objetivos.** Determinar la Diferencia Esperada de Progenie (DEP's) para el peso al destete del ganado Brahman como criterio de selección de futuros reproductores **Materiales y Métodos.** Se utilizaron 552 registros productivos de peso al destete de los años 1997 al 2007 de la hacienda Mundo Nuevo (San Onofre – Sucre), provenientes de 33 padres. Se estimaron los factores que afectan el peso al destete, utilizando un modelo estadístico que incluyó los efectos fijos de: año de nacimiento, época de destete, sexo del ternero, número de partos de la vaca y el efecto aleatorio del padre. Para el análisis de estos factores, se utilizó el método de los cuadrados mínimos mediante el procedimiento PROC GLM, contenido en el Statistical Analysis System (SAS, 2007). La heredabilidad fue obtenida mediante los componentes de varianza entre toro y dentro de toro, utilizando el mismo modelo descrito anteriormente, mediante el procedimiento estadístico PROC VARCOMP, método REML de SAS (2007). Las DEP's fueron calculadas a través del método Best Linear Unbiased Prediction (BLUP), mediante el procedimiento MIXED de SAS (2007), utilizando un modelo en el cual se tuvieron en cuenta los siguientes factores: año nacimiento del ternero, época de destete, sexo de la cría y número de partos. **Resultados.** El peso promedio obtenido fue  $238.5 \pm 31.6$  kg con un coeficiente de variación de 11.8%, y un  $R^2$  del 0.27, afectado significativamente por las fuentes de variación Padre, Sexo, Número de Partos y Año de nacimiento; El efecto Época de Destete se constituyó en una fuente de variación no significativa; La heredabilidad obtenida para el peso al destete fue de  $0.43 \pm 0.15$  y las DEP's variaron entre -16.9 y +17 kg, con una EXA que osciló entre 0.22 y 0.55. **Conclusiones.** Las fuentes de variación del peso coinciden con la mayoría de los reportes referenciados en la literatura; los valores hallados para la heredabilidad indican que el 57% de la variación

fenotípica de este carácter es efecto del entorno, siendo la mejor herramienta de selección la prueba de progenie o selección por pedigree. Los resultados para las DEP's evidenciaron que el 52% de la población de reproductores aporta variaciones negativas a este parámetro ( $-3 \text{ kg año}^{-1}$ ), efecto que puede ser corregido por medio de un plan de selección y cruzamiento basado en los resultados.

## ABSTRACT

**Objectives.** To determine the Difference in Expected Progeny (DEP's) for the weaning weight of the Brahmin cattle as a criterion for selection of future breeding.

**Materials And Methods.** 553 records were used productive weaning weight the years 1997 to 2007 of the farm Mundo Nuevo (San Onofre - Sucre), from 33 parents. It was estimated the heritability ( $h^2$ ) of the character and the factors affecting the weight at weaning in that farm, using a statistical model that included the effects of fixed: year of birth, weaning age, sex of calf, the number of calvings and the random effect of the sire. For the analysis of the environment and / or environmental factors the method of least squares using the procedure PROC GLM, contained in the Statistical Analysis System (SAS V8 2007) was used. The heritability was obtained through the variance components using the Varcomp procedure, of SAS V8 (2007). The DEP's were calculated using the method Best Linear Unbiased Prediction (BLUP), using a model which took into account the following factors: year birth of the calf, weaning season, sex of the calf and number of calvings. **Results.** The average weight was  $238.5 \pm 31.6$  kg with a coefficient of variation of 11.8%, and an  $R^2$  of 0.27, significantly affected by sources of variation Sire, Sex, Number of Births and year of birth; The effect of Epoch was founded Weaning a source of variation is not significant; The heritability obtained for the weaning weight was  $0.43 \pm 0.15$  and the DEP's ranged between -16.9 and + 17 kg, a EXA ranging between 0.22 and 0.55. **Conclusions.** The sources of weight variation agree with most of the reports referenced in literature; the values found for the heritability indicates that 57% of the phenotypic variation of this character is the effect of environment, to be the best tool for selecting test progeny or selection by pedigree. The results for the DEP's showed that 52% of the population of breeding brings negative changes in this parameter (3 years-1 kg), an effect that can be corrected through a plan of selecting and crossbreeding based on the results.

## INTRODUCCION

La ganadería colombiana está caracterizada por ser una actividad extractiva, con bajos niveles de inversión y un deficiente desarrollo de acciones administrativas que la promuevan empresarialmente en un mercado globalizado, que es altamente competitivo (Ruiz, 2005). Las explotaciones ganaderas bovinas en las Sabanas de Sucre y Córdoba basan su actividad técnica en el mejoramiento de potreros, nutrición, salud y administración, descuidando otros aspectos igualmente importantes. En muchos hatos ganaderos, el mejoramiento de las características genéticas no es posible determinarlas, debido a la falta de información registrada de los animales, proceso que no se ejecuta por la manifiesta reticencia de los ganaderos en aplicar este tipo de procedimiento en el manejo del hato, quien lo ve como un gasto y no como una inversión (Arrieta y Martínez, 2001).

Los estimativos de parámetros genéticos, tomando como base la información registrada de los animales individualmente, nos brinda la alternativa para valorar los animales desde el punto de vista genético, midiendo cuantas de esas variaciones son de naturaleza genética (heredabilidad) o cuanto de las características son afectadas por los mismos genes. Estos parámetros son elementos básicos e indispensables para la ejecución de programas genéticos, determinando los criterios y métodos de selección a utilizar, basados en las predicciones genéticas de las características a mejorar.

La determinación de las predicciones genéticas (Diferencia Esperada de Progenie, DEP's) nos permite seleccionar los animales genéticamente superiores, teniendo como base sus pesos o ganancias de peso; proporcionando herramientas genéticas que ayuden a utilizar los métodos de selección (pedigree,

progenie y/ò desempeño individual) y valorar aquellos animales de mayor potencial genético, permitiendo así aumentar el rendimiento del hato

Dada la importancia del sistema de producción con Cebú - Brahman, la Hacienda Mundo Nuevo desea implementar mejora genética de sus animales en el parámetros productivo peso al destete, con el fin de seleccionar aquellos individuos genéticamente superiores para utilizarlos, como futuros reproductores ya que cuenta con los insumos más importantes dentro de un plan de mejoramiento genético como son los registros donde se encuentran consignado la información genealógica.

Por lo anterior y observando el bajo porcentaje de explotaciones que aplican este tipo de tecnología, se hace necesario la realización del proyecto “diferencia esperada de progenie (DEP’s) para el peso al destete en una empresa ganadera” y así tener los criterios para seleccionar adecuadamente los animales que serán la base reproductiva de la ganadería Cebú – Brahman de la hacienda “Mundo Nuevo” del municipio de San Onofre – Sucre.

## 1. OBJETIVOS

### 1.1 GENERAL

- Determinar la Diferencia esperada de Progenie para el peso al destete del ganado cebú – Brahman de la hacienda Mundo Nuevo del municipio de San Onofre - Sucre para utilizarlo como criterio de selección de futuros reproductores.

### 1.2 ESPECIFICOS

- Evaluar la magnitud de los efectos fijos: sexo del ternero, año de nacimiento, época de destete (Seca y Lluviosa), orden de parto y la variable aleatorio padre sobre el peso al destete en el sistema cría de la hacienda Mundo Nuevo.
- Estimar el valor de heredabilidad ( $h^2$ ) para la característica peso al destete.
- Predecir la Diferencia Esperada de Progenie (DEP's) y las Exactitudes de los toros utilizados en el sistema cría de la hacienda Mundo Nuevo.
- Seleccionar los mejores animales del sistema cría de la hacienda Mundo Nuevo, teniendo como base las estimaciones de las Diferencias Esperadas de Progenie (DEP's) y la exactitud.
- Determinar el progreso genético que se puede alcanzar con el uso de los toros seleccionados con las mejores Diferencias Esperadas de Progenie (DEP's) y exactitud.

## 2. ESTADO DEL ARTE

Uno de los principios básicos de los Programas de Registros de Producción es el de utilizar los datos debidamente procesados, para seleccionar los animales superiores de la población y eliminar los de baja productividad. Por otra parte y a través de un proceso de extensión adecuado, se ofrecen al mercado animal objetivamente evaluados para que el comercio de reproductores disponga de otros datos y no solo la evaluación subjetiva la cual de manera general no guarde relación, en la mayoría de los casos, con una mayor productividad.

El trabajo del mejoramiento genético animal consiste en cuantificar el fenotipo y separar por un lado, lo determinado por el ambiente (factores no-genéticos), y por el otro, los efectos genéticos aditivos (efecto medio de la combinación de una gran cantidad de genes dependientes entre sí), para consecuentemente seleccionar los animales basados en estos valores genéticos. Una evaluación genética sobre las informaciones colectadas consiste en el proceso por el cual ocurre este cálculo de separación de los componentes de la variación poblacional y la estimación de los mencionados valores genéticos. El mejoramiento genético puede definirse como el conjunto de procesos que tiene como finalidad aumentar la frecuencia de los genes deseables o de la combinación genéticas buenas en una población (Ossa, 1998).

Según Henao (1994) y Ossa (1998), las estrategias y/o herramientas básicas para el mejoramiento genético animal se sustentan en dos bases fundamentales; La elección de animales que servirán como reproductores (selección) y los sistemas de apareamiento.

Para la realización de un programa de mejoramiento genético hay que tener en cuenta los valores genotípicos y fenotípicos; siendo el genotipo la información genética, la constitución orgánica, la estructura y la funcionalidad de cada animal y comprende todos los factores hereditarios de sus ascendientes y el fenotipo las manifestaciones externa o visibles de una característica, cualitativa (color del pelo, forma de los ojos.) y cuantitativa (producción de leche por lactancia, ganancia diaria de peso) (Osorio, 1997).

La selección de los animales consiste en identificar los de mayor producción en el hato, dándole mayor oportunidad de reproducirse e identificar los inferiores para destacarlos. Con este método se mejoran características como producción de leche, peso al nacimiento, ganancia de peso, etc. La selección es de dos tipos: natural y artificial. La selección natural hace referencia a la supervivencia de los individuos mejor dotados en condiciones ambientales en particular, y la selección artificial es la dinamizada por el hombre determinando en gran parte los animales que han de producirse en la siguiente generación (Lasley, 1970).

Según Ossa (1998), la selección es definida como el proceso mediante el cual se eligen los reproductores que dan origen a las generaciones haciendo uso de operaciones esquemáticas y secuenciales. Las operaciones que deben hacerse en el proceso de selección son:

- 1) Decidir el método de selección a utilizar;
- 2) Estimar el valor genético de cada animal candidato a reproductor;
- 3) Ordenar los individuos por su valor genético;
- 4) Decidir la intensidad de selección que se va a aplicar;
- 5) Elegir los animales.

Para identificar los mejores animales se hace indispensable conocer los parámetros genéticos de las características productivas y reproductivas, esto es fundamental para la selección de las futuras generaciones, por tal motivo, el cálculo de la heredabilidad ( $h^2$ ) de las características y las DEP's de las mismas son herramientas necesarias para una buena selección.

**2.1 Respuesta a la selección.** Es el cambio producido por la selección que afecta a la media de la población, se le conoce como progreso genético (R), lo que significa la diferencia del valor fenotípico medio entre la descendencia de los progenitores seleccionados y la generación parental antes de la selección (Pereira, 2004).

## **2.1 HEREDABILIDAD**

**Falconer (1980)** y **Henao (1994)**, la define como el coeficiente de la varianza genética aditiva sobre la varianza fenotípica. Recibe el nombre de coeficiente de heredabilidad o simplemente heredabilidad de un carácter aquella porción de la varianza fenotípica que es determinada por el efecto aditivo de los genes; comúnmente se le simboliza por  $h^2$ .

El conocimiento de la heredabilidad es de fundamental importancia para la definición de los adecuados métodos de mejoramiento. Esta puede variar de 0-1 o de 0-100%, estableciéndose los siguientes rangos:

0 – 0.25: Baja

0.25 – 0.5: Media

0.5 – 1: Alta

Cuando la heredabilidad es baja, significa que gran parte de las variaciones de las características se debe a diferencias ambientales entre individuos; es decir que hay baja correlación entre el genotipo y fenotipo, igual para el caso de la heredabilidad media, siendo el método más eficiente la selección por progenie o pedigrí. Si la heredabilidad es alta, significa que la característica tiene correlación entre el genotipo y fenotipo; por lo tanto el método más eficiente de selección es desempeño individual (Ossa, 1998).

**Freitas (2003)**, estimó las covarianzas, varianzas y heredabilidad de 829 animales de la raza Canchim nacidos entre los años 1969 a 1991 en Sao Carlos estado de Sao Paulo Brasil. Para la evaluación, los datos fueron analizados por el método de máxima verosimilitud restrictiva (REML) obteniendo resultados para el peso al nacimiento con valores de  $0.34 \pm 0.01$ ,  $0.30$  para peso al destete y  $0.28$  para peso a los 12 meses.

**Martins et al. (2003)**, estudiaron 688 registros de peso al nacimiento y al destete de la raza Nelore para estimar la media, los coeficientes de heredabilidad y las correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales para estas dos características. El análisis estadístico fue realizado a través del método de cuadrados mínimos. Los promedios para el peso al nacer y al destete hallados fueron de  $32,77 \pm 3,37$  y  $190,81 \pm 37,37$  kg respectivamente. Los estimativos de heredabilidad fueron realizados por medio de correlaciones intraclase entre medio hermano paterno proveniente de 84 reproductores obteniendo valores de  $0,59 \pm 0,14$  y  $0,42 \pm 0,13$  para peso al nacer y al destete respectivamente.

**Cabrera et al. (2001)**, analizaron 25,746 datos para el peso al destete de becerros Nelore registrados en Brasil; con el fin de estimar algunos parámetros genéticos

considerando las variables o efectos fijos en modelo matemático: rebaño, época, año, sexo y alimentación y en el efecto aleatorio: los efectos genéticos directos y maternos y los efectos del ambiente permanentes de la vaca, obteniendo un promedio de  $188 \pm 16.19$  Kg al destete y un índice de herencia de 0.25 y 0.10 para el efecto directo y materno respectivamente.

**Garnero et al. (2001)**, utilizando animales de la raza Nelore, estimaron los parámetros genéticos para pesos a 240 días utilizando el método REML, con Modelo Animal, que incluyó como fijos los efectos de grupo contemporáneos (constituido por rodeo, época del año, sexo y régimen alimentar) y clase de edad de la vaca al parto (<36, 36-47, 48-59, 60-71, 72-119 y >120 meses), y como aleatorios los efectos genéticos directo, materno y de ambiente permanente de la vaca. La heredabilidad directas ( $h^2_a$ ) obtenida fue de 0.52.

**Mello et al. (2002)**, estimaron las tendencias genéticas de 6,517 registros del peso al nacer (PN), al destete (PD) y a los 12 meses de edad (P12) en ganado de la raza Canchim correspondiente a los años de 1953 y 1996. Los estimativos de heredabilidad fueron hallados a través del modelo de máxima verosimilitud restrictiva libre de derivada obteniendo un valor de 0,39; 0,48; y 0,63 para PN, PD y P12 para el efecto directo y de 0,03; 0,04; y 0,05, para el efecto materno respectivamente.

**Mañotti et al. (2003)**, estimaron los parámetros genéticos y ambientales para el peso al destete (ajustado a 205 día de edad) de 31,830 registros de producción obtenidos de machos y de hembras de la raza Nelore correspondiente al periodo de 1984 - 1994, proporcionados por la Asociación Paraguaya de Criadores de Nelore. La heredabilidad del peso al destete fue estimada por el método animal

univariado a través del modelo mixto Mixe Model Equations (MME) obteniendo un índice de herencia de 0.25 directo y 0.08 para el materno.

**Buttarello y De Oliveira (2003)**, estimaron parámetros genéticos para el peso a los 8 y 12 meses de edad en bovinos de la raza Guzerat en el estado de Campus municipio de Selvíria, Mato Grosso al sur de Brasil, nacidos entre los años de 1978 y 1997. El índice de herencia fue calculado por el método de máxima verosimilitud restringida usando un algoritmo libre de derivadas obteniendo un valor de 0.14 para peso a los 8 meses y 0.08 para el peso a los 12 meses.

**Castaño *et al.* (2003)**, analizaron 5,324 datos para el peso la destete de la raza Brahman de tres haciendas ubicadas en el departamento de Sucre (Colombia), entre los años de 1994 y 2002. La heredabilidad fue estimada por la correlación Intraclase entre medios hermanos paternos a través del programa estadístico de SAS (2001) y el modelo empleado por Harvey (1998) obteniendo un coeficiente de  $0.10 \pm 0.01$ .

**Manrique (2003)**, utilizo 1,505 datos para peso al nacer y 26,170 para el peso al destete provenientes de 629 toros Cebú Brahman evaluados y registrados en Colombia. Para estimar los parámetros genéticos utilizo la metodología de mejores prredictores lineales insesgados, con un modelo bivariado de padres utilizando como efecto fijo el grupo contemporáneo (animales del mismo sexo, año de nacimiento, época y zona de procedencia) y como efecto aleatorio el efecto del padre. La heredabilidad calculada para el peso la nacer fue de 0.48 y para el peso al destete de 0.45.

**Elzo et al. (2003)**, utilizaron los datos de crecimiento de terneros del rebaño multirracial Sanmartinero y Cebú del Centro de Investigación la Libertad entre los años de 1971 y 1996 con el objetivo de estimar parámetros genéticos (heredabilidad, interactibilidad y correlaciones) para el peso al nacimiento y al destete (ajustado a 240 días). Utilizaron las predicciones genéticas de tipo multirracial para estimar las covarianzas y varianzas. El índice de herencia directa para el peso al nacer en la raza Sanmartinero (SM) y el Cebú (C) fueron de 0.26 y 0.30; y al destete de 0.46 y 0.38 respectivamente. La heredabilidad materna para el peso al nacer obtuvo un valor de 0.29 (SM) y 0.36 (C) y al destete de 0.11 (SM) y 0.10 (C).

**Jiménez y Palacio (2003)**, estimaron los valores de cría y sus correspondientes exactitudes para el peso al nacer y al destete mediante la selección de registros y modelo animal utilizando 3,753 datos recolectados entre los años de 1989 y 2003 de animales de la raza Brahman y Cebú comercial, nacidos y destetados en la Hacienda Florencia ubicada en el municipio de San Onofre Sucre (Colombia). Para la estimación de la heredabilidad utilizaron el modelo mixto resuelto por SAS (2001) incluyendo los efectos del reproductor, sexo de la cría, tipo de cría, número de parto y grupo genético de la madre, edad al destete, año de nacimiento y destete. La heredabilidad estimada para el peso al nacer y al destete obtenida fue de  $0.25 \pm 0.047$  y  $0.33 \pm 0.071$  respectivamente.

**Rosales et al. (2003)**, analizaron 18,383 registros para el peso al nacimiento y 9,023 para el peso al destete de la población Mexicana de ganado Simmental y Simbrah entre los años de 1980 y 1999; utilizando el Modelo Animal de dos características con efecto aditivos directos y maternos para estimar las varianzas, parámetros genéticos y predecir valores genéticos. Las covarianzas y las varianzas genéticas fueron obtenidas a través del modelo de máxima verosimilitud

restringida usando un algoritmo libre de derivadas para calcular la heredabilidad. El índice de herencia para el peso al nacer fue 0.40 para el efecto aditivo directo y 0.10 para el efecto aditivo materno; para el peso al destete el valor fue de 0.33 para el efecto aditivo directo y 0.19 para el aditivo materno.

**Medina *et al.* (2005)**, evaluando el efecto de algunos factores ambientales y parámetros genéticos para características de crecimiento en ganado Nelore de registro en México, analizaron 3,169 registros para Peso al nacimiento (PN) y 1,885 para Peso al destete (P205) obtenidos entre los años 1995 – 2000, con el fin de determinar la heredabilidad de estas características y la correlación entre ellas. Los análisis se realizaron mediante el uso de un modelo lineal general y máxima verosimilitud restringida, empleando como efectos fijos el grupo contemporáneo (año, sexo, época y hato) y el efecto aleatorio aditivo directo, obteniendo como resultados una heredabilidad estimada de  $0.31 \pm 0.10$  para PN y  $0.43 \pm 0.12$  para Peso a los 205; y una correlación genética de  $0.29 \pm 0.14$  entre ambas.

**Gressler *et al.* (2002)**, determinaron la heredabilidad del peso al destete (P240), en hembras de la raza Nelore en el estado Mato Grosso do Sul (Brasil), mediante el método de máxima verosimilitud restringida, utilizando la metodología MTDFREML y el Modelo Animal, hallando un valor  $0.48 \pm 0.20$ .

**Martinez *et al.* (2007)**, analizando 3,209 registros de peso al destete ajustado a 205 días, de una población de ganado Sardo Negro en México y utilizando un modelos estadísticos que incluyo los efectos fijos de hato, año, época de nacimiento del animal (Seca y Lluviosa) y sexo (Macho o Hembra) y el efecto aleatorio del residual, mediante el uso de procedimientos con modelos lineales generales y de máxima verosimilitud restringida libre de derivadas, hallaron un valor de heredabilidad de  $0,27 \pm 0,14$  para esa característica.

**Verde (2007)**, evaluando 4,715 registros de peso al destete (205 días) para la raza Brahman en el estado Yaracuy (Venezuela) mediante el uso del Modelo Animal con el procedimiento GLM de SAS (2001) y considerando los efectos de sexo, año, mes de nacimiento y edad de la madre al parto como fijos y los de padre y madre del becerro como aleatorios, reporta un índice de herencia directo, materno y total de 0.11; 0.24 y 0.28 respectivamente.

**Parra et al. (2007)**, mediante el análisis de 38,553 registros obtenidos entre los años 1989 – 2003 provenientes de animales de la raza Brahman de registro en México, determinaron los índices de heredabilidad directa ( $h^2_d$ ), heredabilidad materna ( $h^2_m$ ) y la correlación entre las mismas ( $r_{dm}$ ) para las características de crecimiento Peso al Nacimiento (PN), Peso Destete (PD205) Peso al Año (P365) y Peso al los 550 días de edad (P550), mediante el uso de un Modelo Animal univariado ajustado que incluyó los efectos aleatorios de semental, madre y residual y los efectos fijos de grupo contemporáneo (hato, sexo, año y época de nacimiento) y la covariable lineal y cuadrática de edad de la madre, hallaron valores de  $h^2_d$  y  $h^2_m$  para PN de 0.36 y 0.16 respectivamente; para P205 de 0.22 y 0.08; P365 de 0.25 y 0.20; y de 0.23 y 0.13 para P550 días; las correlaciones ( $r_{dm}$ ) obtenidas fueron -0.86, -0.83 y -0.52 para PN, P365 y P550 días respectivamente.

**Quintero et al. (2007)**, estimaron los componentes de (co)varianza y los parámetros genéticos para la característica peso al destete en animales de las razas Brahman y cebú comercial en Colombia, incluyendo o no el efecto genético materno por medio del Modelo Animal, mediante el uso del programa MTDFREML. Se consideraron cinco modelos que incluyeron como efectos fijos el grupo genético materno, el número de partos, el grupo contemporáneo y como aleatorios los efectos genéticos directos y maternos y los efectos del ambiente permanente materno, además del efecto del error residual. Los coeficientes de heredabilidad directa fueron de medios a bajos ( $h^2_a$ , 0.10 a 0.29) en todos los modelos. Los

modelos que incluyeron el efecto genético materno presentaron valores de heredabilidad materna bajos ( $h^2_m$ , 0.07 a 0.17).

**Espinoza *et al.* (2008)**, analizando 59,965 registros de peso al destete a los siete meses de edad (PD7) de becerros Cebú, nacidos entre 1988 y 2001 en cinco centros genéticos de Cuba, reportaron un valor de heredabilidad directa de 0.05, utilizando un Modelo Animal univariado y 0.06 cuando fue utilizado un modelo bivariado.

**Silva *et al.* (2008)**, evaluando 10,874 registros de la raza Nelore (1976 – 2001) provenientes de tres estados del sur de Brasil para determinar el efecto del genotipo y el ambiente sobre el peso al nacimiento (PN), peso al destete (P205) y peso a los 550 días de edad (P550), utilizando la metodología REML y un Modelo Animal que incluía los efectos aleatorios aditivos directos, maternos y residual, y los fijos del grupo contemporáneo, régimen alimenticio, condición de crianza y edad de la madre al parto como co-variable lineal y cuadrática, obtuvo valores de heredabilidad directa con rango para los tres estados entre  $0,38 \pm 0,04$  a  $0,56 \pm 0,08$ ; de  $0,22 \pm 0,03$  a  $0,47 \pm 0,05$  y de  $0,35 \pm 0,03$  a  $0,51 \pm 0,05$ , respectivamente, para PN, P205 e P550 y para la heredabilidad materna de  $0,19 \pm 0,03$  a  $0,31 \pm 0,03$  y de  $0,16 \pm 0,08$  a  $0,48 \pm 0,07$ , respectivamente, para PN e P205.

**Souza *et al.* (2008)**, teniendo como objetivo ponderar los parámetros genéticos y evaluar las interacciones genotipo x ambiente para peso al destete (205 días) en la raza Nelore, evaluó 46,390 registros obtenidos durante 27 años en dos regiones de Brasil (Pantanal y Goias), mediante el programa MTDFREML que considero un modelo estadístico con los efectos fijos de grupo contemporáneo (finca, sexo, estación y año de nacimiento) y la edad de la vaca como covariable lineal y cuadrática, y los efectos aleatorios genéticos directos, maternos y el ambiente

permanente de la vaca. Presentan una heredabilidad directa 0.34 y materna de 0.07 para la región de Pantanal; y 0.27 y 0.09 para Goias respectivamente.

**Montes *et al.* (2008)**, con el objeto de estimar la heredabilidad y las correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales para peso al nacimiento (PN) y peso al destete (PD) en animales de la raza Brahman, analizaron 612 registros obtenidos entre los años 1996 y 2003 pertenecientes a dos empresas ganaderas del departamento de Sucre (Colombia), mediante el modelo MIXED de SAS V. 8.0, que incluyo como efectos fijos el año, época, sexo, numero de partos y finca, y como efectos aleatorio el padre para ambas características. Los valores de heredabilidad para las características evaluadas fueron 0.16 y 0.37 (PN y PD respectivamente), y las correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales -0.2, 0.14 y 0.26 respectivamente.

**Ríos (2008)**, realizó una revisión de literatura usando 337 artículos científicos publicados entre los años 1946 y 2006, donde presenta 2,689 estimadores para 5 parámetros genéticos y 3 características de crecimiento pre-destete en bovinos. Para peso al destete las medias de los estimadores de heredabilidad directa, materna, correlación genética entre efectos directos y maternos y la heredabilidad total fueron: 0.27, 0.17, -0.23 y 0.25; y en el caso específico para la raza Brahman los resultados son: 0.26, 0.13, -0.13 y 0.22 respectivamente.

**De Lira *et al.* (2008)**, realizando una revisión de 67 artículos publicados entre los años 1995 – 2005 de revistas indexadas nacionales e internacionales, analizó los resultados de estimativos de parámetros genéticos para razas cebuinas de carne, para características productivas y reproductivas, hallando un promedio de heredabilidad directa, materna y total para características productivas de 0,33; 0,09 y 0,27 para peso al nacimiento; 0,27; 0,08 y 0,21 para peso a los 120 días; 0,28; 0,12 y 0,24 para peso al destete y 0,31; 0,10 y 0,26 para peso al año,

respectivamente; y para las características reproductivas de 0.50, 0.46 y 0.16 para perímetro escrotal a los 365 días, 550 días de intervalo entre partos respectivamente.

### **2.3 FACTORES QUE AFECTAN EL PESO AL DESTETE**

El crecimiento de los animales está representado por el incremento del peso del animal en diferentes fases de su vida. El crecimiento predestete es uno de los caracteres importantes en la selección de bovinos de carne, ya que es una medida para evaluar la habilidad materna, además es de gran importancia económica ya que generalmente el ternero alcanza el destete alrededor de los ocho meses de edad con aproximadamente el 42% de su peso final (Ossa *et al*, 2005). La característica peso al destete es muy compleja ya que tiene cuatro componentes: 1) efecto genético aditivo directo que es aportado para crecimiento, el cual está dado por la mitad del valor genético aditivo del padre y la mitad del valor genético aditivo de la madre, 2) efecto genético materno, el cual es expresado como un valor fenotípico de la madre (capacidad lechera) medido como una parte del componente del valor fenotípico de su hijo para el peso al destete, 3) efecto ambiental materno (ambiente permanente) y 4) efecto ambiental directo, el cual incluye factores tales como época de parto, año de parto, edad de la madre, edad al destete, entre otros (Quintero *et al.*, 2007).

**2.3.1 Efecto del sexo de la cría.** El sexo del ternero es una fuente de variación que incide de manera positiva sobre los machos, en promedio, estos son más pesados que las hembras durante la época de destete, debido al mayor potencial de los primeros para ganar peso (Ossa *et al*, 2005).

Montes y Pereira (2005) analizando 698 registros de pesos al destetes, hallaron que el sexo es una fuente de variación altamente significativa para el peso a los 270 días en bovinos de la raza Brahman, estos autores informan que los machos son en promedio 17.94 kg, más pesados que las hembras (251.53 kg vs 233.59 kg), lo que equivale a una variación del 7.4%; de igual manera, Verde (2007), analizando 4.715 registros de peso a los 205 días entre los años 1965 y 2003 para la misma raza, reporta que el sexo es una fuente de variación altamente significativa, registrando un peso promedio para los machos de  $164.8 \pm 0.8$  kg, y  $152.3 \pm 0.8$  kg, para las hembras, observándose una diferencia de 12.5 kg. McManus *et al.*, (2002) en un trabajo realizado en EMBRAPA donde fueron analizados 4.469 registros de partos obtenidos entre los años 1976 y 1999, reporta que el sexo de la cría incide de manera significativa sobre el peso al destete en ganado de carne, concluyendo, que en promedio los machos son 3 kg más pesados que las hembras (135 kg vs 132 kg), bajo condiciones de pastoreo; de igual manera Mendoça *et al.* (2003) reportan el mismo efecto del sexo sobre el peso al destete, afirmando que en promedio los machos ( $151,68 \pm 6,41$  kg) son más pesados que las hembras ( $146,27 \pm 2,73$  kg) a los 240 días de edad para terneros mestizos Nelore x Hereford. Ribeiro y Col. (2001), analizando 5.463 registros provenientes de toros con más de seis hijos en un trabajo realizado en el estado de Paraíba (Brasil), bajo condiciones de pastoreo en la época de lluvia y con suplementación durante la época seca, para evaluar la heredabilidad del efecto materno y directo de las características de crecimiento en bovinos de Nelore, reportan que el sexo influye de manera positiva en el peso a los 205, 365 y 550 días de edad; de igual manera Pimenta Filho *et al.*, (2001) reportan el mismo efecto del sexo sobre las tres edades anteriormente mencionadas para la raza Guzerá. Otros autores como Souza *et al.*, (2000) evaluando 105.465 registros obtenidos entre los años 1978 a 1994, informan el mismo efecto para esta raza a los 205 días de edad, reportando que los machos ( $152,29 \pm 0,33$  kg) son en promedio 11.93 kg más pesados que las hembras ( $147,36 \pm 0,33$  kg), presentando una superioridad del 8.10%.

Romero *et al*, (2001) analizando 1.503 registros de peso al destete para las razas Brahman, Guzerá, Nelore y sus cruces en el estado de Carabobo (Venezuela) bajo condiciones de pastoreo y con suplementación mineralizada, informan que el factor sexo es una fuente de variación que afecta el peso al destete (205 días), favoreciendo el peso de los machos en 19.1 kg, por encima del peso de las hembras, lo que representa una variación del 11%. Otros autores como Quintero *et al*, (2007), Montes *et al*. (2008) y Medina *et al*, (2005), reportan que el sexo es una fuente de variación altamente significativa para el peso al destete, de igual manera, Parra *et al*, (2007) afirma que este factor afecta significativamente esta variable, sin embargo, dicha fuente de variación en este trabajo está incluida como parte del grupo contemporáneo organizado.

**2.3.2 Efecto del número del parto.** Esta fuente de variación puede ser evaluada mediante el número de partos o mediante la edad de la vaca. En este caso, el efecto del número de partos o la edad de la vaca en el peso al destete está influenciado por las diferencias intra-específicas en el comportamiento de cada animal, factores asociados a la edad del ternero al destete y por variaciones de alimentación y de manejo dentro y entre años. Todas estas variaciones también están asociadas a las modificaciones morfofisiológicas, sufridas por las vacas, con el avanzar de la edad o el número de partos (Ossa *et al*, 2005).

Montes y Pereira (2005), informan que el número de partos es una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0.01$ ) para el peso al destete en ganado Brahman, demostrando que vacas jóvenes (primer parto) y vacas viejas (>6 partos), destetan terneros menos pesados que las vacas entre el segundo y quinto parto; de igual manera Verde (2007), para esta misma raza registra que el efecto del número de partos afecta el peso al destete significativamente ( $P < 0.01$ ), reportando que las vacas presentan una tendencia de incremento de peso al destete desde el primer parto (153.2 kg) hasta alcanzar su punto máximo al cuarto

parto (163.3 kg) comenzando a declinar a partir del sexto, hasta llegar a su valor mínimo (152.1 kg) a los doce años de edad (décimo parto). Souza *et al* ,(2000), reporta que la edad de la vaca es un factor que afecta el peso al destete en terneros de la raza Nelore a los 205 días de edad, presentando que vacas primíparas y con edades por encima de los 174 meses, destetan terneros con pesos por debajo de  $153.33 \pm 0.33$  kg. Romero *et al*, (2001) confirman lo reportado anteriormente, afirmando que la edad de la vaca es una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0.01$ ) para el peso al destete en las razas Brahman, Nelore, Guzerá y sus cruces a los 205 días de edad, en general informan que las vacas con edades entre 4 y 8 años destetan terneros más pesados que las vacas con edades por encima de los nueve años.

Autores como Montes *et al*, (2008) y Quintero *et al*, (2007) reportan efecto altamente significativo del numero de partos sobre el peso al destete para la raza Brahman, de igual manera, Ribeiro *et al*. (2001), McManus *et al*, (2002), y Pimenta Filho *et al*, (2001), informan el mismo efecto para las razas Nelore x Hereford, Nelore y Guzerá respectivamente, coincidiendo en que las vacas primerizas y las de más de seis partos destetan terneros menos pesados que las vacas de segundo hasta quinto parto.

**2.3.3 Efecto de la época de destete.** El efecto de la época de destete, está estrechamente relacionado con las variaciones climáticas y la disponibilidad de alimentos. Estas condiciones influyen sobre el crecimiento de los animales criados específicamente a régimen de pasto. En general en las zonas ecuatoriales y dentro de ellas en Colombia en particular; existe un contraste entre la época de verano (seca) e invierno (lluvia) ya que en la primera hay disminución de las lluvias, disminución en la oferta de forraje y en la calidad de éste. En cambio en el invierno la oferta de forraje y la calidad de las pasturas aumentan afectando el

desempeño del animal y con ello su peso en esta fase ya sea directamente o indirectamente a través de la madre (Ossa *et al*, 2005).

Verde (2007), para la raza Brahman en Venezuela, reporta el efecto de la época de nacimiento sobre el peso al destete como una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0.01$ ), registrando que los animales nacidos a comienzos de año (Febrero) pesan en promedio  $173.2 \pm 1.4$  kg, y los animales nacidos en Julio pesan  $156.9 \pm 1.5$  Kg, registrando una variación del 10.4% en los 5 meses.

Souza *et al* (2000), en una evaluación de los efectos del ambiente que afectan el peso al destete en regiones tropicales de Brasil para ganado Nelore, reporta que la época de nacimiento se constituye en una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0.01$ ) para este parámetro, afirmando que los terneros presentan mejor desempeño cuando nacen en los meses de julio a noviembre ( $162.01 \pm 0.73$  kg); de igual manera Ribeiro *et al*, (2001), reporta efecto significativo de la época de nacimiento sobre el destete para esta misma raza, afirmando en sus resultados que las condiciones climáticas de la región y el manejo adoptado en los diferentes lugares de evaluación inciden sobre el desempeño de cada animal para el peso a los 205 días de edad, no obstante, este autor reporta este efecto como parte del grupo contemporáneo evaluado, no dejando bien claro en qué época se presentan los mejores desempeños.

Mendoça *et al*,(2003), presentaron resultados similares a los reportados anteriormente, para ganado de carne, afirmando que la época de nacimiento se constituye en una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0.01$ ) para el peso a los 205 días, presentando valores de  $151.54 \pm 4.86$  kg, para el mes de septiembre y valores de  $143.47 \pm 5.05$  kg para el mes de octubre, observándose una reducción del 5.3% con relación al primer mes.

Otros autores como Pimenta Filho *et al*, (2001) y Quintero *et al*, (2007), reportan efectos significativos de la época de nacimiento y destete sobre el peso al destete para las razas Guzera y Brahman respectivamente, afirmando que las dos fuentes de variación inciden significativamente en este parámetro, en evaluaciones con grupos contemporáneos.

Contrario a los resultados revisados, Medina *et al*, (2005) evaluando 1.885 registros de peso al destete en 5 estados de México para la raza Nelore, informan que la época de nacimiento no afectó significativamente el peso al destete, presentando promedios de  $168.9 \pm 2.19$  kg, para la época seca,  $162.1 \pm 2.2$  kg, para la época de lluvias y  $169.6 \pm 2.1$  kg, para la época de nortes (octubre – enero), la no significancia estadística puede estar asociada a la suplementación alimenticia realizada durante la época de escasez; efecto similar es reportado por Montes y Pereira (2005) para la raza Brahman, quienes informan que la época en la que se desteta el ternero es una fuente de variación no significativa sobre la expresión del peso al destete, presentando promedios de 241.63 kg para la época seca y 241.91 Kg para la época de lluvias, lo que se atribuye al sistema de manejo de la hacienda y oferta de forraje durante las dos épocas a lo largo del año.

**2.3.4 Efecto del año nacimiento.** Montes y Pereira (2005), afirman que el efecto del año sobre el peso al destete está influenciado por las condiciones climáticas que varían año tras años en cada región, principalmente, por la precipitación, el fotoperiodo y la humedad relativa que afecta directamente la calidad y disponibilidad del forraje en las praderas. Así mismo Ossa *et al*, (2005) sostiene que este factor también se ve afectado por el manejo zootécnico empleado en las fincas y por las variaciones en la composición del hato a través del tiempo.

Montes y Pereira (2005), evaluando registros de pesos al destete de la raza Brahman durante 7 años comprendidos entre 1997 y el 2003, hallaron que el año de nacimiento es una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0.002$ ) para el peso al destete, observando que los mayores pesos en este parámetro se registraron entre los años 1997, 1999 y 2002 ( $255.7 \pm 18.17$ ;  $245.5 \pm 27.71$  y  $246.5 \pm 30.28$  kg respectivamente); de igual manera autores como Quintero *et al.*, (2007) y Verde (2007) respectivamente, reportan efecto significativo ( $p < 0.01$ ) del año de nacimiento para la misma raza, coincidiendo en el concepto que las variaciones climáticas (lluvias, humedad relativa, oferta de forraje, etc.), ambientales e intrínsecas de cada finca cambian año tras año, afectando significativamente este parámetro.

En la literatura está ampliamente reportado (Mendoza *et al.*, 2003; Ribeiro *et al.*, 2001; Pimenta Filho *et al.*, 2001; Souza *et al.*, 2000; Romero *et al.*, 2001 y Medina *et al.*, (2005) que el efecto del año de nacimiento y de la época de destete, afectan el peso al destete (205 días de edad), presentándose estos factores como fuentes de variación altamente significativas para esta variable, en las razas Brahman, Nelore, Guzerá y sus cruces.

**2.3.5 Efecto del padre.** El efecto del padre sobre el peso al destete es reportado por Montes *et al.* (2008) y Montes y Pereira (2005) como una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0.01$ ) para la raza Brahman; de igual manera Verde (2007), para esta misma raza, informa que el padre es un factor de variación altamente significativo ( $P < 0.01$ ) para el peso a los 205 días, aportando un progreso a este carácter a lo largo de los años en el hato. Romero *et al.*, (2001) evaluando la producción de ganado Brahman y sus cruces por absorción a Nelore y Guzerá, hallaron que el padre es una fuente de variación altamente significativa para el peso al destete en estas razas, presentando una superioridad de la raza Brahman frente a las razas Nelore y Guzerá para el peso a los 205 días de edad.

Otros autores como Ceró *et al*, (2001) analizando 1.548 registros de destetes en una evaluación de parámetros genéticos de crecimiento para el ganado Cebú Cubano Blanco, reportan que el padre no es una fuente de variación que afecte el peso al destete; de igual manera lo reporta McManus *et al*, (2002) para ganado de carne tipo cebuino, atribuyendo este efecto a la proximidad de parentesco entre los progenitores.

### **3. DIFERENCIA ESPERADA DE PROGENIE (DEP´s)**

Es el valor resultante de una evaluación genética, estimado simultáneamente para cada individuo que conforma la población en control (toros, vacas y productos), representa la mitad del valor genético estimado del individuo y estima la capacidad de transmisión de genes de un individuo a su descendencia para una determinada característica. Es la diferencia que se espera que la progenie de un determinado individuo produzca en promedio, con relación al promedio de la progenie de otro individuo o base genética utilizada. Las DEP´s son herramientas muy importantes y fáciles de ser usadas, pues son informaciones directas que expresa el valor real genético del individuo. Las DEP´s dependen de la heredabilidad de la característica, las correlaciones con características incluidas en la evaluación, el número de datos utilizados, las relaciones entre los animales con información y la distribución de la información en el hato (BIF, 2002)

Los DEP´s para un carácter dado se calculan utilizando los registros de comportamiento propio del animal y el comportamiento de antecesores, hermanos completos, medios hermanos y progenie. De este modo, el DEP´s de un animal para un carácter dado es el mejor estimador individual del mérito genético del animal para ese carácter debido a que toda la información genética disponible y

conocida se ha utilizado en el procedimiento de evaluación. Los valores de DEP's pueden ser positivos, negativos y / o cero. Se expresan en la misma unidad de medida que la característica evaluada ("kilos" las de desarrollo o "cm" para la circunferencia escrotal). Los DEP's predicen el verdadero mérito genético de un toro, basándose su cálculo no sólo sobre su propia performance, sino también sobre la información de performance disponible sobre sus progenies y parientes cercanos (Guitou y Monti, 1998)

No siempre los valores de DEP's altamente positivos son los mejores y los valores negativos los peores. Los mejores valores de DEP's son aquellos que se ajustan a los objetivos de selección y producción de carne establecidos por cada ganadero en particular. En general, según aumenten los valores de DEP's para el peso al destete y para peso al final, también aumentan los valores para peso al nacimiento en la mayoría de los animales, con el consiguiente incremento de partos distócicos.

La DEP's o "Diferencia Esperada entre Progenies" de los toros es un estimador de las diferencias en su valor genético, es decir, de la calidad genética que ellos transmiten a sus hijos. La DEP's predice la diferencia que tendrán grupos de futuros hijos de ellos en la misma población. Las DEP's de toros sólo pueden compararse en un mismo análisis, toros de diferentes análisis no se pueden comparar. (Plasse *et al*, 2004)

En la genética de bovinos de carne la discusión de "efectos directos" y "efectos maternos", tiene su origen en la importancia que tiene el peso al destete, y en la dificultad de usar éste para evaluar los toros genéticamente para crecimiento, ya que en el peso al destete influyen muchos factores y no solamente los efectos individuales (directos) de los genes para crecimiento. Las diferencias entre

animales para esta característica se deben a (1) los genes que el animal ha recibido del padre, (2) los genes que ha recibido de la madre, (3) el ambiente materno (producción de leche de la madre y caracteres psicológicos relacionados con la forma en que ella cría su becerro, llamado también habilidad materna) y (4) el ambiente no materno que rodea al animal (pastos, clima, enfermedades, etc.). En la prueba genética de toros siempre ha preocupado la separación de estos efectos, especialmente los efectos directos y maternos. Además, el efecto materno cuyo principal componente es la capacidad lechera, tiene también una determinación genética, de manera tal, que un toro transmite a sus hijos e hijas genes para el crecimiento (efectos genéticos aditivos directos), pero también genes para la capacidad lechera (efectos genéticos aditivos maternos) (Plasse *et al*, 2004)

### **3.1 INTERPRETACION DE LAS DEPs**

Para ilustrar como los criadores deben interpretar los DEP's, consideremos dos toros, el A y el B. Supongamos que el toro A tiene un DEP's para peso al destete de 16 kilos y el toro B de 6 kilos, la comparación de ambos DEP's nos dice que debemos esperar que los hijos del toro A pesen, en promedio, al destete 10 kilos más que los hijos del toro B ( $16 - 6 = 10$  kgs); siempre y cuando ambos reproductores entoren hembras de similar mérito genético. La comparación de toros padres utilizando DEP's debe ser siempre dentro de una misma raza, nunca entre razas (Guitou y Monti, 1998).

### **3.2 CONFIABILIDAD**

La precisión, valor que acompaña a cada DEP's es la expresión de su confiabilidad e indica en qué medida el valor de DEP's se va a cumplir y reflejar en

la progenie. Los valores de precisión oscilan entre 0 y 1 y cuanto más cercano es a 1, mayor confiabilidad tiene el valor hallado de DEP's y menos posibilidades de cambios (BIF, 2002). La precisión aumenta a medida que se incrementa la información de la progenie, hijos y nietos, de un reproductor. Por el contrario, cuando el valor de la precisión es bajo, el margen de error o variación genética es mayor.

Desde un punto de vista práctico los DEP's permiten elegir los toros a usar en un rodeo y la confiabilidad de las mismas, ayudan a determinar si esos reproductores pueden ser utilizados en forma masiva.

La precisión que acompaña la DEP's es la correlación existente entre el valor genético estimado por ella y el valor genético real, e Indica el grado de confianza que se puede asignar a la DEP's. Cuando esta precisión es cerca de cero, la DEP's es poco confiable y es susceptible a cambios en el tiempo. Cuando es cerca de uno, la DEP's es muy confiable y no cambiará en forma importante en futuras evaluaciones, es decir, quedará constante a través de los años. Dos toros comparables con precisiones altas transmitirán sus diferencias en DEP's con alta seguridad y se puede predecir de las diferencias en sus DEP's la diferencia en los promedios de los dos grupos de hijos que van a producir (BIF 2002).

La magnitud de la precisión (P) de la DEP's de un toro, resultado de un análisis de un carácter determinado, depende de: (1) Índice de herencia para el carácter en la población respectiva (cuando es más alto, mayor será la P); (2) tipo y cantidad de información disponible (del propio animal, de sus hijos, antecesores, medio hermanas etc. Cuando más cercano el parentesco y más individuos con información disponibles, mayor será la P). En la práctica, la información del animal y la de sus hijos es lo que más vale; (3) número de rebaños en los que tiene hijos el toro evaluado (más rebaños, mayor es la P); (4) número de hijos del toro y su

distribución entre rebaños (cuando más hijos y mejor distribuidos, más alta es la P); (5) número de otros toros con hijos y la cantidad y distribución de éstos entre rebaños (cuando más alto es el número de estos toros y mayor el de sus hijos y la distribución de ellos más adecuada, mayor es la P); (6) la exactitud con que se logre en el diseño y análisis definir los grupos de animales que son influidos de la misma forma por efectos no genéticos (grupos contemporáneos) y como es la distribución numérica entre estos grupos (BIF, 2002).

Es importante también de observar que un toro tendrá para sus diferentes características evaluadas una precisión diferente para cada una de ellas, debido a que tienen índices de herencia distintos y número de hijos distintos. Por ejemplo, el peso a 18 meses, por lo general, tiene un índice de herencia mayor que el peso al destete (Plasse *et al*, 2004).

Otra manera de expresar la exactitud es por medio del cálculo de un estadístico denominado rango o intervalo de confianza con el cual se obtiene un rango de valores dentro de los cuales esperamos que caiga el valor real de la predicción dada cierta probabilidad y un grado de confianza lo cual en la mayoría de los casos se fija en 68% ó 95%, esto cuantifica el error que podemos cometer al comprar un toro (semen) con una baja precisión. Este valor depende de la precisión, si ésta es baja, el intervalo es grande, si es alta, éste es pequeño. El intervalo de confianza debe ser calculado en cada análisis y dado para cada precisión y cada carácter en la información ofrecida al potencial comprador. Existe también otro método estadístico denominado error típico de la predicción, el cual recibe también la denominación de posibilidad de cambio (PC). Este, simplemente, es una manera alternativa de representar el intervalo de confianza. A todo efecto, tanto exactitud, como los intervalos de confianza y la posibilidad de cambio, son valores que están íntimamente correlacionados. No obstante, la exactitud tiene ciertas ventajas sobre los otros dos estimadores en el sentido que, el ganadero no necesita saber nada acerca de la variabilidad genética del carácter para interpretar

la exactitud. Si observa que el valor publicado de la misma supera el 90% sabe que puede depositar su confianza, independientemente de la característica que se esté evaluando. Lo mismo no se puede decir del intervalo de confianza o de la posibilidad de cambio. (BIF 2002).

Andersen (2001), presentó una guía para el uso de los valores de exactitud (Tabla 1), a través de ella podemos evaluar la confiabilidad que podemos tener con las DEP's y está en relación directa con la cantidad de información utilizada en el cálculo de la predicción, sin embargo, se puede destacar que todos los reproductores que dispongan de DEP's, pueden ser comparados directamente aunque tengan valores de predicción diferentes.

**Tabla 1 Clasificación de la exactitud según Andersen (2001)**

| RANGO DE EXACTITUD             | CONFIABILIDAD | POTENCIALIDAD CAMBIO |
|--------------------------------|---------------|----------------------|
| < 0.30 (Py P+) <sup>b</sup>    | Bajo          | Alto                 |
| 0.30 a 0.80<br>(Progenie baja) | Moderado      | Moderado             |
| > 0.80<br>(Progenie alta)      | Alto          | Bajo                 |

<sup>b</sup> Pedigrí (P) t pedigrí plus (P+) DEPs típicamente tiene exactitudes numéricas menores de 0.30.

Otra clasificación es planteada por Guitou (1998), quien referencia la clasificación de la exactitud en tres grandes rangos, tal como se ilustra en la Tabla 2.

**Tabla 2 Clasificación de la exactitud según Guitou (1998)**

| <i>EXATITUD (EXA)</i> | <i>SIGNIFICADO</i>  |
|-----------------------|---------------------|
| <b>0.1 a 0.3</b>      | Confiabilidad Baja  |
| <b>0.3 a 0.7</b>      | Confiabilidad media |
| <b>0.7 a 0.99</b>     | Confiabilidad Alta  |

Fuente: Guitou (1998)

Las DEP's pueden ser clasificadas como directas o maternas, las directas predicen caracteres del toro mientras que las DEP's maternas predicen caracteres de las hijas del toro. Las diferencias entre los DEP's directos y maternos también se relacionan con la fuente de los datos utilizados en su cálculo. Los valores directos son calculados para la facilidad de parto, el peso de nacimiento, peso al destete, peso al año, perímetro escrotal, largo de la gestación, etc. Los valores maternos son calculados para los caracteres de facilidad de parto, leche y peso de destete. Sin embargo, no todas las asociaciones de razas calculan DEP's para cada uno de estos caracteres (Andersen, 2001).

El DEP's para peso al destete directo es el mejor estimador del crecimiento pre destete, mientras que el DEP's para la producción de leche es el mejor estimador del mérito genético de la influencia materna de la madre (habilidad de producción lechera, primariamente) sobre el peso de destete de la progenie. (Briones, 2001)

### **3.3 USO CORRECTO DE LOS DEP's COMO HERRAMIENTA DE SELECCIÓN**

En la actualidad, los DEP's son la mejor herramienta de selección que dispone el productor para modificar las características productivas de su rodeo en la dirección

deseada, pero los progresos se concretarán en la medida que haga un uso correcto de los mismos.

Podemos resumir en cinco los pasos que deben seguirse para utilizar los DEP's correctamente:

### **1. Determinar sus objetivos de selección.**

Esto hace referencia a la misión y visión con que fue creada la empresa ganadera, por ejemplo:

- Reproducción
- Crecimiento
- Aptitud lechera
- Calidad carnicera

### **2. Obtener la Evaluación Genética.**

En la actualidad la mayoría de las Asociaciones de Criadores de ganado están organizando evaluaciones de reproductores. En Colombia, **ASOCEBU**, ha presentado en los últimos años la evaluación genética de Toros Cebú Brahman en la cual se destacan principalmente características evaluadas como peso al nacimiento, al destete ajustado y peso ajustado a los 18 meses para el año 2007, la evaluación referencian los toros líderes para varias características, entre ellas peso al destete. Esta guía evaluativa puede ser consultada en la página electrónica, de **ASOCEBU**, ([http://asocebu.com/getdoc/9e27d008-fd7d-41aa-9163-55fc66140ee/Evaluacion\\_genetica\\_2007.aspx](http://asocebu.com/getdoc/9e27d008-fd7d-41aa-9163-55fc66140ee/Evaluacion_genetica_2007.aspx)) y el objetivo principal es proporcionar a los criadores una herramienta para valorar genéticamente a los

animales, y así el productor puede aumentar el potencial de rendimiento de su hato a través de la utilización de toros de mayores potenciales genéticos.

### **3. Ver los valores extremos de los rangos de DEP's para las distintas características.**

Los valores de DEP's que figuran para cada característica, ya sea para el peso al nacer o al destete, etc, oscilan entre dos valores extremos.

El siguiente es un ejemplo tomado de la Evaluación de Reproductores Angus (ERA) 2008, para ilustrar como se presentan los rangos, los cuales variaran con cada evaluación anualmente (Tabla 3).

**Tabla 3. Rango de valores de los DEPs evaluación Angus 2007**

| <b>Carácter</b>         | <b>Rangos de DEP's (Kg)</b> |
|-------------------------|-----------------------------|
| Peso al nacer           | -2.6 a 3.4                  |
| Peso al destete         | -18.5 a 21.6                |
| Peso a los 18 meses     | -36.4 a 47.4                |
| Circunferencia escrotal | -1.0 a 1.7                  |

Tener en cuenta estos extremos es fundamental al elegir un reproductor incluido en la evaluación, puesto que sabrá cuán lejos o cerca del máximo o del mínimo se encuentran los DEP's a seleccionar por Usted.

#### **4. Determinar los valores aceptables de DEP's para su sistema de producción.**

Una vez cumplidos los pasos anteriores, queda por determinar que reproductores presentan aquellos DEP's que se encuadran dentro de sus objetivos para su sistema de producción específico.

#### **5. Prepararse para hacer concesiones.**

Es de esperar que al cambiar una característica productiva se modifique otra, que está genéticamente correlacionada, no siempre en la dirección deseada. Por tal motivo, al considerar la que deseamos modificar debemos estar preparados para hacer concesiones. Se sabe, por ejemplo, que el incremento del peso al nacimiento trae dificultades de partos y disminución en la producción lechera. En este sentido se podría generar un índice de selección que combine las características evaluadas, de tal manera que la selección por índice "atenue" las deficiencias de una característica con la superioridad de otra.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 ASPECTOS GENERALES DE LA HACIENDA.

La hacienda Mundo Nuevo se encuentra ubicada en el corregimiento del Pueblito, municipio de San Onofre – Sucre, en la Subregión del golfo de Morrosquillo. Este municipio está ubicado en la parte septentrional del departamento de Sucre, rodeada de 56 Km de costa frente al mar, las coordenadas geográficas son 9° 8' de latitud norte y 9° 10' de latitud sur y en el punto de 75° 40' longitud Oeste de Greenwich; con una altura de 100 m.s.n.m. Ecológicamente la zona es clasificada como zonobioma tropical alternohidrico Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), (1969). Topográficamente el 80% del terreno de la hacienda Mundo Nuevo es plano e inundable en los periodos lluviosos, el 20% restante presenta topografía semi-ondulada, registra una temperatura promedio anual de 27 °C y una pluviosidad de 1400 a 1600 mm anuales, marcada en un periodo lluvioso, en el que caen 85% de las lluvias, distribuidas en los meses de mayo a octubre, y un periodo seco, desde noviembre hasta abril.

La hacienda posee una extensión de 241 Hectáreas, distribuidas en 10 potreros divididos proporcionalmente y delimitados por cercas eléctricas. Posee buena disponibilidad de agua y abundantes pastizales en los que predominan Angleton (*Dichantium aristatum*) en un 70%; Colosoana (*Bothriocloa pertusa*) y Brachiarias (*Brachiaria sp*) en un 30%. El manejo alimenticio de los animales se realiza teniendo como base las pasturas existentes, bajo el sistema rotacional, con 15 días de ocupación y 30 días de recuperación por potreros y una carga animal de 1.5 UGG/ha. En los meses de poca pluviosidad, los animales con baja condición corporal son suplementados con semilla de algodón, melaza, salvado de arroz y

ensilaje de maíz. A todos los animales se les suministra sal mineralizada al 6% y bloques multinutricionales durante todo el año.

El destete se realiza los diez primeros días de cada mes, cumplidos los nueve meses de edad del animal. Los pesos al destete fueron ajustados a los 270 días, para estandarizar el efecto de la edad del ternero al destete, a través de la ecuación:

$$PAD = \frac{PD - PN}{E} * 270 + PN$$

Donde:

PAD = Peso ajustado al destete

PD = Peso al destete

PN = Peso al nacimiento

E = Edad al destete

## 4.2 METODO DE ANÁLISIS

La información que se analizó en el presente estudio corresponde a 552 registros productivos de peso al destete de los años 1997 – 2007, los cuales contenían la siguiente información: número de padre, sexo de la cría, año de nacimiento del ternero, fecha del destete, número de partos de la vaca y pesos al destete de la cría. Para el análisis de los factores del entorno y/o ambientales se utilizó el método de los cuadrados mínimos mediante el procedimiento PROC GLM, contenido en el Statistical Analysis System (SAS V8 2007). El modelo estadístico incluyó los efectos fijos: año de nacimiento, época de destete, sexo del ternero, número de partos de la vaca y el efecto aleatorio del padre. (Reproductor o Toro)

**El Modelo estadístico utilizado fue el siguiente:**

$$Y_{ijklmn} = U + A_i + B_j + C_k + P_l + Z_m + E_{ijklmn};$$

Donde:

$Y_{ijklmn}$  = Peso ajustado al destete del ternero (kg)

U = Media general del peso

$A_i$  = Efecto del i-ésimo año de nacimiento del ternero (1997 -2007)

$B_j$  = Efecto de la j-ésima época de destete del ternero (invierno, verano)

$C_k$  = Efecto del k-ésimo sexo del ternero. (Macho, Hembra)

$P_l$  = Efecto del l-ésimo parto de la vaca. (Grupo 1- Grupo 2- Grupo 3 y Grupo 4)

$Z_m$  = Efecto aleatorio del m-ésimo toro (33 toros)

$E_{ijklmn}$  = Residual

Para la estimación de heredabilidad ( $h^2$ ) de la variable dependiente estudiada se utilizó el procedimiento Varcomp, de SAS V8 (2007); con lo cual se obtuvieron los componentes de varianza entre toro y dentro de toro, calculándose, con estos componentes, la heredabilidad. El modelo estadístico incluyó los mismos efectos fijos y aleatorios utilizados para el análisis de factores ambientales.

La fórmula para calcular la heredabilidad fue:

$$h^2 = \frac{4 * \delta^2_t}{\delta^2_t + \delta^2_e}$$

Donde:

$\delta^2_t$  = estimativo de los componentes de varianza de toro.

$\delta^2_e$  = estimativo del componente de varianza del error. Ossa (2003)

El error estándar de la estimativa de la heredabilidad, fue calculado según la fórmula de Suarez *et al*, (1982)

$$EE(h^2) = 4 \times \sqrt{\frac{2(n-1)(1-t)^2(1+(k-1)t)^2}{k^2(n-s)(s-1)}}$$

Donde:

n = Número total de pesajes

t = indica 1/4 de la  $h^2$

$k^2$  = número ponderado de progenies por toro

s = número de toros

El sistema de evaluación desarrollado para el cálculo de la diferencia esperada de progenie (DEP's) para los toros fue el de Mejor Predictore Lineals Insesgados (MPLI) o Best Linear Unbiased Prediction – BLUP, utilizando un modelo en el cual se tuvieron en cuenta los siguientes factores: año nacimiento del ternero (1997 – 2007), época de destete (lluviosa – seca), sexo de la cría (H – M); número de partos, el cual refleja el efecto materno y como efecto genético se consideró la variable padre.

El modelo estadístico utilizado fue el mismo, descrito anteriormente para el cálculo de la heredabilidad. El procesamiento de los datos se realizó a través del procedimiento MIXED de SAS V.8.0, (2007), utilizando la información anteriormente referenciada

La predicción de los valores genéticos de los toros se expresa como diferencia esperada de progenie (DEP's), para cada uno de ellos se calculó la exactitud (EXA), teniendo en cuenta la siguiente fórmula:

$$EXA = 1 - SD/\sqrt{G} \quad (\text{Elzo } et al, 2003)$$

Donde: SD= Desvió estándar de la predicción o varianza del error de predicción  $\sqrt{VEP}$  y G = varianza entre toro

Una vez hallados los valores de DEP's y la exactitud, se procedió a ordenar los mejores reproductores (toros), teniendo en cuenta los valores obtenidos para la característica peso al destete, Los toros seleccionados conformaran la base de sementales que serán apareamiento con las vacas elite de la hacienda. Para proyectar cual sería la mejora genética alcanzada, en la siguiente generación se realizo la estimativa del progreso genético utilizando para ello el promedio de las DEP's de los animales seleccionados.

$$R = M + d_{fc}$$

Donde

**R**= progreso genético

**M** = media del hato

**d<sub>fc</sub>**= promedio fenotípica de los **DEP's** de los toros seleccionados (Ruales *et al*,2007)

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

La media hallada para el peso al destete fue de  $238.5 \pm 31.6$  kg, con un coeficiente de variación de 11.8%, y de determinación ( $R^2$ ) del 0.27 indicando que los efectos fijos y las covariables incluidas en el modelo explican en un 27.7% la características de esta variable; es considerado un coeficiente medio, pero se debe tener en cuenta que esta característica es afectada por múltiples factores (Quintero *et al*, 2007).

El valor hallado para peso al destete en esta investigación es similar al reportado por Montes *et al* (2008) para la raza Brahman, quienes reportan un peso ajustado a los 270 días de  $237.08 \pm 35.6$  kg; valores inferiores son presentados por Quintero *et al.*, (2007) y Velásquez y Álvarez (2004), para la misma raza, sin embargo otros autores como Verde (2007), Parras *et al*, (2007), Martínez *et al*, (2007), Atencio (2007) y Asocebu (2007), reportan valores ajustados de peso al destete a los 205 días, de 158.6 kg; 180.7 kg; 185.1; 180.6 y 202 kg, respectivamente para la raza Barhman.

En general el valor hallado, supera el promedio de 158 kg para la raza Brahman en América Latina reportado por Arango y Plasse (1994) al los 205 días, sin embargo, Plasse *et al*, (2002), citado por Verde (2007), indican promedios entre 162 - 163 kg Así mismo, Gómez (2003) y Gómez *et al*, (2004) obtuvieron un valor promedio similar (163 y 144 kg) para pesos al destete en ganado Brahman en Venezuela. Por otra parte, Romero *et al*, (2001) reportan pesos de 180 kg (205 días) para la raza Brahman y sus cruces, mientras que Cabrera *et al*, (2001)

y Martins *et al*, (2000) registran pesos promedio de 188.86 y 190.81 kg, en la raza Nelore ajustados a 205 días respectivamente.

El pesos al destete obtenidos en este estudio, se puede explicar: por el plan de alimentación diseñado en la finca para cubrir los periodos de escases de alimento, las buenas prácticas de manejo animal establecida y la selección permanente de las novillas de reemplazo y vacas con buenas características de producción de leche y habilidad materna.

El análisis de varianza para PD se presentan en la Tabla 4, teniendo efecto altamente significativo ( $P < 0.001$ ) para todas las fuentes de variación, excepto la época de destete.

**Tabla 4. Análisis de varianza para el peso al destete en la raza cebú Brahman.**

| F V                  | GL  | TIPO III    | Cuadrado Medio | Valor F | P > F        |
|----------------------|-----|-------------|----------------|---------|--------------|
| <b>TOTAL</b>         | 551 | 553427.7754 |                |         |              |
| <b>SEXO</b>          | 1   | 51171.71163 | 51171.71163    | 64.39   | 0.01 **      |
| <b>A. NACIMIENTO</b> | 10  | 20026.36106 | 2002.63611     | 2.52    | 0.0058 **    |
| <b>NP</b>            | 4   | 14669.36648 | 3667.34162     | 4.61    | 0.0011 **    |
| <b>EPOCAD</b>        | 1   | 3.68478     | 3.68478        | 0.0001  | 0.9457<br>NS |
| <b>PADRE</b>         | 32  | 61357.65602 | 1917.42675     | 2.41    | 0.0001 **    |
| <b>ERROR</b>         | 503 | 399768.7763 | 794.7689       |         |              |

\* Efecto altamente significativo ( $P < 0.01$ )

N.S Efecto no significativo

**5.1 EFECTO DEL AÑO DE NACIMIENTO:** el efecto del año de nacimiento, es una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0.0058$ ) sobre el peso al destete, en la Tabla 5, se observa que los mayores pesos al destete se presentaron en los años 1997, 2003, 2005 y 2006 con pesos promedios de  $252.40 \pm 20.59$ ;  $246.27 \pm 30.41$ ,  $244.35 \pm 28.43$  y  $246.95 \pm 23.86$  kg respectivamente y los pesos inferiores durante el año 2004 con pesos de  $229.32 \pm 32.31$ ; kg y el año 2007 con  $219.88 \pm 33.67$  kg .

Las variaciones del peso al destete durante los años en estudios pueden ser explicados por posibles cambios presentados en las condiciones climáticas, las cuales varían año tras años, algunos factores como la precipitación, fotoperiodo y la humedad relativa afecta directamente la calidad y disponibilidad del forraje en las praderas, de igual forma el manejo zootécnico empleado en los diferentes años y las variaciones en el número de datos por año que fueron analizados, contribuyeron considerablemente para que esta fuente de variación tuviese alta significancia sobre el peso al destete. Los resultados anteriormente anotados, coinciden con los hallados por autores como Montes *et al*, (2008), Montes y Pereira (2005), Quintero *et al*, (2007) y Verde (2007), los cuales reportan que el año es una fuente de variación altamente significativa para el peso al destete en la raza Brahman; afirmando que las variaciones climáticas (lluvias, humedad relativa, oferta de forraje, etc.), ambientales e intrínsecas de cada finca cambian año tras año, afectando significativamente este parámetro. Otros autores como *Mendoza et al*, (2003), *García et al*, (2002), Ribeiro y Col. (2001), *Pimienta Filho et al*, (2001), *Souza et al*, (2000), *Romero et al*, (2001) y *Medina et al*,(2005) reportan igual efecto del año sobre el peso al destete a los 205 días, para las razas Brahman, Nelore, Guzerá y sus cruces.

**Tabla 5. Frecuencia de la media aritmética y error estándar para peso al destete según el año de destete.**

| ANC  | N  | PROMEDIO | DS    | DPA   |
|------|----|----------|-------|-------|
| 1997 | 9  | 252,40   | 20,59 |       |
| 1998 | 46 | 233,45   | 34,42 | -19,0 |
| 1999 | 55 | 240,82   | 31,25 | 7,4   |
| 2000 | 80 | 231,51   | 26,77 | -9,3  |
| 2001 | 92 | 243,40   | 33,52 | 11,9  |
| 2002 | 70 | 242,69   | 32,17 | -0,7  |
| 2003 | 66 | 246,27   | 30,41 | 3,6   |
| 2004 | 54 | 229,322  | 32,31 | -16,9 |
| 2005 | 21 | 244,35   | 28,43 | 15,0  |

|                 |    |        |       |       |
|-----------------|----|--------|-------|-------|
| <b>2006</b>     | 28 | 246,95 | 23,85 | 2,6   |
| <b>2007</b>     | 31 | 219,88 | 33,67 | -27,1 |
| <b>Promedio</b> |    | 238.50 | 31.6  | -3,3  |

DPA=Diferencia promedio año

**5.2 EFECTO DE LA ÉPOCA DESTETE SOBRE EL PESO AL DESTETE.** La época en la cual se destetan los terneros fue una fuente de variación no significativa (Tabla 4), sobre la expresión del peso al destete. Efectos similares son reportados por Montes *et al*, (2008), Medina *et al*, (2005) y Montes y Pereira (2005), quienes hallaron que la época no constituye una fuente de variación para el peso al destete; afirman, que el manejo de la hacienda y el plan de alimentación ayudan a minimizar el impacto de la época de destete sobre este parámetro. A diferencia de estas investigaciones, otros autores como Verde (2007), Quintero (2007) y García *et al*, (2002), reportan efecto significativo de la época de nacimiento y destete sobre el peso al destete para la raza Brahman; de igual manera lo reportan Souza *et al*, (2000), Ribeiro *et al*, (2001) y Mendoça *et al*, (2003) para la raza Nelore y Pimenta Filho *et al* (2001) para la raza Guzarat.

En la Tabla 6, se observa que los promedios obtenidos para las dos épocas son similares, lo cual puede ser atribuido a múltiples factores: primero, el sistema de manejo de la hacienda, donde los terneros son alimentados durante su crianza con leche materna hasta el destete sin ninguna restricción; segundo, la buena disponibilidad de forraje para los animales a lo largo del año; y tercero al plan de suplementación ofrecido a la vaca durante la época seca.

**Tabla 6. Frecuencia de la media aritmética y error estándar para peso al destete según la época de destete.**

| <b>EPOCAD</b> | <b>N</b> | <b>PROMEDIO</b> | <b>DS</b> |
|---------------|----------|-----------------|-----------|
| 1             | 195      | 239,31          | 32,27     |

|               |     |                     |       |
|---------------|-----|---------------------|-------|
| <b>2</b>      | 357 | 238,07              | 31,40 |
| 1. época seca |     | 2. época de lluvias |       |

**5.3 EFECTO DEL SEXO SOBRE EL PESO AL DESTETE.** De acuerdo al análisis de varianza (Tabla 4), se puede observar que el sexo del ternero tuvo influencia altamente significativa ( $P < 0.0001$ ) sobre el peso al destete. Resultados semejantes fueron reportados por Montes *et al*, (2008), Verde (2007), Quintero *et al* (2007), Montes y Pereira (2005) Parra *et al*, (2007) y Romero *et al* (2001), para la raza Brahman, de igual manera Souza *et al*, (2000), Ribeiro *et al*, (2001) Medina *et al* (2005) y Mendonça *et al*, (2003) reportan efecto altamente significativo la raza Nelore y Pimenta Filho *et al*, (2001) para la raza Guzerat, los anteriores trabajos afirman que los machos son más pesados que las hembras durante la época de destete, debido al mayor potencial de los primeros para ganar peso.

En la Tabla 7, presenta los peso según el sexo de la cría, registrando que las crías machos sobrepasaron en 19.9 kg a las crías hembras, lo cual equivale al 8.4% de superioridad. La marcada superioridad en el desempeño de los terneros machos puede ser atribuida al dimorfismo sexual y a diferencias hormonales entre los machos y hembras (Montes *et al*, 2008).

**Tabla 7. Frecuencia de la media aritmética y error estándar para peso al destete según el sexo del becerro.**

| SEXO | N   | PROMEDIO | DS    |
|------|-----|----------|-------|
| 1    | 253 | 249,00   | 30,75 |
| 2    | 299 | 229,63   | 29,74 |

1. Macho      2. Hembra

**5.4 EFECTO DEL NÚMERO DE PARTO SOBRE EL PESO AL DESTETE.** El número de parto de la vaca presentó una fuente de variación altamente significativa (Tabla 4), Resultados similares a los de este estudio han sido descritos por autores como Verde (2007), Montes y Pereira (2005), Quintero *et al*, (2007) y Montes *et al*, (2008), quienes reportan efecto altamente significativo del número de partos sobre el peso al destete, de igual manera Souza *et al*, (2000), Ribeiro *et al*, (2001) y Mendoça *et al*, (2003) lo informan para la raza Nelore, Pimieta Filho *et al*, (2001) en la raza Guzerat y Romero *et al*, (2001) para las razas Brahman, Nelore, Guzerat y sus cruces; en general los autores anteriormente citados coinciden que en promedio las vacas primerizas y las de más de seis partos destetan terneros menos pesados que las vacas de segundo hasta quinto parto. A diferencia de este estudio, Segura (1990) en ganado Cebú comercial y De Oliveira y Lobo (1983) en la raza Guzerat no encontraron diferencias significativas de la edad de la vaca sobre el peso al destete.

La Tabla 8, muestra que las vacas jóvenes de primer parto y las vacas viejas con más de seis partos presentan una desventaja en comparación con las vacas de partos intermedios (entre el segundo y quinto parto). La variación del peso al destete según el número de parto de la vaca puede ser atribuida al crecimiento predestete de los terneros el cual depende en gran parte de la producción de leche de la madre (habilidad materna), la cual es menor en vacas jóvenes principalmente en primerizas y vacas viejas de noveno y décimo parto (Trenkle y Marple, 1983, Berg y Walter, 1983) citados por Montoni *et al*, (1993).

**Tabla 8. Frecuencia de la media aritmética y error estándar para peso al destete según el número de parto de la vaca.**

| NP | N   | PROMEDIO | DS    |
|----|-----|----------|-------|
| 1  | 105 | 231,08   | 34,07 |
| 2  | 131 | 242,59   | 29,48 |
| 3  | 111 | 240,85   | 28,08 |

|     |     |        |       |
|-----|-----|--------|-------|
| 4   | 86  | 238,87 | 36,84 |
| ≥ 5 | 119 | 238,13 | 30,38 |

**5.5 EFECTOS DEL PADRE SOBRE EL PESO AL DESTETE.** El efecto del reproductor es una fuente de variación altamente significativa sobre el peso al destete de los terneros (Tabla 4). Resultados semejantes han sido reportados por Montes y Pereira (2005), Montes *et al*, (2008) y Verde (2007) para la raza Brahman, de igual manera Romero *et al*, (2001) lo informa para las razas Brahman, Nelore, Guzerat y sus cruces. Efecto contrario es reportado por Ceró *et al* (2001) en ganado Cebú cubano y por McManus *et al*, (2008) en ganado tipo carne, atribuyendo este efecto a la proximidad de parentesco entre los progenitores.

La Tabla 9, referencia los toros con hijos de mayores pesos al destete. Esta variación de pesos se puede debe al efecto aditivos de los genes que son trasmitidos a sus descendientes, esto está determinado por los padres y puede ser utilizada con fines prácticos para realizar mejoras en la característica peso al destete, puesto que los reproductores (padres), aportan el 50% de sus genes a la progenie, aunque este parámetro puede estar influenciado por otros efectos los cuales por falta de información no se incluyeron en el modelo propuesto.

**Tabla 9. Frecuencia de la media aritmética y error estándar para peso al destete según el reproductor.**

| PADRE | N  | PROMEDIO | DS    |
|-------|----|----------|-------|
| 130-9 | 9  | 267,50   | 29,86 |
| 151-4 | 21 | 245,30   | 25,94 |
| 151-6 | 18 | 245,00   | 34,86 |
| 181-1 | 6  | 256,67   | 17,10 |
| 243-5 | 7  | 246,91   | 46,41 |
| 286-8 | 9  | 248,69   | 29,09 |
| 320-4 | 9  | 245,97   | 19,97 |
| 332-6 | 50 | 241,24   | 26,88 |

|        |    |        |       |
|--------|----|--------|-------|
| 795    | 8  | 225,15 | 26,07 |
| 338-5  | 50 | 236,19 | 35,60 |
| 407-7  | 51 | 236,65 | 34,05 |
| 413-7  | 9  | 256,28 | 20,49 |
| 440-4  | 5  | 244,27 | 26,54 |
| 449-1  | 7  | 241,95 | 33,02 |
| 4702-3 | 32 | 244,38 | 25,16 |
| 489-2  | 12 | 235,67 | 29,13 |
| 517-5  | 7  | 254,83 | 35,45 |
| 529-0  | 6  | 264,21 | 15,30 |
| 593-5  | 29 | 232,55 | 22,64 |
| 653-7  | 21 | 242,69 | 31,08 |
| 655-2  | 33 | 234,43 | 33,09 |
| 666-3  | 12 | 248,53 | 43,81 |
| 727-0  | 10 | 226,50 | 30,33 |
| 735-1  | 24 | 229,16 | 32,36 |
| 737-4  | 12 | 249,35 | 33,57 |
| 761-2  | 6  | 277,87 | 27,39 |
| 846-8  | 16 | 236,28 | 24,73 |
| 876-4  | 8  | 233,61 | 17,01 |
| 952-3  | 27 | 220,30 | 36,91 |
| 965-3  | 5  | 199,55 | 13,20 |
| 971-5  | 5  | 236,68 | 29,08 |
| 984-8  | 9  | 228,90 | 26,83 |
| V87-5  | 19 | 219,37 | 28,76 |

Continuación **Tabla 9.**

**5.6 HEREDABILIDAD PARA EL PESO AL DESTETE AJUSTADO.** La Tabla 10, muestra los componentes de varianza entre padre y dentro de padre (error), utilizados para el cálculo de la heredabilidad. El índice de herencia calculado para el peso al destete fue de  $0.43 \pm 0.15$ , valor que se haya dentro del rango medio, citado por Ossa (1998), lo cual indica que la característica es medianamente heredable, evidenciando que el 43% de la variación fenotípica es debido a las variaciones genéticas aditivas y el 57% restante a la genética no aditiva y al entorno. El cálculo del coeficiente de heredabilidad es de gran importancia en la estimativa del valor genético de los reproductores y en la predicción de la respuesta a la selección, una vez que ella representa el producto de la varianza observada en el carácter de interés estudiado, debido a los efectos aditivos de los

genes. Por tanto, la exactitud de los estimativos del valor genético de los reproductores y de la respuesta a la selección está ligada a la precisión del estimativo del coeficiente de heredabilidad. Por tal razón, el valor hallado de heredabilidad en este trabajo sirve para estimar el valor genético de los animales y con base en estos elegir los de mayor potencial genético y eliminar aquellos de menor potencial y de esta manera contribuir a elevar la eficiencia del sistema productivo.

**Tabla 10. Componentes de varianza entre padre y dentro de padre utilizados para el estimativo de la heredabilidad**

| CARACTERÍSTICA | E- PADRE | D – PADRE | K    | h <sup>2</sup> | E.E (h <sup>2</sup> ) |
|----------------|----------|-----------|------|----------------|-----------------------|
| PD             | 96.96    | 801.34    | 16.4 | 0.43           | 0.15                  |

El valor reportado en esta investigación, es superior al reportado por Ríos (2008), quien realizó una extensa revisión de literatura sobre estimaciones de parámetros genéticos para características de crecimiento predestete de bovinos, hallando que en promedio, la heredabilidad directa para peso al destete fue de 0.37, el mismo autor citando a Koots *et al*, (1994), en un estudio similar encontró una media ponderada de los estimadores de heredabilidad directa para peso al destete de 0.24; no obstante, de la primera revisión podemos resaltar que el valor de heredabilidad hallado en le presente trabajo sobrepasa el promedio reportado para la raza Brahman (0.23; n=13), y los promedios reportados para Colombia (0.21, 0.10, 0.08, 0.09 y 0.10) por Martinez *et al*, (2006), Elzo *et al* ,(2001), Elzo *et al* ,(2001), Elzo *et al* ,(1998) y Elzo *et al*, (1998) citados por Ríos (2008), para las razas Costeño con cuernos, Sanmartinero, Romosinuano y Brahman respectivamente.

En el estudio de Ríos (2008), se destaca el peso al destete, por ser la característica con el mayor número de estimadores de heredabilidad directa (n= 504). El rango de los estimadores de heredabilidad directa para esta

característica están en el orden de 0.19, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.43, 0.50, 0.55, 0.58 y 0.62 ,para ganado criados en Australia, Francia, Uruguay, Brasil, Canadá, Kenia, España, Portugal, Bélgica y Estados Unidos. Los 504 reportes de Ríos (2008), son buenos indicadores de la gran variabilidad de los estimadores incluidos en este rango. El mismo autor, realizó un promedio de estimadores de heredabilidad directa por raza, obteniendo: Angus, 0.31 (n=67); Brahman, 0.26 (n=17); Charolais, 0.28 (n=26); Hereford, 0.24 (n=113); Limousin, 0.23 (n=13); Nelore, 0.26 (n=45) y Simmental, 0.26 (n=20). La media de los estimadores de heredabilidad directa obtenidos mediante correlación entre medios hermanos paternos (0.30; n=143) tendió a ser mayor que las medias de los estimadores correspondientes obtenidos con modelos animal (0.25; n=245), semental (0.23; n=38) y semental-abuelo materno (0.25; n=29).

De Lira *et al*, (2008) en una revisión de literatura, compilando y analizando parámetros productivos y reproductivos en ganado cebuino tipo carne, reportaron valores de heredabilidad para peso al destete (205) menores a los hallados en este estudio (0.28 vs 0.43), presentando rangos de 0.02 a 0.68 (Fridrich *et al*, 2005 y Cyrillo *et al*, 2004 citados por De Lira *et al*, 2008 respectivamente). Los valores de heredabilidad presentados en el este informe son mayores a los reportados en esta revisión para la raza Brahman, la cual presenta índices de herencia de 0.13 (Plasse *et al*, 2004 en Venezuela), 0.29 (Vargas *et al*,1998 en Estados Unidos) y 0.33 (Vargas *et al*., 2000 en Estados Unidos), reportes que se hallan, consignados en el informe de De Lira *et al*, (2008)

Por otro lado autores como Verde (2007) en Venezuela, Parra *et al*, (2007) en México; Castaño *et al*, (2003), Jiménez y Palacio (2003), Quintero *et al*, (2007), Montes *et al* , (2008) y Espinoza *et al*, (2008) en Colombia, informan valores de heredabilidad menores a los reportados en esta investigación (0.10, 0.33, 0.29,

0.37 y 0.05 respectivamente); solo Manrique (2003) reporta un valor de heredabilidad por encima del hallado en el presente informe para peso al destete en ganado cebú Brahman, registrando un índice de 0.45 para esta característica.

Martins *et al*, (2000) y Medina *et al*, (2005) reportan valores de heredabilidad para peso al destete en Nelore dentro del rango hallado en el presente informe ( $0.42 \pm 0.13$  y  $0.43 \pm 0.12$  respectivamente); no obstante, Garnero *et al*, (2001) y Gressler *et al*, (2005) presentan valores de heredabilidad directa de 0.52 y 0.48 para la misma raza, superando el valor de 0.43 hallado en este trabajo. Otros autores como Mañotti *et al*. (2003), Silva *et al*, (2008) y Souza *et al*, (2008), reportan valores de heredabilidad para peso al destete en Nelore por debajo de los hallados en este trabajo.

Valores de heredabilidad para peso al destete hallados en otras raza son reportados por Buttarello y De Oliveira (2003), en ganado Guzerat, presentando rangos de 0.14 para peso a los 8 meses y 0.08 para los 12 meses; Elzo *et al* (2003), en ganado Cebú Comercial, 0.38; Rosales *et al*, (2003) en ganado Simental y Simbrah Mexicano, 0.33; Martinez *et al*, (2007), en la raza Sardo Negro, 0.27 y Mello *et al*, (2002) presenta valores de 0.48 en la raza Cachim.

**5.7 DIFERENCIA ESPERADA DE PROGENIE.** La Tabla 11, presenta el resultado de las diferencias esperadas de progenie para los toros en evaluación, describiendo la identificación del toro, el número de progenies (n), el estimativo (DEP's) y la exactitud del mismo, para el parámetro peso al destete ajustado a los 270 días de la hacienda Mundo Nuevo.

**Tabla 11. Diferencias esperadas de progenie para los toros en evaluación**

| <b>PADRE</b> | <b>N</b> | <b>DEPs</b> | <b>EXA</b> |
|--------------|----------|-------------|------------|
| 761-2        | 6        | 17.0        | 0.22       |
| 529-0        | 6        | 14.0        | 0.22       |
| 130-9        | 9        | 13.5        | 0.27       |
| 737-4        | 12       | 6.8         | 0.33       |
| 181-1        | 6        | 5.8         | 0.21       |
| 320-4        | 9        | 5.5         | 0.28       |
| 243-5        | 7        | 4.9         | 0.23       |
| 4702-3       | 32       | 4.6         | 0.41       |
| 151-4        | 21       | 4.3         | 0.41       |
| 666-3        | 12       | 4.0         | 0.33       |
| 413-7        | 9        | 3.6         | 0.23       |
| 286-8        | 9        | 3.0         | 0.27       |
| 440-4        | 5        | 2.1         | 0.20       |
| 449-1        | 7        | 2.1         | 0.25       |
| 151-6        | 18       | 1.7         | 0.38       |
| 517-5        | 7        | 1.1         | 0.22       |
| 489-2        | 12       | -0.9        | 0.31       |
| 971-5        | 5        | -1.9        | 0.19       |
| 338-5        | 50       | -2.0        | 0.52       |
| 876-4        | 8        | -2.4        | 0.27       |
| 332-6        | 50       | -2.5        | 0.55       |
| 984-8        | 9        | -3.4        | 0.27       |
| 846-8        | 16       | -4.0        | 0.36       |
| 407-7        | 51       | -4.9        | 0.54       |
| V87-5        | 19       | -5.1        | 0.31       |
| 735-1        | 24       | -5.1        | 0.35       |
| 655-2        | 33       | -5.1        | 0.43       |
| 653-7        | 21       | -5.7        | 0.41       |
| 727-0        | 10       | -6.0        | 0.28       |
| 795          | 8        | -6.3        | 0.26       |
| 593-5        | 29       | -7.6        | 0.48       |
| 952-3        | 27       | -14.2       | 0.43       |
| 965-3        | 5        | -16.9       | 0.19       |

Los valores observados de los DEP's en esta tabla, oscilan entre -16.9 y +17 kg, presentando una diferencia de 33 kg, entre el toro que menos kilos aporta a su progenie y el que genera las crías más pesadas del hato. En la evaluación se observa en términos generales, que el 52% de los reproductores utilizados en la hacienda aportan DEP's negativos para peso al destete, generando progenies

entre -0.9 kilos y hasta -16.9 kg, por debajo del promedio de peso al destete hallado, evidenciándose el desconocimiento del merito genético de los reproductores usados en la finca.

Con base en la Tabla 12, podemos clasificar la evaluación de las DEP's reportados anteriormente en la Tabla 11, estableciendo rangos, que permitan dilucidar los mejores ejemplares.

**Tabla12. Rango de clasificación de los DEP's encontrados**

| DPEs  |       | Frecuencia | % acumulado |
|-------|-------|------------|-------------|
| -16.9 | -10.2 | 2          | 6%          |
| -10.1 | -3.5  | 9          | 33%         |
| -3.4  | 0     | 6          | 52%         |
| 0     | 3.5   | 5          | 67%         |
| 3.6   | 10.3  | 8          | 91%         |
| 10.4  | 17.0  | 3          | 100%        |

**DEP's Altamente Negativas.** Corresponde a ejemplares que presentan un promedio de -16.9 y -10.2 kilogramos de peso vivo al destete, por debajo del promedio de peso establecido para este parámetro en la finca ( $238.5 \pm 31.6$  kg); en este rango se encuentra el 6% de la población evaluada y en el se lista los ejemplar identificados con el numero **965-3 y 952-3.**

**DEP's Medianamente Negativas.** En este rango se encuentran los animales cuyo peso esperado al destete para sus crías está entre -10.1 y -3.4 kg, por debajo del peso promedio al destete establecido en esta evaluación. Este grupo corresponde al 27% de la población de reproductores evaluada, y en el se listan los reproductores identificados con el numero: **846-8, 407-7, V87-5, 735-1, 655-2, 653-7, 727-0, 795 y 593-5.**

**DEP`s Negativas Bajas.** En esta clasificación se encuentran los reproductores **489-2, 971-5, 338-5, 876-4, 332-6 y 984-8**, los cuales corresponden al 19% de la población evaluada y presentan una diferencia esperada de progenie entre -3.4 y 0 kilos de peso al destete.

**DEP`s Positivas Bajas.** Esta clasificación corresponde a los reproductores que presentan una DEP´s entre 0 y 3.5 kg de peso vivo al destete en su descendencia, sumando kilos por encima del peso al destete promedio establecido en la finca. En este rango se encuentran el 15% de los ejemplares evaluados y corresponde a los toros: **286-8, 440-4, 449-1, 151-6 y 517-5.**

**DEP`s Medianamente Positivas.** Este grupo corresponde al 24% de la población evaluada y en el se encuentra los reproductores que suman entre 3.6 y 10.3 kg de peso vivo sobre el peso promedio al destete establecido en la finca (DEP´s= 0 kg). En este rango se listan los toros identificados con el número: **737-4, 181-1, 320-4, 243-5, 4702-3, 151-4, 666-3 y 413-7.**

**DEP`s Altamente Positivas.** Esta clasificación corresponde a los ejemplares que aportan entre 10.4 y 17 kg de peso vivo al destete en su progenie, los cuales representan el 9% de la población evaluada. En este rango se encuentran los ejemplares **761-2, 529-0 y 130-9.**

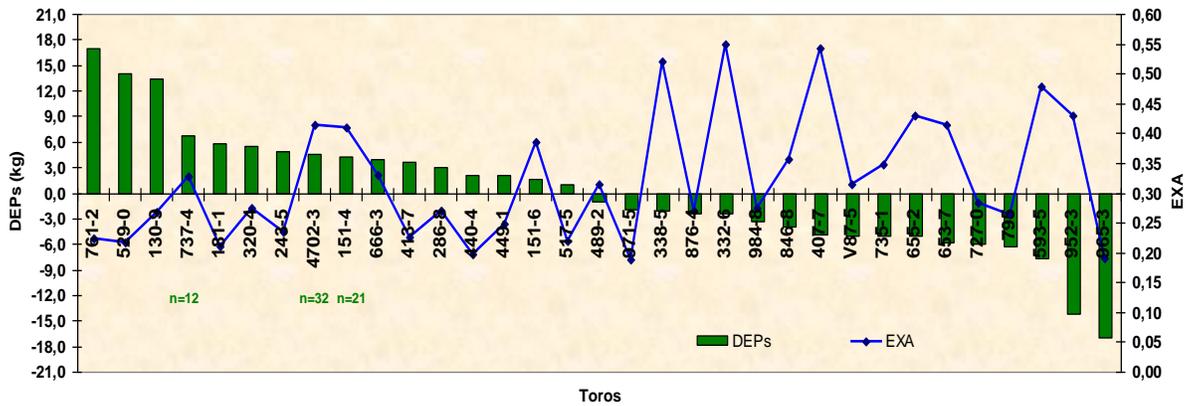
Partiendo de la clasificación anteriormente descrita, se observa que la finca se a usa en mayor proporción los ejemplares que aportan una DEP´s medianamente negativa (27%), evidenciando que este parámetro puede ser mejorado en la medida en que se masifique el uso de toros que aporten DEP´s positivas en el

rebaño. No obstante, esta clasificación solo permite evaluar la población desde un punto de vista grupal, sin evidenciar el y/o los mejores reproductores dentro del rebaño.

Para comparar reproductores dentro de la evaluación, se deben tener en cuenta además del valor de predicción esperado, la exactitud del estimativo. La exactitud se define como la relación entre el valor estimado de DEP's, y el verdadero valor de DEP's del animal; esta relación se expresa con un número entre 0 y 1, cuanto más cercano sea el valor a 1, el dato generado es más confiable y representa el verdadero merito genético del animal (Greiner, 2002); Según Guitou (1998), el valor de la exactitud se puede clasificar según lo estipulado en la Tabla 2, partiendo de estos valores, la exactitud en esta evaluación oscilaron entre 0.18 y 0.55 (Tabla 11), clasificándose como bajas y medias respectivamente. Este valor es muy dependiente del número de registros y la calidad de los mismos, haciéndose más preciso en la medida que aumenten las observaciones por reproductor (BIF, 2002). En esta evaluación se utilizo una restricción de mínimo 5 hijos por toro, con el objeto de presentar la información completa para el análisis, desechando aquellos registros que no presentaran información en una o varias de las fuentes de variación empleadas en el modelo estadístico.

En la Figura 1 se observa las diferencias esperadas de progenie y la exactitud para cada reproductor evaluado.

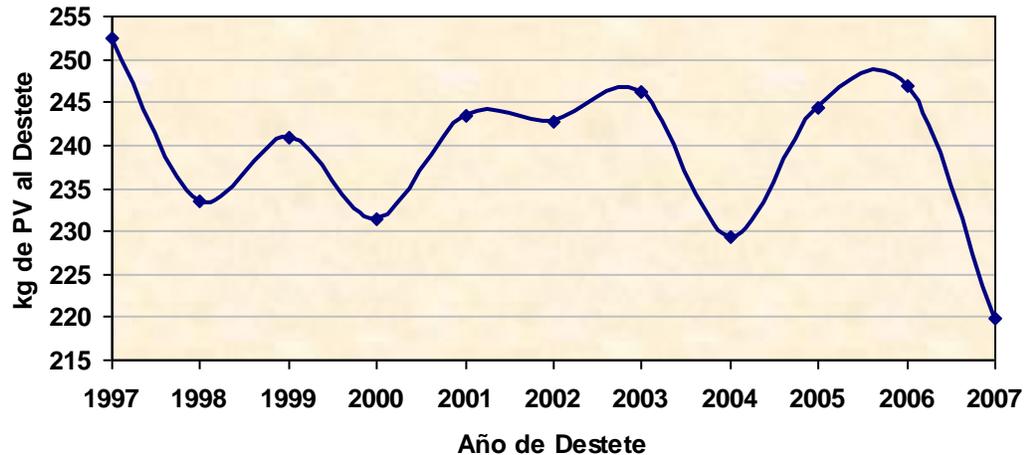
**Figura 1. DEP's y su exactitud para peso al destete ajustado (270 días) de los toros en evaluación - Hacienda Mundo Nuevo**



Tomando como referencia el número de hijos presentados en la Tabla 11, se observa que los reproductores identificados con los números **338-5** (n=50), **332-6** (n=50) y **407-7** (n=51), presentan valores de DEP's negativos, (-2, -2.5 y -4.9 kg al destete respectivamente) con una exactitud que oscila entre 0.52 y 0.55, clasificada como media, siendo estos los más utilizados en la finca. Esta información nos permiten evidenciar que el uso constante de reproductores que aportan DEP's negativas, con heredabilidad media (0.43) y un efecto de padre altamente significativo para peso al destete, han generado una tendencia negativa en el progreso fenotípico (Figura 2) a lo largo de los años, presentando una reducción promedio de -3.3 kg de peso al destete año<sup>-1</sup> (Tabla 5).

Como primera medida de esta evaluación genética se pueden descartar como reproductores los ejemplares anteriormente mencionados, basados en el valor estimado de DEP's y la EXA, los cuales indica que el merito genético de estos ejemplares es bajo comparado con otros reproductores listados en esta evaluación y que dicho merito genético no presentará cambios en el tiempo.

**Figura 2. Tendencia fenotípica del peso al destete durante los años de evaluación**



Partiendo de los criterios establecidos (DEP's y EXA) para seleccionar el o los mejores reproductores listados en la evaluación, se observa en la Figura 1, que los ejemplares identificados con los números **4702-3** (n=32), **151-4** (n=21), **737-4** (n=12) y **666-3** (12) presenta DEP's medianamente positivas (+4.6, +4.3, +6.8 y +4.0) con una EXA de 0.41, 0.41, 0.33 y 0.33 respectivamente, presentando un progreso positivo en el peso al destete; no obstante en la evaluación se presentan ejemplares con valores de DEP's más altos que los mencionados anteriormente, pero con exactitudes bajas, lo que nos indica que estos reproductores pueden tener cambios en sus predicciones a lo largo del tiempo y que el comportamiento de las DEP's dependen del número de hijos que tengan cuando sean sometidos a otra evaluación

La Tabla 13, lista los 10 mejores reproductores ordenados por DEP's, para ilustrar y justificar los reproductores elegidos anteriormente. En ella se observa que los ejemplares **761-2**, **529-0** y **130-9** que se clasifican dentro de los reproductores que aportan DEP's altamente positivas, presentan exactitudes no mayores a 0.27, motivo por el cual presentan un grado de incertidumbre mayor en

los resultados esperados. Sin embargo cabe resaltar que los reproductores anteriormente mencionados pueden ser usados cautelosamente, a fin de ser probados en próximas evaluaciones para determinar su comportamiento genético, puesto que un valor bajo de exactitud determina un grado de incertidumbre grande en los resultados esperados, sin embargo en la medida que ese animal aumente el número de registros se podrá dilucidar si cambiará su valor genético debido al aumento de la información utilizada y a la estructura de la misma (Ramirez *et al.*, 2008).

**Tabla 13. Mejores 10 padres según el valor del DEP's y la exactitud**

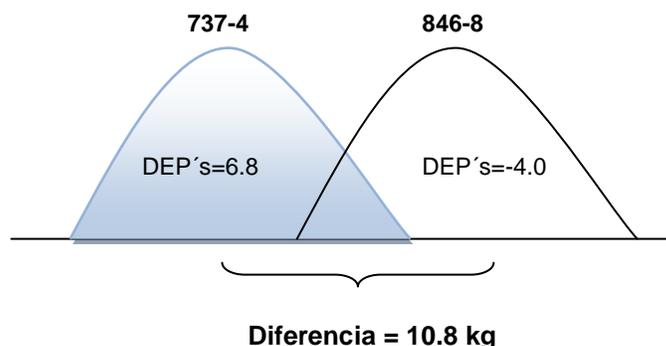
| PADRE           | n  | X             | DEP's | EXA  |
|-----------------|----|---------------|-------|------|
| 761-2           | 6  | 277,87        | 17,0  | 0,22 |
| 529-0           | 6  | 264,21        | 14,0  | 0,22 |
| 130-9           | 9  | 267,50        | 13,5  | 0,27 |
| 737-4           | 12 | 249,35        | 6,8   | 0,33 |
| 181-1           | 6  | 256,67        | 5,8   | 0,21 |
| 320-4           | 9  | 245,97        | 5,5   | 0,28 |
| 243-5           | 7  | 246,91        | 4,9   | 0,23 |
| 4702-3          | 32 | 244,38        | 4,6   | 0,41 |
| 151-4           | 21 | 245,30        | 4,3   | 0,41 |
| 666-3           | 12 | 248,53        | 4,0   | 0,33 |
| <i>Promedio</i> |    | <b>254.67</b> | 8.04  |      |

Para interpretar los valores hallados de DEP's, descritos en la Tabla 11, se deben comparar reproductores entre sí, es decir, comparemos el padre 4702-3 y el 332-6. El primero presenta un DEP's de 4.6 kg y el segundo -2.5 kg, ambos con un grado de exactitud medio, interpretando esta comparación, se esperaría que los hijos del toro **4702-3** presenten en promedio al destete 7.1 kilos más que los hijos del toro **332-6** ( $4.6 - (-2.5) = 7.1$  kg); siempre y cuando ambos reproductores entoren hembras de similar mérito genético.

La Figura 3., muestra una representación grafica de la comparación entre los toros **737-4** y **846-8**, los cuales presentan una exactitud de 0.33 y 0.36 respectivamente; interpretando la comparación entre estos reproductores, se esperaría que los hijos

del padre **737-4** pesen en promedio 10.8 kg más de peso al destete que los hijos del toro **846-8**, guardado la similitud genética de las hembras utilizadas.

Figura 3. *Representación grafica de la comparación entre DEP's*



En la Tabla 14., se realiza una comparación múltiple de 4 de toros seleccionados que presenten DEP's positivas, contra un toro de referencia de DEP's negativa listado en esta evaluación. En esta se refleja una diferencia marcada cuando se comparan los toros 761-2 con el 489-2, referenciado 17.9 kg para las futuras crías del primer reproductor comparados con las del toro de referencia. Teniendo en cuenta lo anterior y las cuatro comparaciones citadas en la Tabla 14, podemos evidenciar un crecimiento notable en las futuras crías si utilizáramos algunos de los toros seleccionados, evidenciándose una mejora genética de la característica estudiada, es decir, es aumentar el promedio general de las futuras generaciones teniendo como referencia la media general de los progenitores.

En general toda mejora que se pueda obtener en cualquier sistema productivo con los animales disponibles en ese sistema debe obedecer a un proceso sistemático de selección, hecho sobre la base de ese recurso animal, sin embargo no hay que

perder de vista que en la medida que cambia la selección el perfil genético de los animales también va cambiando, puesto que se va perfilando sobre aquellos que generen las mejores producciones, sin embargo esto puede ocasionar una pérdida de combinaciones genéticas asociadas a la resistencia y tolerancia del entorno lo que hace necesario que la selección de animales mejorantes se debe hacer en el lugar donde se van a desempeñar, puesto que la selección no genera nuevos genes (Ruales *et al*, 2007) .

**Tabla 14. Comparación múltiple de cuatro toros seleccionados con una de referencia.**

| <b>TORO COMPARADOS</b> | <b>DEP's</b> | <b>EXA</b> | <b>DIFERENCIA (kg)</b> |
|------------------------|--------------|------------|------------------------|
| <b>761-2</b>           | 17.0         | 0.22       | <b>17.9</b>            |
| <b>489-2</b>           | -0.9         | 0.31       |                        |
|                        |              |            |                        |
| <b>529-0</b>           | 14.0         | 0.22       | <b>14.9</b>            |
| <b>489-2</b>           | -0.9         | 0.31       |                        |
|                        |              |            |                        |
| <b>151-4</b>           | 4.3          | 0.41       | <b>5.2</b>             |
| <b>489-2</b>           | -0.9         | 0.31       |                        |
|                        |              |            |                        |
| <b>666-3</b>           | 4.0          | 0.41       | <b>4.9</b>             |
| <b>489-2</b>           | -0.9         | 0.31       |                        |

**5.8 RESPUESTA A LA SELECCIÓN.** Para conocer el efecto que tiene la selección se requiere calcular el desempeño de los animales provenientes de los reproductores seleccionados, con el objeto de conocer cómo cambia el promedio

de la característica a mejorar. Desde ese punto de vista se debe tener en cuenta los efectos que tiene la genética en la expresión de la característica, pues si el efecto no es transmisible no habrá mejora genética.

La relación entre la respuesta y el criterio de selección se ve reflejada en el progreso genético. Teniendo como referencia la Tabla 13., donde se listan los 10 mejores toros, podemos calcular el progreso genético, considerando el promedio de las DEP's de los animales seleccionados, siendo para este caso 8.04 kg, lo cual representa el promedio de desvío estándar de las diferencias esperadas de progenie, lo que significa que la media de la población para el peso al destete en la siguiente generación tendrá un valor de **246.54** kg evidenciándose un aumento notable en la expresión de la característica si se programan los apareamientos con los toros seleccionados.

## 6. CONCLUSIONES

- El peso al destete obtenido en esta evaluación fue de  $238.5 \pm 31.6$  kg, afectado significativamente por las fuentes de variación Padre, Sexo, Número de Partos y Año de nacimiento; efectos que coinciden con la mayoría de los reportes referenciados en la literatura. El efecto Época de Destete se constituyó en una fuente de variación no significativa, probablemente influenciado por el sistema de explotación bovina empleado en la hacienda, la buena oferta de forraje a lo largo del año y el plan de suplementación empleado en las vacas gestantes y lactantes. Sin embargo la significancia de los factores obtenidos para la variable en estudio, evidencian la necesidad de estudios más amplios con poblaciones mayores, reduciéndose los errores de la muestra, lo que posibilitaría la obtención de estimativos más exactos.
- La heredabilidad obtenida para el peso al destete fue de  $0.43 \pm 0.15$ , caracterizada como una heredabilidad media. Este valor de heredabilidad evidencia que el 43% de la variación fenotípica es debido a las variaciones genéticas aditivas y el 57% restante a efectos del entorno, siendo la mejor herramienta de selección la prueba de progenie o selección por pedigree.
- Las Diferencias Esperadas de Progenie obtenidas en esta evaluación evidenciaron que el 52% de la población evaluada aporta progresos negativos a su descendencia, obteniendo una variación fenotípica negativa durante los diez años de estudio ( $-3 \text{ kg año}^{-1}$ ) para la variable peso al destete, efecto que puede ser corregido por medio de un plan de selección y cruzamiento basado en los resultados de las DEP's obtenidos en esta evaluación.

- Los reproductores **338-5**, **332-6** y **407-7** que han sido utilizados masivamente en la finca, aportan DEP's negativas a su descendencia, con una confiabilidad media, motivo por el cual deben ser descartados de hato.
- Los reproductores que presentan las mejores DEP's son los identificados con los números: **4702-3**, **151-4**, **737-4** y **666-3**; los cuales aportan variaciones positivas en el peso al destete de su progenie con confiabilidades que minimizan el grado de incertidumbre en sus resultados a través del tiempo.
- Los padres identificados con los números: **761-2**, **529-0** y **130-9**, presentan Diferencias Esperadas positivas pero con una confiabilidad muy baja ( $< 0.27$ ), motivo por el cual deben ser usados con mucha cautela a fin de ser probados en próximas evaluaciones para determinar su comportamiento genético.

## 7. RECOMENDACIONES

- Realizar una revisión y evaluación periódica de los registros en la finca, a fin de identificar aquellos que sean inconsistentes o deficientes en la totalidad de los datos para mejorar su estructura y confiabilidad, lo que permitirá en futuras evaluaciones contar con insumos completos que no le resten información a los sistemas de evaluación y de esta manera se generen datos mucho más confiables.
- Generar evaluaciones periódicas que permitan identificar nuevos reproductores que aporten DEP's positivos a fin de tener un stock de remplazo y/o venta, que permita ampliar el abanico de opciones para no saturar el hato y el mercado con la misma genética.
- Incluir en las futuras evaluaciones el componente económico, de tal manera que permita tener más herramientas para justificar el uso de determinados reproductores, adaptando la comparación de diferencias esperadas de progenie con el componente monetario y la relación costo beneficio.
- Se recomienda en próximas evaluaciones genéticas incluir un modelo vectorial y utilizar grupos contemporáneos que permitan incluir más información en la evaluación (Administración, Potrero, Suplementación, etc.) con el objeto de utilizar la totalidad de la información disponible y la totalidad de los factores que inciden directa o indirectamente en la variable estudiada.
- Establecer un plan de mejora genética continuo y sólido que permita a la hacienda Mundo Nuevo ser cada vez más competitiva y rentable en el medio.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRERA E, GARNERO A, LÔBO B, y GUNSKI J. **Efecto de la incorporación de la covarianza genética directa-materna en el análisis de características de crecimiento en la raza Nelore.** LRRD [on line]. 2001 [ citado 12 agosto 2008] 3 (13) Disponible en: <http://cipav.org.co/lrrd/lrrd13/3/cabr133.htm>

ANDERSEN H. **El Valor de la Exactitud.** Tecnovet de México, S. A. de C.V.[en línea] 2001 [citado noviembre 3 de 2008] Disponible en: <http://www.tecnovet.com.mx/articulos/ar9valor.html>

ARANGO J, PLASSE D, VERDE O, FOSSI H, HOOGESTEIJN R, BASTIDAS P Y RODRIGUEZ R. **Producción de Brahman y sus cruces por absorción a Guzerat y Nelore en sabana. 2. peso al nacer, destete y 18 meses.** LRRD [en línea] 1999 [citado 9 de sep. 2008], 11 (3) Disponible en: [www.cipav.org.co/lrrd/lrrd11/3/ara113b.htm](http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd11/3/ara113b.htm)

ARANGO J. y PLASSE D. **Crecimiento en cruces de razas cebuínas.** In Plasse, D., Peña de Borsotti, N. y Arango, J., eds. X Cursillo sobre Bovinos de Carne. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela, Maracay. Pp. 159-198. 1994.

ARRIETA H y MARTÍNEZ E. **Estimación de parámetros genéticos para el peso al nacer en un sistema de producción en ganado doble propósito en la finca “Altamira”, municipio de Ciénaga de Oro.** Facultad de Ciencias Agropecuarias,

Departamento de Zootecnia, Tesis de pregrado. Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia, 2001.

ATENCIO A. **Veinticinco años de experiencia y resultados en la aplicación de programas de mejoramiento genético a rebaños cebú registrados en los llanos de Venezuela.** IX seminario de pastos y forrajes [en línea] 2005 [citado agosto 8 de 2008] disponible en:  
[http://www.avpa.ula.ve/eventos/ix\\_seminario\\_pastosyforraje/Conferencias/C6-AtilioAtencio.pdf](http://www.avpa.ula.ve/eventos/ix_seminario_pastosyforraje/Conferencias/C6-AtilioAtencio.pdf)

ATENCIO A. **Brahman en Venezuela pasado, presente y futuro.** IX seminario de pastos y forrajes y su utilización en sistemas de producción animal. [en línea] 2007 [citado agosto 8 de 2008] disponible en:  
[http://www.avpa.ula.ve/eventos/xi\\_seminario/Conferencias/Articulo-7.pdf](http://www.avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/Conferencias/Articulo-7.pdf)

ASOCEBU. **Evaluación genética de toros Brahman 2007.** (en línea) 2007 [citado agosto 12 de 2008] disponible en: [http://asocebu.com/getdoc/9e27d008-fd7d-41aa-9163-755fc66140ee/Evaluacion\\_genetica\\_2007.aspx](http://asocebu.com/getdoc/9e27d008-fd7d-41aa-9163-755fc66140ee/Evaluacion_genetica_2007.aspx)

ASOCIACIÓN ARGENTINA DE ANGUS. **Evaluación de reproductores angus 2008.** (citado 15 de diciembre de 2008). Disponible en:  
[http://www.angus.org.ar/index.php?page=era\\_padres#](http://www.angus.org.ar/index.php?page=era_padres#)

BIF. **Guidelines For Uniform Beef Improvement Programs.** Eighth Edition, The University of Georgia. EE. UU. 2002. p 161.

BRIONES M. **Uso de la información de parientes y pedigrí en un programa de mejoramiento.** Programa de extensión bovinos de carne. Universidad de

concepción. Facultad de Medicina Veterinaria Departamento de Ciencias Pecuarias. Santiago de Chile. 2001pp.1-7

BUTARELLO T, De OLIVEIRA J. **Análise genética–cuantitativa do peso aos 8, 12, 18 y 24 meses de idades em um rebanho da raça Guzerat.** Rev Bras Zootec [en línea] 2003 [citado 9 de sep. 2008];32 (6) (suppl.1) Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v32n6s1/19679.pdf>

CABRERA E, GARNERO A, LÔBO R, y GUNSKI R. **Effects of the Inclusion of Direct-maternal Genetic Covariance in the Analysis of Growth Traits in Nellore Cattle.** LRRD [en línea] 2001 [citado 9 de sep. 2008]; 13 (3). Disponible en: <http://www.cipav.org.co/1rrd/1rrd13/3/cabr133.htm>

CASTAÑO J, MEJIA A, y QUIJANO J. **Heredabilidad y correlaciones entre el peso al destete y a los 18 meses en un hato de ganado de carne. Resumen.** Rev. Col. Cienc. Pec. [en línea] 2003 [citado 9 de sep. 2008]; Vol. 16. (Suplemento) Disponible en: [http://rccp.udea.edu.co/v\\_anteriores/16sup/](http://rccp.udea.edu.co/v_anteriores/16sup/)

CERO A, CERVISON R, VAZQUES R, GUEVARA G, PINO M, VEGA C, NUÑEZ O y VILLAMONTES A. **Parámetros genéticos del crecimiento predestete y la prueba de comportamiento del macho Cebú Cubano Blanco.** Rev. Prod. Anim. (en línea) 2001. [citado agosto 12 de 2008] 13 (1). Disponible en: <http://www.reduc.edu.cu/147/01/1/14701118.pdf>.

CIENFUEGOS E, ORÚE M, BRIONES M, y MARTÍNEZ J. **Estimación del comportamiento productivo y parámetros genéticos de características predestete en bovinos de carne (*bos taurus*) y sus cruzas, VIII región, Chile.** Arch. Med. Vet [en línea] 2006 [citado 08 Agosto 2008], 38 (1). Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2006000100010&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2006000100010&script=sci_arttext&tlng=en)

DE LIRA T, ROSAE E, y GARNERO A. **Parâmetros genéticos de características produtivas e reprodutivas em zebuínos de corte (Revisão)**. *Ciência Animal Brasileira*, [en línea] 2008. [citado 22 de agosto de 2008] 9 (1), p. 1-22. Disponible en <http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/3655/3421>

DE OLIVEIRA, João. A y LOBO, B. Raysildo (1983). **Estudo genético do peso ao nascimento em bovinos da raça Guzerat**. *Rev. Soc. Bras. Zoot.* Vol. 12 Nº 4. Pág. 575-588.

ELZO M, MARTINEZ G, GONZALES F y HUERTAS H. **Variabilidad y predicciones genéticas aditivas, no aditivas y totales para características de carne en el rebaño multirracial Sanmartinero – Cebú del centro de investigaciones la Libertad. Resumen**. *Rev. Col. Cienc. Pec.* [en línea] 2003 [fecha de acceso 9 de sep. 2008]; Vol. 16. (Suplemento) Disponible en: [http://rccp.udea.edu.co/v\\_anteriores/16sup/](http://rccp.udea.edu.co/v_anteriores/16sup/)

ESPINOZA L, PALACIOS A, GUERRA D, GONZÁLEZ D, ORTEGA R, y RODRÍGUEZ F. **Comparación de dos modelos para la estimación de parámetros y valores genéticos del peso en ganado cebú**. *Agrociencias* [en línea] 2008 [Citado 12 agosto de 2008] 42(1). P. 29-36. Disponible en: <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2008/ene-feb/art-4.pdf>

FALCONER, D. J. *Introducción a la genética cuantitativa*, México, CECSA, 1980.

FREITAS A. **Avaliação de Procedimentos na Estimação de Parâmetros Genéticos em Bovinos de Corte**. *R. Bras. Zootec.* [en línea] 2003 [fecha de acceso 9 de sep. 2008]; 29 (1) Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n1/5736.pdf>

GARCIA G, CARDENAS C, MONTERROZA V, VALENCIA L, y MALDONADO J. **Caracterización productiva y reproductiva de las explotaciones ganaderas del bajo cauca y el litoral atlántico antioqueños Haciendas la Leyenda y la Candelaria.** Rev Col Ciene Pec [en línea] 2002 [citado 08 Agosto 2008], 15 (3). p. 293-301. Disponible en: [http://rccp.udea.edu.co/v\\_anteriores/15-3/pdf/15-3-4.pdf](http://rccp.udea.edu.co/v_anteriores/15-3/pdf/15-3-4.pdf)

GARNERO A, GUNSKI R, SCHWENGBER B, y LÔBO R. **comparación entre criterios de selección para características de crecimiento correlacionados con edad al primer parto en la raza nelore.** LRRD [en línea]. 2001 [citado 8 de Agosto de 2008] 13(2). Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/2/garn132.htm>

GÓMEZ M, PLASSE D, VERDE O. **Crecimiento de un rebaño Brahman bajo condiciones de sabana.** En: R. Romero, J. Salomón y J. De Venanzi (Eds.) XIX Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay. Venezuela, 2004 pp. 109-154.

GÓMEZ M. **Análisis genético-cuantitativo de la producción de un rebaño Brahman bajo condiciones de sabana.** Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Tesis M.Sc. Postgrado en Producción Animal. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela, 2003 96 p. [citado octubre 10 de 2008] Disponible en: <http://www.postgrado.ucv.ve/biblioteca/tesis.asp?id=TA50013&fecha=3>

GREINER S. **Understanding Expected Progeny Differences (EPDs).** Beef [en línea] 2002 [citado 12 de octubre de 2008] Virginia Cooperative Extension. Disponible en : <http://www.ext.vt.edu/pubs/beef/400-804/400-804.pdf>

GRESSLER M, PEREIRA J, BERGMANN J, ANDRADE V, PAULINO M, y GRESSLER S. **Aspectos genéticos do peso à desmama e de algumas**

**características reproductivas de fêmeas Nelore.** Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. [on line]. 2005. [citado 12 agosto 2008] 57(4). p. 533-538. Disponible en:<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v57n4/26075.pdf>

GUITOU H y MONTI A. **Interpretación y uso correcto de los DEPs como herramienta de selección.** Unidad de Genética Animal, INTA Castelar. 1998. [citado 12 de agosto Del 2008]. Disponible en: [http://www.produccionbovina.com/genetica\\_seleccion\\_cruzamientos/deps/20-interpretacion\\_deps.htm](http://www.produccionbovina.com/genetica_seleccion_cruzamientos/deps/20-interpretacion_deps.htm)

HENAO J. **Principios de Genética y Mejoramiento Animal.** Editorial UNISUR. Edición Nº 1, 1994. Pág. 234.

IGAC. **Estudio general de suelos y aptitud agropecuaria de los municipios de San Onofre, Tolú, Toluviejo y Sincelejo departamento de Sucre.** Departamento Agrológico (IGAC) Bogota, 1968.

JIMÉNEZ A, y PALACIO F. **Comparación del modelo animal y de los registros repetidos para el peso al nacimiento y el peso al destete en un hato de ganado de carne Cebú Brahman- Cebú comercial y sus cruces (Bos indicus).** Facultad de ciencias agropecuarias, Departamento de Zootecnia, Tesis de pregrado, Universidad Nacional Sede Medellín, Colombia 2003. Pág.255-270. [Citado 15 de noviembre de 2008] Disponible resumen en: [http://www.agro.unalmed.edu.co/agrodocs/index.php?link=ver\\_docs&id=95](http://www.agro.unalmed.edu.co/agrodocs/index.php?link=ver_docs&id=95)

LASLEY J. **Genética del mejoramiento del ganado.** México Editorial Hispanoamérica, 1.970. Pág.119-135

MANRIQUE, C. **Parámetros genéticos de la raza Cebú Brahman en Colombia. Resumen.** Rev. Col. Cienc. Pec. [en línea] 2003 [fecha de acceso 9 de sep.

2008]; Vol. 16. (Suplemento) Disponible en:  
[http://rccp.udea.edu.co/v\\_anteriores/16sup/](http://rccp.udea.edu.co/v_anteriores/16sup/)

MAÑOTTI A, LOPEZ M, SOLOBODZIAN A. **Parámetros genéticos y ambientales para peso ajustado a 205 días en bovinos de la raza Nelore.** Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Disponible: <http://www.unne.edu.ar/Web/syt/syt/2003/comunicaciones/04-Veterinarias/V-028.pdf>, 2003

MARTINEZ E, y ARRIETA H. **Estimación de parámetros genéticos para el peso al nacer en un sistema de producción de ganado bovino doble propósito en la finca "Altamira" Municipio de Ciénaga de Oro – Córdoba.** 2001. Disponible en:  
<http://www.softwareganadero.com/articulos/articulo26.html>

MARTINEZ J, CASTILLO S, LUCERO F, y ORTEGA E. **Influencias ambientales y heredabilidad para características de crecimiento en ganado Sardo Negro en México.** *Zootecnia Trop.* [online]. 2007 [citado 07 Agosto 2008], 25 (1). p.1-7. Disponible en:  
<http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt2501/pdf/martinez%20jc.pdf>

MARTINS A, MARTINS FILHO, R, LIMA, FRANCISCO DE ASSIS M, y BRAGA R. **Influência de Fatores Genéticos e de Meio sobre o Crescimento de Bovinos da Raça Nelore no Estado do Maranhão.** R. Bras. Zootec. [en línea] 2003 [fecha de acceso 9 de sep. 2008]; 29 (1) Disponible en:  
<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n1/5737.pdf>

MASCIOLI A, MELLO DE ALENCAR M, BARBOZA P, DE SENA M, y PEREIRA A. **Influencia de factores de meio sobre peso de animais da raça Canchim.** Rev. Soc. Bras. Zoot. 1997 25 (5). Pág.853-865.

MCMANUS C, SAUERESSIG M, FALCÃO R, SERRANO G, ANASENKO K, y PALUDO G. **Componentes reprodutivos e produtivos no rebanho de corte da embraça cerrados.** R. Bras. Zootec., [en línea], 2000, 31 (2) p.648-657 [ citado 12 de agosto del 2008].. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n2/10351.pdf>

MEDINA J, OSORIO M, y SEGURA J. **Influencias ambientales y parámetros genéticos para características de crecimiento en ganado Nelore en México.** Revista Científica, FCV-LUZ, [en línea], 2005, [citado 12 de agosto del 2008], 15 (3). p. 235 – 241. Disponible en: [http://www.serbi.luz.edu.ve/pdf/rc/v15n3/art\\_07.pdf](http://www.serbi.luz.edu.ve/pdf/rc/v15n3/art_07.pdf)

MELLO S, MELLO DE ALENCAR, CAMPOS L, TAVEIRA R y BARBOSA, P. **Estimativas de (Co)Variâncias e Tendências Genéticas para Pesos em um Rebanho Canchim** R. Bras. Zootec [En línea] 2002 [Citado el 20 de Diciembre 2008] 48(4). P. 1707-1714. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n4/13732.pdf>

MENDOÇA G, PIMENTEL M, CARDELLINO R, y OSORIO J. **Epoca de nascimento, genótipo e sexo de terneiros cruzas taurinos e zebuínos sobre o peso ao nascer, à desmama e eficiencia individual de primíparas Hereford.** Ciencia Rural, Santa Maria, [en línea], 2003 [citado El 12 de agosto del 2008], 33 (6). p.1117-1121. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v33n6/a18v33n6.pdf>

MONTES D, y PEREIRA N. **Importancia de la estimación de la diferencia esperada de progenie (DEP's) para el peso al destete en una empresa ganadera.** Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Trabajo de postgrado Esp. Universidad de Córdoba, Colombia, 2005. P.

MONTES D, VERGARA O, PRIETO E, y RODRÍGUEZ A. **Estimación de los parámetros genéticos para el peso al nacer y al destete en ganado bovino de la raza Brahman.** Rev.MVZ [on line]. 2008 [citado 28 agosto 2008], 13(1). p. 1184-1191. Disponible en: <http://apps.unicordoba.edu.co/revistas/revistamvz/mvz-131/V13N1A8.pdf>

MONTONI D, ROJAS G, VERDE O, SILVA J Y ARRIOJAS M. **Producción de un rebaño Brahman bajo condiciones de trópico húmedo .II crecimiento.** Revista Facultad de Agronomía Maracay 1993. Vol. 18. Pág. 247-286.

OSORIO C. **Mejoramiento Genético I.** En: carta fedegan. 1997. N° 43(Marzo-Abril); Pág. 70-75.

OSSA G, MANRRIQUE C, TORREGROZA L. **Como utilizar los registros para evaluar animales en la finca.** En: la investigación pecuaria regional 2. Cereté Córdoba. Centro de Investigación Turipaná. 1998 Pág. 109-111.

OSSA G, SUAREZ M, y PEREZ J. **Efectos del medio y la herencia sobre el peso al destete de terneros de la raza Romosinuano.** *Rev.MVZ Cordoba.* [en

línea] 2005, [citado 08 Agosto 2008], 10(2). p.673-683. Disponible en:[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-02682005000200009&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682005000200009&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0122-0268

OSSA G. **Herencia y medio ambiente**. En: Mejoramiento genético aplicado a los sistemas de producción de carne. Bogota- Colombia, Produmedios, 2003. Pág. 61-79; 129.

OSSA G. **La selección herramienta de mejoramiento genético**. En: **La investigación pecuaria** (regional 2). Cereté Córdoba. Centro de Investigación Turipaná. 1997. pág.99-102.

PARRA G, MARTINEZ J, GARCIA F, *et al.* **Tendencias genéticas y fenotípicas de características de crecimiento en el ganado Brahman de registro de México**. RC. [en línea]. 2007, [citado 12 Agosto 2008], 17 (3). p.262-267. Disponible en: [http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-22592007006000008&lng=es&nrm=iso](http://www.serbi.luz.edu.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592007006000008&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0798-2259.

PEREIRA J. **Mejoramiento genético aplicado a la producción animal**. Ed Fepmvz, Bello Horizonte. Cuarta edición. 2004. p. 123-125

PIMIENTA FILHO E, MARTINS G, ROCHA J, RIBEIRO M, y MARTINS R. **Estimativas de herdabilidade de efeitos direto e materno de características de crescimento de bovinos Guzerá, NO ESTADO DA PARAÍBA**. Rev. bras. zootec., [en línea], 2001 [ citado 12 de agosto del 2008], 30 (4). p. 1220-1223. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n4/6028.pdf>

PLASSE D, ARANGO J, FOSSI H, CAMARIPANO L, LLAMOZAS G, PIERRE A, y ROMERO R. **Genetic and non-genetic trends for calf weights in a Bos**

**indicus herd upgraded to pedigree Brahman.** LRRD [en línea] 2004 (fecha de acceso 9 de sep. 2008); 16 (7) Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd16/7/plas16046.htm>

QUINTERO J, TRIANA, J, QUIJANO, J y ARBOLEDA E. **Influence of maternal effect in estimating genetic parameters for weaning weight in a beef cattle herd.** *Rev Colom Cienc Pecu.* [online]. 2007 [citado 07 Agosto 2008] 20(2). p.117-123. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-069020070002000003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-069020070002000003&lng=en&nrm=iso).

RAMIREZ R, NUÑEZ R, RUIZ A, GUADALUPE J, DOMINGUEZ J Y HERNANDEZ H. **ESTABILIDAD DE LAS EVALUACION GENETICAS EN POBLACION MEXICANAS DE BOVINOS PARA CARNE.** *REv. Tecnicas Pecuarias en Mexico.* [en línea], 2008 [citado el 12 de agosto del 2008] 46 (1), p. 13-24. Disponible en: <http://www.tecnicapecuaria.org.mx/trabajos/200801145808.pdf>

RIBEIRO M, PIMENTA FILHO E, MARTINS G, ROCHA J, y MARTINS R. **Herdabilidade para efeitos direto e materno de características de crescimento de bovinos Nelore no Estado da Paraíba.** *Rev. bras. zootec.,* [en línea], 2001 [citado 12 de agosto del 2008], 30 (4) p.1224-1227. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v30n4/6029.pdf>

RÍOS Á. **Estimadores de parámetros genéticos para características de crecimiento predestete de bovinos. Revisión.** *Técnica Pecuaria en México* [en línea], 2008 [citado el 12 de agosto del 2008], 46 (1). Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=61345201>

ROMERO R, PLASSE D, VERDE O, HOOGESTEIJN R, BASTIDAS P y RODRIGUEZ R. **Absorción de Brahman a Guzerá y Nelore en pasto mejorado 2. Pesos al nacer, destete y dieciocho meses.** LRRD (en línea) 2001 [citado agosto 12 de 2008] 13 (1). Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/1/rome131.htm>

ROSALES J, ELZO M, MONTAÑA M, VEGA V, y REYES A. **Parametros genéticos para peso al nacimiento y destete en ganado Simental-Brahman en el subtropico Mexicano.** Tec Pecu Mex. (en línea) 2004 [citado agosto 12 de 2008] 42 (3). Disponible en: <http://www.tecnicapecuaria.org.mx/trabajos/200410215110.pdf>

RUALES F, MANRIQUE C, y CERON M. **Fundamentos en Mejoramiento Animal.** Ed L. Vieco e hijas LTDA, Medellin. 2007. p. 184-187.

RUIZ J. **Ganaderia y ambiente.** CIPAV [em línea] 2005 ( citado 15 de diciembre de 2008). Disponible en: [http://www.cipav.org.co/index.php?option=com\\_content&task=view&id=60&Itemid=181](http://www.cipav.org.co/index.php?option=com_content&task=view&id=60&Itemid=181)

SEGURA J. **Comportamiento hasta el destete de un hato Cebú comercial en el sur este de México.** LLRD [en línea] 1990, (citado 15 de diciembre de 2008) 2 (1). Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd2/1/mexico.htm>

SILVA J, NOGARA P, WEBER T, BOLIGON A, GRIGOLETTO J, y DE ALMEIDA M. **Efeito da interação genótipo • ambiente sobre o peso ao nascimento, aos 205 e aos 550 dias de idade de bovinos da raça Nelore na região sul do Brasil.** R. Bras. Zootec. [on line]. 2008. [citado 12 agosto 2008] 37(1), p.54-60. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37n1/v37n1a07.pdf>

SOUZA J, DOSKA M, SILVA L, GONDO A, RAMOS A, MALHADO C, *et al.* **Interacción genotipo x ambiente sobre el peso al destete de bovinos Nelore en Brasil.** Arch. Zootec. [on line]. 2008 [citado Ago. 20 del 2008]. 218(57). p.171-177. Disponible en: [http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/16\\_14\\_47\\_09InteraccionSouza.pdf](http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/16_14_47_09InteraccionSouza.pdf)

SOUZA J, RAMOS A, CAMPOS O, FHILO K, MELLO M, WECHSLER F, y FERRAZ P. **Fatores do ambiente sobre o peso ao desmame de bezerros da raça Nelore em Regiões Tropicais Brasileiras.** Ciência Rural, Santa Maria, [en línea], 2000 [ citado 12 de agosto del 2008], 30 (5) p. 881-885. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v30n5/a24v30n5.pdf>

SUAREZ M, GUERRA D, PEREZ T y BORJA A. **Manual de genética animal II y III.** Habana, Esnepes, 1982.

VELÁSQUEZ J, y ÁLVAREZ L. **Relación de medidas bovinométricas y de composición corporal in vivo con el peso de la canal en novillos Brahman en el Valle del Sinú .** Rev. Acta Agronómica, [en línea] 2004 [ Citado agosto 25 de 2008] 53(3). Disponible en: [http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/viewFile/100/216](http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/viewFile/100/216)

VERDE O. **Sistema de Producción con Bovinos de Carne en la Estación Experimental “La Cumaca” II.-** Peso a los 205 Días. *Rev. Fac. Cienc. Vet.* [en línea]. 2007 [citado 08 Agosto 2008], 48(2). p.105-110 Disponible en: [http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-65762007000200005&lng=es&nrm=iso](http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-65762007000200005&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0258-6576.