

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

HUNALDO DE JESÚS ARRIETA GUTIÉRREZ  
EVER GREGORIO MARTÍNEZ ROMERO

UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
SINCELEJO  
2001

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

HUNALDO DE JESÚS ARRIETA GUTIÉRREZ  
EVER GREGORIO MARTÍNEZ ROMERO

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título  
de Zootecnista

Director

OSCAR DAVID VERGARA GARAY  
Zootecnista

UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE ZOOTECNIA  
SINCELEJO  
2001

Nota de Aceptación

---

---

---

---

Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Sincelejo, noviembre de 2001

## DEDICATORIA

*A mi Padre Celestial, por darme la fuerza espiritual.*

*A mis padres José y Virginia, por sus esfuerzos y sacrificios para consentirme en todas mis necesidades para hacer realidad este sueño.*

*A mis hermanos Grimoaldo, Clodoaldo y José Luis, por su apoyo incondicional en todo este proceso.*

*A mi sobrino Daniel Alberto.*

***Hunaldo***

*A Dios, por darme fortaleza y sabiduría.*

*A la memoria de mi madre Idalides, que siempre fue mi guía espiritual.*

*A mi padre Pedro, por apoyarme y colaborarme sin pedir nada a cambio.*

*A mis hermanos, que con su apoyo lograron que mi sueño se hiciera realidad.*

***Ever***

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a las siguientes personas o entidades:

La Universidad de Sucre, por abrirnos las puertas del conocimiento.

La Hacienda Altamira, propiedad de Berrocal y Miranda, por su valiosa colaboración y confianza en la realización de este proyecto.

Oscar Vergara Garay, Zootecnista y director del presente trabajo.

Víctor Peroza Coronado, Ingeniero Agrónomo, por sus consejos y enriquecimiento de este trabajo.

Melba Vertel, por su colaboración en el procesamiento de la información.

Pablo Rivas y Saúl Sampayo, compañeros de lucha en el proceso de formación profesional.

Todas aquellas personas que de una u otra forma nos apoyaron en la realización de este trabajo.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	9
RESUMEN .....	11
1. OBJETIVOS .....	13
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
2. MARCO DE REFERENCIA .....	14
2.1 GENERALIDADES .....	14
2.1.1 Mejoramiento genético .....	14
2.1.2 Selección .....	15
2.1.3 Heredabilidad .....	17
2.1.4 Repetibilidad .....	21
2.1.5 Factores que afectan el peso al nacer .....	23
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	30
3.1 LOCALIZACIÓN .....	30
3.2 CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS, AGROECOLÓGICAS Y MANEJO ZOOTÉCNICO EN LA FINCA .....	30
3.3 MODELO ESTADÍSTICO .....	33
3.4 ESTIMACIÓN DE LA HEREDABILIDAD .....	35
3.5 ESTIMACIÓN DE LA REPETIBILIDAD .....	36
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	38
4.1 FACTORES QUE AFECTAN EL PESO AL NACER PARA EL CÁLCULO DE LA HEREDABILIDAD .....	38
4.1.1 Factores que afectan el peso al nacer .....	38
4.2 HEREDABILIDAD .....	47
4.3 FACTORES QUE AFECTAN EL PESO AL NACER PARA EL CÁLCULO DE REPETIBILIDAD .....	49
4.3.1 Factores que afectan el peso al nacer .....	49
4.4 REPETIBILIDAD .....	51
CONCLUSIONES .....	54
RECOMENDACIONES .....	55
BIBLIOGRAFÍA .....	57
ANEXOS .....	53

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Cálculos de heredabilidad para peso al nacer.	17
Tabla 2.	Cálculos de repetibilidad para peso al nacer.	20
Tabla 3.	Análisis de varianza para peso al nacer en ganado Bovino del Sistema de Doble Propósito para el cálculo de la heredabilidad.	36
Tabla 4.	Frecuencias, medias y error estándar para peso al nacer según el año de nacimiento.	37
Tabla 5.	Frecuencias, medias y error estándar para peso al nacer según el mes de nacimiento.	39
Tabla 6.	Frecuencias, medias y error estándar para peso al nacer según el sexo de la cría.	40
Tabla 7.	Frecuencias, medias y error estándar para peso al nacer según el número de parto.	42
Tabla 8.	Frecuencias, medias y error estándar para peso al nacer según el grupo genético del ternero.	44
Tabla 9.	Componentes de varianza entre y dentro de reproductores para calcular la heredabilidad.	45
Tabla 10.	Estimativo de heredabilidad para peso al nacimiento.	46
Tabla 11.	Análisis de varianza para peso al nacer en ganado bovino del Sistema Doble Propósito para el cálculo de la repetibilidad.	47
Tabla 12.	Componentes de varianza entre y dentro de vacas para calcular la repetibilidad.	50
Tabla 13.	Estimativo de repetibilidad para el peso al nacimiento.	50

## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Comportamiento de las medias de los pesos al nacer según el año de nacimiento	37
Gráfica 2. Tendencia del peso al nacer según el mes de nacimiento	39
Gráfica 3. Comportamiento de los pesos al nacer según el sexo de la cría	40
Gráfica 4. Comportamiento de los pesos al nacer según el número de partos de la vaca	42
Gráfica 5. Comportamiento del peso al nacer según el grupo genético del ternero	44

## INTRODUCCIÓN

Las explotaciones ganaderas bovinas bajo el Sistema de Doble Propósito en las Sabanas de Sucre y Córdoba, basan sus actividades técnicas en el mejoramiento de potreros y de los aspectos nutricionales, descuidando otros aspectos igualmente importantes.

En muchos hatos ganaderos, el mejoramiento de las características genéticas no es posible proyectarlas, debido a la falta de implementación de registros individuales de los animales, proceso que no es ejecutado debido a la manifiesta reticencia de los ganaderos en aplicar este tipo de procedimiento en el manejo del hato, quienes lo ven más como un gasto y no como una inversión. A esto se le suma la falta de programas de capacitación por parte de las entidades afines, como los centros de investigación estatal, universidades, etc.

La no puesta en práctica de este tipo de seguimiento, incide en la inadecuada selección de animales con alto potencial genético que vislumbran una explotación óptima.

Por lo anterior y observando el bajo porcentaje de explotaciones que aplican esta tecnología, se amerita la realización del proyecto "Estimación de Parámetros Genéticos para el Peso al Nacer en un Sistema de producción de ganado Doble Propósito en la Finca Altamira

Municipio de Ciénaga de Oro - Córdoba", el cual servirá como ejemplo para masificar las ventajas que le ofrece la aplicación de tecnología apropiada que permita conocer los estimativos de heredabilidad y repetibilidad y así proyectar programas de mejoramiento genético del hato, haciéndolo más rentable y competitivo, en beneficio del productor.

## RESUMEN

En este estudio se analizaron 399 datos de pesos al nacer de terneros manejados en el Sistema de Doble Propósito, provenientes de la finca "Altamira" (Ciénaga de Oro - Córdoba) para estimar la heredabilidad y repetibilidad. Se consideraron los efectos Reproductor y Vaca como aleatorios y, fijos los efectos año, mes, sexo de la cría, número de parto y raza. Para el peso al nacer, el estimativo de heredabilidad fue de  $0.45 \pm 0.18$ , el estimativo de repetibilidad fue de  $0.13 \pm 0.07$  y los factores año, sexo de la cría y vaca tuvieron efecto significativo ( $P < 0.0005$ ), ( $P < 0.0001$ ) y ( $P < 0.0338$ ) respectivamente.

## ABSTRACT

In this study we analysed 399 data on weight of double purpose calves when they born, they came from Altamira farm (Ciénaga de Oro, Córdoba). For estimating inheritable and repetitive we considered breeding and cow effects random and year, month, sex, calving number and breed effects fixed. The estimated was  $0.45 \pm 0.18$  in inheritable and  $0.13 \pm 0.07$  in repetitive on weight when calves born. Year, sex and cow had significant effect on weight when calves born.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar parámetros genéticos para el peso al nacer en bovinos del Sistema de Doble Propósito en la finca "Altamira" Ciénaga de Oro - Córdoba.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la heredabilidad ( $h^2$ ) para el peso al nacer.
- Determinar la repetibilidad ( $r$ ) para el peso al nacer.
- Determinar el efecto año, mes o época, número de partos de la vaca, sexo de la cría y grupo genético sobre el peso al nacer.

## **2. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1 GENERALIDADES**

#### **2.1.1 Mejoramiento genético**

El mejoramiento genético puede ser definido como un conjunto de procesos que tienen como finalidad aumentar la frecuencia de los genes deseables o de las combinaciones genéticas buenas en una población. Un programa de mejoramiento genético animal es la combinación de los sistemas de apareamiento y la selección, siendo éstas las dos herramientas básicas con que cuenta el ganadero y el genetista para ayudar a incrementar la producción y productividad de un hato (Ossa, 1998).

Según Ossa (1998), para un programa de mejoramiento genético es necesario la implementación de sistemas de registros confiables, cuyo análisis permita la estimativa de valores genéticos de los animales y así establecer los planes de apareamiento.

De acuerdo a Botero (1998), el mejoramiento genético se optimiza cuando los animales se seleccionan en las mismas condiciones en las cuales va a vivir su descendencia, por tanto, se debe optimizar el

progreso genético haciendo selección localmente y no basar el mejoramiento en la importación de reproductores de otras latitudes, de las cuales se espera menos progreso por la presencia de las interacciones genético - ambiental. Además, afirma que cuando se hace mejoramiento genético, las novillas y toretes deben ser en promedio superiores a las vacas y toros y por tanto, en lo posible, se les debe dar chance de expresar su producción y es mejor descartar vacas y toros que por registro han demostrado ser inferiores.

Lasley (1970), describe que las variaciones debido al ambiente son de suma importancia en la cría animal. El ambiente incluye factores tales como enfermedad, nutrición, efectos de temperatura y otros con los que el individuo se encuentra desde el momento de la concepción hasta la muerte. También afirma que la interacción de la herencia y el ambiente significa que los individuos de un fenotipo pueden comportarse más satisfactoriamente en un ambiente que en otro, lo que quiere decir, que un ambiente permite la expresión de caracteres genéticos en una raza, mientras que otro ambiente puede no hacerlo.

### **2.1.2 Selección**

Según Hernández (1998), la selección es la escogencia de los genotipos animales que van a ser los padres de la siguiente generación. también puede ser definida como un acto mediante el cual ciertos individuos en una población son preferidos sobre otros para la producción de la generación siguiente (Lasley, 1970).

Además afirma que la selección es de dos tipos: natural y artificial. La natural hace referencia a la supervivencia del individuo mejor dotado en un ambiente en particular. La selección artificial, por su parte, es practicada por el hombre; por medio de ella éste determina en gran parte los animales que han de producir la siguiente generación. Hernández (1998), considera que la selección artificial es de dos clases: La selección fenotípica y la selección genética. La selección fenotípica es la que se hace cuando se compara entre sí el comportamiento fenotípico de cada uno de los miembros de un grupo de animales. La selección genética se aplica cuando se compara un grupo de animales, no por su comportamiento, sino por el de su prole o descendencia.

La selección consiste en elegir los reproductores que dan origen a la siguiente generación, por tanto las operaciones que hay que hacer en el proceso de la selección de una forma secuencial son:

- Decidir las características a tener en cuenta en la selección (entre más características menos progreso genético).
- Decidir el método de selección a utilizar.
- Estimar el valor genético o de mejora de cada animal candidato a reproductor.
- Ordenar los individuos por sus valores genéticos.
- Decidir la intensidad de selección que se va a aplicar.
- Elección de los animales (Ossa, 1998).

La selección de reproductores es un proceso continuo, cuyo efecto, aunque relativamente pequeño, se acumula generación tras generación,

aumentando gradualmente la frecuencia de los genes favorables (Madalena, 2001).

### **2.1.3 Heredabilidad**

Según Oliver (1977), la heredabilidad es aquella fracción de las variaciones fenotípicas observadas para una característica debido a la acción génica. La heredabilidad mide en qué proporción en promedio se transmiten las características de los padres a su descendencia. (Madalena, 2001).

También se define como el parámetro más importante de la genética poblacional, y expresa que parte de la variabilidad fenotípica se debe a la variabilidad genética aditiva y se simboliza como  $h^2$  (Cardelino y Suita, 1987).

La heredabilidad puede variar de 0 a 1 ó de 0 a 100%. En general, cuando la heredabilidad varía de 0 a 0.25 es considerada baja; de 0.25 a 0.50, media y encima de 0.50, es alta (Ossa, 1997).

Además, afirma Ossa (1997), que cuando la heredabilidad es baja, significa que gran parte de la variación de las características es debida a las diferencias ambientales entre los individuos; cuando es alta significa que diferencias genéticas entre los individuos son responsables por la variación en las características evaluadas.

Según Lush, citado por Lasley (1970), los valores de la heredabilidad en una población expresan la porción de la varianza fenotípica que es debido

a la herencia. Estos valores indican las diferencias entre individuos o grupos de individuos y no son valores absolutos, es decir, que varía de una población a otra y puede variar en la misma población con el tiempo.

Según Ospina (2000), el porcentaje de heredabilidad en el peso al nacimiento es del 70% y que, en condiciones ambientales excelentes se logra una más completa manifestación de la herencia, es decir, un alto grado de heredabilidad. Pero es más real cuando se obtiene de animales criados en las condiciones naturales del ambiente de cada zona. Los niveles de heredabilidad de las características asociadas con crecimiento en poblaciones bovinas sometidas al Sistema de Doble Propósito son escasos y tan variables, que no se pueden derivar conclusiones útiles al respecto (López, 1985) y (Mujica, et al, 1990), citados por Reston (1998).

Según Quijano (1978), conocer si la heredabilidad es alta o baja es importante para hacer planes eficientes de mejoramiento. Los efectos aditivos de los genes son los que determinan la heredabilidad de una característica y, por tanto, son responsables de que la selección sea efectiva. Por otra parte, los efectos no aditivos de los genes determinan el grado de vigor híbrido o heterosis de una característica y hacen que los cruzamientos sean ventajosos (Hernández, 1998).

Los estimativos de heredabilidad para el peso al nacer han sido numerosos en diferentes razas, presentándose gran variación entre y dentro de éstas, como se puede observar en la Tabla 1.

**Tabla 1. Cálculos de heredabilidad para el peso al nacer.**

<b>Autores</b>	<b>Raza</b>	<b>h<sup>2</sup></b>	<b>Localidades</b>
Castillo et al 2000	B	0.07	México
De Oliveira et al 1983	G	0.07	Brasil
Viviana et al 1964	CH	0.11	Sao Paulo
Miguel y Cartw 1963	B	0.16	Texas
Miguel y Cartw 1963	BHO x B	0.20	Texas
Vergara et al 1998	CB	0.21	Colombia
Ossa et al 1994	R	0.22	Colombia
Arango 1995	R	0.29	Colombia
Costa et al 1987	N	0.35	Brasil
Martínez et al 1986	BO	0.36	Oklahoma
Mascioli et al 1996	C	0.36	Brasil
Berr y Robis 1968	B	0.41	México
Miguel y Cartw 1963	HO x B	0.50	Texas
Valor preferido		0.25	

Fuente: GENEY y VERGARA, 1998.

Donde:

B: Brahman; G: Guzerat; CH: Charolais; HO: Holstein; CB: Cebú Brahman; R: Romosinuano; N: Nelore; BO: Blanco Orejinegro; C: Canchim.

En Colombia, Ossa (1994), analizando 1.036 registros de peso al nacimiento de la raza Romosinuana y, Arango (1995), con 1.939 registros de la misma raza, en el Centro de Investigaciones Turipaná, obtuvieron valores de heredabilidad para el peso al nacer  $0.22 \pm 0.06$  y  $0.29 \pm 0.07$  respectivamente.

En México, Castillo et al (2000), en un estudio sobre factores genéticos y ambientales de características productivas de un hato Brahman bajo condiciones de trópico seco, reportan valores de heredabilidad para el peso al nacer de  $0.07 \pm 0.05$ .

En Brasil, Mascioli et al (1996), reportan valores de heredabilidad para el peso al nacer de  $0.36 \pm 0.06$  en la raza Canchim. Costa et al (1987) para la misma característica, con registros de los años 1976 - 1984, referente al control del desenvolvimiento de la raza Nelore, en el estado de Mato Grosso do Sul, obtuvieron una heredabilidad de  $0.35 \pm 0.02$ .

Martínez, F. y Buchanan (1989), citados por Arango (1995), con el fin de estimar algunos parámetros genéticos en ganado Blanco Orejinegro, en la estación experimental de Oklahoma, Estados Unidos, con datos recopilados durante los años 1977 - 1983, calcularon en 0.36 el coeficiente de heredabilidad para el peso al nacer; estos mismos autores en 1989, obtuvieron una heredabilidad para la misma característica y el mismo tipo de ganado de  $0.27 \pm 0.11$ .

En Colombia, Geney y Vergara (1998), analizaron 895 datos de peso al nacer en ganado Cebú Brahman para estimar la heredabilidad, obteniendo un valor de  $0.21 \pm 0.08$  para dicha característica.

En Brasil, Milagres et al (1985), estudiaron 4.249 registros de peso al nacer de raza Nelore, correspondiente a los años 1976 - 1981, en el estado de Minas Gerais, reportaron un estimativo de heredabilidad para el peso al nacer de  $0.30 \pm 0.04$ . el mismo autor reporta valores de heredabilidad para la misma característica y la misma raza (1993) de  $0.32 \pm 0.09$ .

#### **2.1.4 Repetibilidad**

Se entiende por repetibilidad la expresión del mismo carácter en épocas diferentes de la vida del individuo (Lasley, 1970).

La repetibilidad también se define como la tendencia a que se repita de manera similar los rendimientos en un mismo animal. En término estadístico es la correlación existente entre las medidas repetibles de una misma característica en un mismo individuo (Ossa, 1998).

La repetibilidad puede variar de 0 a 1 ó de 0 a 100%, estableciéndose lo siguiente: de 0 a 0.25 baja, de 0.25 a 0.50 media y de 0.50 a 1 alta.

Los valores de repetibilidad son de suma importancia conocerlos para las características de importancia económica, porque se pueden usar para seleccionar con base en futuras producciones, ya sea con respecto al promedio de la población o con respecto a otros individuos (Quijano, 1978).

Cuando la repetibilidad de una característica es alta, se pueden estimar las producciones futuras del animal a partir de pocos desempeños. Si es baja, un número reducido de producciones no será suficiente para la previsión de próximas producciones.

La repetibilidad es un parámetro estadístico propio de una población dada, para una característica determinada y para un momento dado, por lo que dicho valor no se puede extrapolar a otra población diferente en la

cual fue estimado, como también su cálculo debe realizarse año tras año, al igual que la heredabilidad.

En la Tabla 2 se pueden observar estimativos de repetibilidad para el peso al nacer en diferentes razas, presentándose gran variación entre y dentro de éstas.

**Tabla 2. Cálculos de repetibilidad para el peso al nacer.**

<b>Autores</b>	<b>Raza</b>	<b>r</b>	<b>Localidad</b>
Parker 1997	C	0.13	Brasil
Vergara et al 1998	CB	0.16	Colombia
Casanova et al 1999		0.16	Chile
De Oliveira 1989	G	0.20	Brasil
Souza et al 1995	N	0.22	Brasil
Ribeiro et al 1990	N	0.23	Brasil
Cardelino et al 1987	N	0.29	Brasil
Costa et al 1987	N	0.32	Brasil
Alencar 1985	C	0.67	Brasil
Valor preferido		0.26	

Fuente: GENEY y VERGARA, 1998.

Donde:

C: Canchim; CB: Cebú Brahman; G: Guzerat; N: Nelore

En Chile, Casanova D. et al (1999), estimaron parámetros genéticos en bovinos de leche, en la estación experimental Oromo de la Universidad de Chile, con una información recopilada desde los años 1980 - 1993, calculando una repetibilidad para el peso al nacer de 0.16.

En Colombia, Geney y Vergara (1998), para el cálculo de la repetibilidad para el peso al nacer en ganado Cebú Brahman, estudiaron 567 datos

provenientes de la finca Costa Rica (Montería), obteniendo un resultado de  $0.16 \pm 0.05$  para dicha característica.

En Brasil, Souza, et al (1995) y Costa, et al (1987), estimaron valores de repetibilidad para el peso al nacer en la raza Nelore respectivamente de  $0.22 \pm 0.02$  y  $0.32 \pm 0.02$ .

En Brasil, De Oliveira (1989), obtuvo un estimativo de repetibilidad para el peso al nacer en ganado Guzarat de 0.20. Parker (1997) y Alencar (1985), en la raza Canchim, estimaron valores respectivamente de 0.13 y 0.67 para la misma característica (Ossa y Manrique, 1998).

### **2.1.5 Factores que afectan el peso al nacer**

La importancia de este carácter radica en su alta correlación con las dificultades al parto, ya que el porcentaje de distocia se incrementa linealmente con el aumento del peso al nacer, generando gastos de atención, cesáreas y posible mortalidad de terneros, afectando la economía y rentabilidad de la cría ([www.ucm.es](http://www.ucm.es))

El peso al nacer se ve influenciado por una serie de factores que en última instancia van a determinar su expresión.

**2.1.5.1 Efecto del año de nacimiento:** En Venezuela, Martínez G., et al (1998), con datos recopilados durante los años 1984 hasta 1989 de becerros de raza Gir y Nelore pertenecientes a la estación experimental

"La Iguana" de la Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNESR), en el Estado Guárico, no encontraron diferencias significativas para el peso al nacer durante los años en estudio, ya que la diferencia entre el mejor y peor año fue sólo 1.7 Kg. Esto se debió a que en los años estudiados las vacas se encontraron bajo condiciones agroecológicas similares y de manejo.

Milagres, et al (1985), analizando 4.249 registros de animales de raza Nelore, nacidos durante los años de 1976 a 1981, en el estado de Minas Gerais (Brasil), reportan que el año de nacimiento influyó ( $P < 0.01$ ) sobre el peso al nacimiento; concluye de igual forma que los factores involucrados en la superioridad de los animales nacidos en determinados años son variados, pudiendo estar relacionados con las condiciones de clima y condiciones sanitarias.

En Colombia, Geney y Vergara (1998), analizaron registros de terneros de ganado Cebú Brahman, nacidos durante el período de 1987 a 1997, pertenecientes a la finca Costa Rica (Montería), encontrando que el efecto del año de nacimiento, fue una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0.0001$ ) para el peso al nacer, en donde concluyen que la variación del peso al nacimiento en los diferentes años puede ser debida a cambios en las condiciones climáticas, lo cual influye en la disponibilidad de forraje para los animales. También puede ser debido a los cambios de manejo y administración en los años de estudio.

En Brasil, Souza et al (1995), reportaron que el año de nacimiento es una importante fuente de variación ( $P < 0.001$ ) sobre el peso al nacer en

ganado Nelore. Tonhati et al (1986), en la misma raza no encontraron diferencia significativa ( $P > 0.01$ ) del año de nacimiento sobre el peso de la cría.

En Brasil, De Oliveira et al (1983), en ganado Guzerat, y Pereira et al (1989), en ganado Nelore, encontraron diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) del año de nacimiento sobre el peso al nacer.

**2.1.5.2 Efecto del mes o época de nacimiento:** En México, Castillo et al (2000), encontraron efectos significativos ( $P < 0.01$ ) de la época de nacimiento sobre el peso al nacer en la raza Brahman, encontrando que los becerros nacidos durante la época de lluvias pesaron 0.5 kg. más que los nacidos durante la época de sequía.

En Colombia, Ossa (1994), estudiando 1.036 registros de pesos al nacimiento de la raza Romosinuano, pertenecientes al Centro de Investigación Turipaná, no encontró efecto de época de nacimiento ( $P > 0.05$ ) sobre el peso al nacer.

En Venezuela, Martínez G., et al (1998), con datos de los años 1984 a 1989 de becerros de raza Gir y Nelore, no encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre la época seca y la época húmeda sobre el peso al nacer, concluyendo que pudo ser debido a la existencia de restricciones, principalmente alimenticias, sobre todo en la cantidad y calidad del forraje, tanto en una época como en la otra.

En Colombia, Geney y Vergara (1998), con registros de terneros de ganado Cebú Brahman, pertenecientes a los años 1987 a 1997, encontraron que el efecto mes de nacimiento fue una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0.014$ ) para el peso al nacer; concluyen que la variación del peso al nacimiento en los diferentes meses del año, puede ser debida a la poca disponibilidad de forraje durante ciertos meses del año, lo cual va a incidir en el desarrollo del feto por falta de alimentación en las vacas.

**2.1.5.3 Efecto del número de parto:** En México, Castillo et al (2000), reportaron efecto significativo ( $P < 0.01$ ) del número de partos de la vaca sobre el peso al nacimiento, en donde las crías nacidas de vacas con ocho o más partos fueron las más livianas ( $27.09 \pm 0.39$  Kg.), mientras que las vacas de tres partos parieron las crías más pesadas ( $28.08 \pm 0.28$ ) en raza Brahman.

En Venezuela, Martínez G., et al (1998), con datos de los años 1984 a 1989 de becerros de raza Gir y Nelore, encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los promedios de pesos al nacer de hijos de vacas de diferentes edades, siendo superiores aquellas vacas de edad comprendida entre siete hasta diez años, sobre aquellas menores de siete y mayores de diez años, encontrándose un valor mínimo en las vacas de trece años y un valor máximo en vacas de diez años con diferencia entre ellas de 3.5 Kg.

En el estado de Sao Paulo (Brasil), Pereira et al (1989), reportan que el efecto de la edad de la vaca, medida como orden o número de partos,

tuvo efecto altamente significativo ( $P < 0.01$ ) sobre el peso al nacer de terneros cebuinos, encontrando que el grupo de vacas entre cinco y nueve años fueron los que produjeron terneros más pesados.

En Colombia, Geney y Vergara (1998), con registros de terneros de ganado Cebú Brahman, encontraron que el efecto del número de partos de la vaca fue una fuente de variación significativa ( $P < 0.006$ ) para el peso al nacer, en donde las vacas que presentaron terneros con mayor peso al nacimiento, fueron las de tres partos (29.56 Kg.) y las que dieron crías con menor peso al nacimiento fueron las de primer parto (27.50 Kg.); concluyen, que el bajo peso de las crías en vacas del primer parto, puede ser atribuido a que las vacas, por lo general, al ser preñadas por primera vez no han culminado su desarrollo corporal y fisiológico, por lo que necesitan satisfacer sus necesidades nutricionales para su crecimiento y el mantenimiento de la cría.

En Venezuela, Contreras et al (1987), con 449 registros de peso al nacer de becerros mestizos de una finca del sur del lago de Maracaibo, hallaron efectos significativos del número de partos de la vaca sobre el peso al nacer, encontrando que las vacas jóvenes (1 a 4 partos) tuvieron becerros más pesados en comparación con las adultas ( $> 5$  partos), siendo los más pesados los de las de tercer parto ( $33.59 \pm 0.58$  Kg.).

**2.1.5.4 Efecto del sexo de la cría:** En Colombia, Ossa (1994), con registros de terneros de la raza Romosinuano pertenecientes al centro de Investigación Turipaná, encontró diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) del efecto del sexo de la cría sobre el peso al nacimiento,

pesando más las crías machos ( $31.9 \pm 0.2$  Kg.) que las hembras ( $30.2 \pm 0.2$  Kg.).

De Oliveira, et al (1981), analizaron 1.096 registros de peso al nacer de becerros de raza Canchim, pertenecientes a la Unidade Estadual de Pesquisa Agropecuaria de EMBRAPA, Sao Carlos (Brasil), reportaron diferencias altamente significativas del sexo de la cría sobre el peso al nacimiento, en donde la media del peso al nacer fue de  $35.94 \pm 6.08$  Kg., siendo los machos al nacer 8.1% más pesados que las hembras.

En Venezuela, Martínez G., et al (1998), encontraron que el efecto del sexo de la cría en las razas Gir y Nelore, explicó el 18.7% de la variación de los pesos al nacimiento, presentándose que los machos fueron superiores a las hembras en 2.2 Kg. (8.6%). Así mismo, Contreras et al (1987), encontraron que los machos fueron 2.31 Kg. más pesados que las hembras en ganado mestizo.

**2.1.5.5 Efecto del reproductor:** En Colombia, Ossa (1994), y Geney y Vergara (1998) reportaron que el efecto toro sobre el peso al nacer en la raza Romosinuano y ganado Cebú Brahman respectivamente fue una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0.01$ ) ( $P < 0.001$ ).

Souza, et al (1995) en Brasil, encontraron que el efecto toro es una importante fuente de variación ( $P < 0.001$ ) sobre el peso al nacer en terneros de raza Nelore. Igual efecto encontraron Milagres et al (1993) en la misma raza ( $P < 0.01$ ).

Pereira, et al (1989) en Brasil, hallaron que el efecto reproductor dentro del rebaño de ganado Nelore fue una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0.01$ ).

**2.1.5.6 Efecto del grupo genético:** En Venezuela, Contreras et al (1987), encontraron que el efecto del grupo genético sobre el peso al nacimiento fue una fuente de variación importante, reportando que los mestizos de Brahman y pardo suizo resultaron ser más pesados ( $32.65 \pm 0.39$  y  $32.72 \pm 0.52$  Kg. respectivamente) que los mestizos de Cebú no Brahman ( $31.27 \pm 0.39$  Kg.).

En Venezuela, Martínez G., et al (1998), hallaron que el grupo genético del becerro afectó en forma altamente significativa ( $P < 0.01$ ) y explicó el 16% de variación entre los pesos, en donde los becerros del grupo racial Nelore superaron a los del grupo racial Gir en 3.3 Kg. (13.4%).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZACIÓN

La finca "Altamira" está localizada en la vereda Las Palmas, en el municipio de Ciénaga de Oro, departamento de Córdoba - Colombia, la cual se encuentra ubicada entre los 8°52' de latitud norte y 75°48' de longitud oeste y a la formación vegetal de bosque seco tropical, a una altura de 13 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 29°C y una precipitación media anual de 1.200 mm (Vergara y Garcés, 1998).

#### 3.2 CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS, AGROECOLÓGICAS Y MANEJO ZOOTÉCNICO EN LA FINCA

La finca "Altamira" tiene una extensión de 118.5 hectáreas divididas en 20 potreros. La topografía es plana en un 100%, en donde se considera tierra alta o no inundable el 65% y tierra baja o inundable el 35%. Los potreros cuentan con pequeños bosques de Roble (Tabebuia rosea) y Campano (Pithecelobium saman); las pasturas que predominan son Angleton (Dichanthium aristatum) y Colosuana (Bothriocloa pertusa) en tierras altas, Braquipará (Brachiaria radicans) y Admirable (Brachiaria mutica) en tierras bajas; entre los pastos naturales están el Pasto Argentino (Cerastium arvense), Canutillo (Antephora hermaphrodita). Además, se encuentran algunas malezas como

el Bledo (Amaranthus dibiis), Malva (Malva rotundifolia), Bicho (Cassia tora), Dormidera (Mimosa pudica), Bajagua (Cassia reticulata), Pico de loro (Pithecelobium trymenaceafolium), Bocachica (Thalia geniculata L.), Cortadera (Scleria pterota) y Zarza (Mimosa nigra). También existen algunas leguminosas. Entre las rastreras se encuentran el Bejuco de chivo (Centrosema plumieri) y el Bejuco de yegua (Teramnus volubilis). Con respecto a los árboles forrajeros leguminosos se destacan el Matarratón (Gliricidia sepium) y la Leucaena (Leucaena leucocephala), y entre los forrajeros no leguminosos se encuentra el Totumo (Crecentie kujete).

La rotación de potreros para el pastoreo de los animales se hace mediante un sistema racional, es decir, sin tener en cuenta un tiempo fijo de permanencia de éstos en el potrero, haciendo la rotación cuando la disponibilidad de pasto haya disminuido. Los animales son suplementados con sal mineralizada al 6% de fósforo, ensilaje de maíz (10 Kg. animal/día), semilla de algodón (1 Kg. animal/día), 0.5% úrea (nitrógeno no proteico).

El manejo reproductivo se lleva a cabo en un 50% monta natural y otro 50% inseminación artificial para las vacas élites medidas a través de un estricto control de registros individuales que se lleva en computador.

El descarte de vacas se hace teniendo en cuenta la producción de leche, eliminando aquellas con producciones inferiores a 4 litros de leche por día y 1.300 Kg. de leche por lactancia; además, animales infértiles, por

pezones no funcionales y vacas que hayan completado entre 10 y 13 lactancias.

Para el destete de terneros se tiene en cuenta la preñez de la vaca, llevándose a cabo éste 90 días antes de la fecha estimada del parto.

En el manejo sanitario se lleva un programa de vacunación contra la Aftosa (según el ciclo de vacunación del ICA), Brucelosis y Triple (Septicemia hemorrágica, Carbón Sintomático y Edema Maligno).

La información analizada en esta investigación corresponde a una base de datos de pesos de terneros nacidos entre los años 1996 a 2001 en la finca "Altamira" con un total de 399 observaciones, las cuales contenían las siguientes referencias:

- Información del padre
- Información de la madre
- Número de la cría
- Fecha, peso al nacer de la cría
- Sexo de la cría
- Orden de parto

La información recopilada de la base de datos fue sintetizada y sometida a las siguientes restricciones:

- Los toros debían tener mínimo cinco (5) hijos para el cálculo de la heredabilidad ( $h^2$ ).

- Las vacas debían tener mínimo dos (2) terneros para el cálculo de la repetibilidad (r).
- Se excluyó toda información referente a los padres y crías que no estuviese completa.

### 3.3 MODELO ESTADÍSTICO

El análisis de varianza se basó en un modelo estadístico lineal, teniendo en cuenta los efectos aleatorios reproductor y vaca, para el cálculo de la heredabilidad y repetibilidad respectivamente, y los efectos fijos: año, mes, número de partos, sexo del ternero y raza.

El modelo es el siguiente:

$$Y_{ijk\lambda mno} = u + A_i + M_j + S_k + N_l + G_m + R_n + V_o + E_{ijk\lambda mno}$$

Donde:

$Y_{ijk\lambda mno}$  : Peso al nacer del ternero

$u$  : Media general del peso al nacer en el hato

$A_i$  : Efecto fijo de i-enésimo año de nacimiento del ternero, variando i de 1 a 6, siendo: 1(1996); 2(1997); 3(1998); 4(1999); 5(2000); 6(2001)

$M_j$  : Efecto fijo de j-enésimo mes de nacimiento del ternero, variando j de 1 a 12, siendo:

1 Enero

7 Julio

2 Febrero

8 Agosto

- |  |         |              |
|--|---------|--------------|
|  | 3 Marzo | 9 Septiembre |
|  | 4 Abril | 10 Octubre   |
|  | 5 Mayo  | 11 Noviembre |
|  | 6 Junio | 12 Diciembre |
- Sk: Efecto fijo del  $k$ -enésimo sexo del ternero, variando  $k$  de 1 a 2, siendo:
1. Macho
  2. Hembra
- Nl: Efecto fijo del  $l$ -enésimo parto de la vaca, variando  $l$  de 1 a 11, siendo:
- |            |              |
|------------|--------------|
| 1. Primero | 7. Séptimo   |
| 2. Segundo | 8. Octavo    |
| 3. Tercero | 9. Noveno    |
| 4. Cuarto  | 10. Décimo   |
| 5. Quinto  | 11. Undécimo |
| 6. Sexto   |              |
- Gm: Efecto del  $m$ -enésimo grupo genético, variando  $m$  de 1 a 3, siendo:
1. Menor de media sangre europea
  2. Media sangre europea
  3. Mayor de media sangre europea
- Rn: Efecto aleatorio del  $n$ -ésimo toro
- Vo: Efecto aleatorio de la  $o$ -enésima vaca
- Eijk/mno: Error experimental

### 3.4 ESTIMACIÓN DE LA HEREDABILIDAD ( $h^2$ )

El estimativo de heredabilidad ( $h^2$ ), para la variable dependiente estudiada (peso al nacer), se utilizó el procedimiento MIXED de SAS, mediante el cual se obtuvieron los componentes de varianza entre toros y dentro de toros y a través de la correlación intraclase entre medios hermanos paternos, se estimó la heredabilidad de la característica deseada.

La heredabilidad ( $h^2$ ) se calculó a través de la siguiente fórmula (Ossa, 1990):

$$h^2 = \frac{4\sigma_t^2}{\sigma_t^2 + \sigma_e^2}$$

Donde:

$\sigma_t^2$ : Estimativo del componente de varianza del toro

$\sigma_e^2$ : Estimativo del componente de varianza del error

El número medio de hijos por toro ( $k$ ) se determinó según la fórmula:

$$k = \frac{1}{S-1} \left[ N - \frac{\sum ni^2}{N} \right]$$

Donde:

N y S: Número total de datos y número total de toros respectivamente

$ni^2$ : Número de observaciones de cada reproductor

Para el cálculo del error estándar de la heredabilidad ( $h^2$ ) se utilizó la siguiente fórmula (Cardellino y Rovira, 1987):

$$EE(h^2) = 4 * \sqrt{\frac{2(N-1)(1-t)^2(1+(k-1)t)^2}{k^2(N-S)(S-1)}}$$

Donde:

$$t = \frac{\sigma_t^2}{\sigma_t^2 + \sigma_e^2}$$

### 3.5 ESTIMACIÓN DE LA REPETIBILIDAD ( $r$ )

El estimativo de repetibilidad ( $r$ ) se realizó a través del procedimiento VARCOMP de SAS, mediante el cual se obtuvieron los componentes de varianza entre y dentro de vacas.

Para el cálculo de la repetibilidad ( $r$ ) se utilizó la siguiente fórmula (Ossa, 1990):

$$r = \frac{\sigma_v^2}{\sigma_v^2 + \sigma_e^2}$$

Donde:

$\sigma_v^2$ : Estimativo de los componentes de varianza de vaca

$\sigma_e^2$ : Estimativo de los componentes de varianza del error

El error estándar de la repetibilidad se estimó a través de la siguiente fórmula (Beacker, 1975):

$$EE(r) = \sqrt{\frac{2(N-1)(1-r)^2(1+(k-1)r)^2}{k^2(N-S)(S-1)}}$$

Donde:

N: Número total de mediciones

S: Número de vacas

## 4. RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

### 4.1 FACTORES QUE AFECTAN EL PESO AL NACER PARA EL CÁLCULO DE LA HEREDABILIDAD

#### 4.1.1 Factores que afectan el peso al nacer

La tabla 3 muestra el análisis de varianza para el peso al nacer.

**Tabla 3. Análisis de varianza para el peso al nacer en ganado del Sistema de Doble Propósito para el cálculo de la heredabilidad.**

Fuente de variación	G1	Cuadrados medios	Fc	P > F
Total	398	16.2459		
Año	5	60.3343	4.52	0.0005
Mes	11	15.5394	1.16	0.3107
Sexo	1	221.5412	16.60	0.0001
Nº parto	10	8.9370	0.67	0.7526
Padre	24	19.1442	1.43	0.0874
Grupo genético	2	30.5447	2.29	0.1029
Error	345	13.3456		

La media para el peso al nacer fue de  $29.71 \pm 0.18$  Kg.; el coeficiente de variación fue de 12.29% y el coeficiente de determinación fue de 0.28.

**4.1.1.1 Efecto del año de nacimiento:** El efecto del año de nacimiento fue una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0.0005$ ) para el peso al nacer.

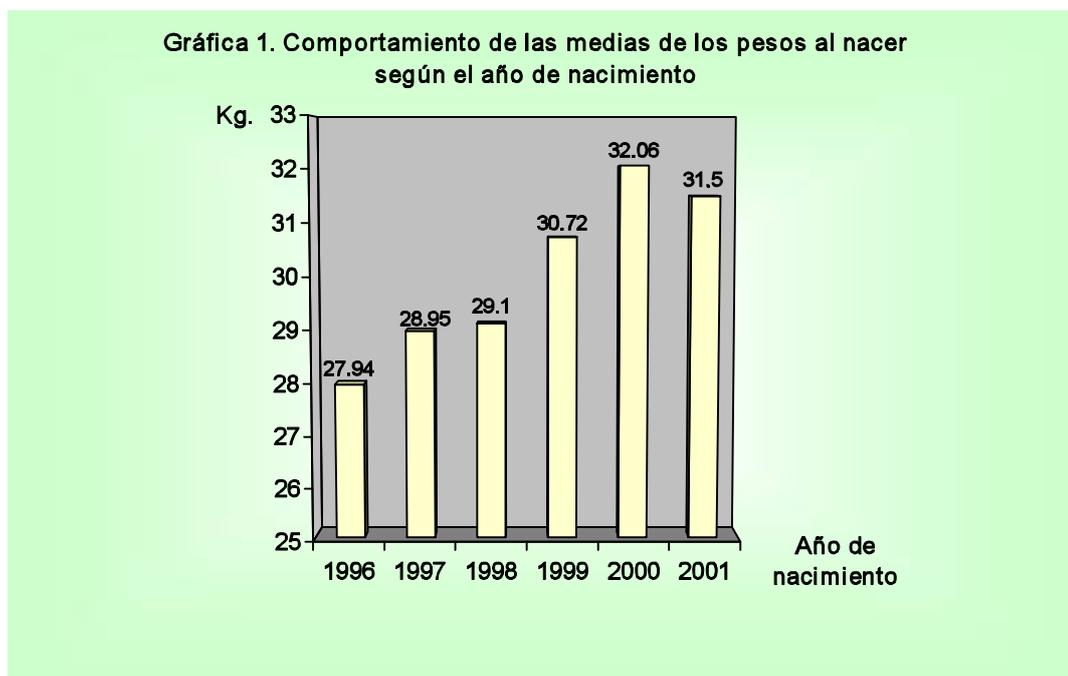
En la tabla 4 se puede observar que los mayores pesos al nacimiento se presentaron durante los años 2000 y 2001, mientras que los menores en los años 1996 al 1998.

**Tabla 4. Frecuencias, medias y error estándar para el peso al nacer según el año de nacimiento.**

Año	Número de observaciones	Medias	Error estándar	IC 95% ( $8 \pm 2S$ )
1996	91	27.94	0.44	27.06 - 28.83
1997	83	28.95	0.49	28.00 - 29.90
1998	67	29.10	0.53	28.03 - 30.17
1999	70	30.72	0.37	29.98 - 31.47
2000	64	32.06	0.23	31.58 - 32.54
2001	24	31.50	0.66	30.11 - 32.88

IC = Intervalo de confianza del 95%

La tendencia durante los años de estudio de la media de los pesos al nacimiento se puede observar en la gráfica 1.



La variación de peso al nacimiento en los diferentes años pueden ser debidas a las condiciones ambientales, ya que en los años donde se presentaron los pesos más bajos fueron influenciados por el Fenómeno del Niño que se caracterizó por la escasez de lluvias, las cuales fueron determinantes en la disponibilidad de pasturas para la alimentación de las vacas, no satisfaciendo éstas sus exigencias alimenticias y nutricionales.

Martínez G., et al (1998), no encontraron diferencias significativas del año de nacimiento sobre el peso al nacer, ya que la diferencia entre el mejor y el peor año fue sólo 1.7Kg., en las razas Gir y Nelore.

A diferencia del autor anterior, Milagres, et al (1985), reportaron que el año de nacimiento influyó ( $P < 0.01$ ) sobre el peso al nacer en la raza Nelore.

Igualmente, Geney y Vergara (1998) y Souza, et al (1995), coinciden en que el año de nacimiento fue una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0.0001$  y  $P < 0.001$ , respectivamente) sobre el peso al nacer en ganado Cebú Brahman y Nelore.

Así mismo, De Oliveira, et al (1983) en ganado Guzerat; Campos, et al (1983) y Pereira, et al (1989) en ganado Nelore, encontraron diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ) del año de nacimiento sobre el peso al nacer.

**4.1.1.2 Efecto del mes o época de nacimiento:** El efecto del mes o época de nacimiento no fue una fuente de variación significativa para el peso al nacer.

En la tabla 5 y gráfica 2 se pueden observar la tendencia de los pesos al nacimiento en cada uno de los meses del año.

**Tabla 5. Frecuencias, medias y error estándar para el peso al nacer según el mes de nacimiento.**

Mes	Número de observaciones	Medias	Error estándar	IC 95% ( $8\pm 2S$ )
1	60	29.78	0.50	28.78 - 30.78
2	46	29.56	0.60	28.35 - 30.77
3	27	28.81	0.91	26.94 - 30.68
4	39	30.07	0.61	28.84 - 31.31
5	22	29.95	0.72	28.45 - 31.45
6	43	30.67	0.45	29.75 - 31.59
7	31	29.67	0.75	28.13 - 31.22
8	17	31.11	0.89	29.23 - 33.00
9	14	30.57	1.03	28.34 - 32.79
10	15	27.40	1.56	29.03 - 30.76
11	29	29.24	0.58	28.04 - 30.43
12	56	29.33	0.61	28.11 - 30.56

IC = Intervalo de confianza del 95%



El efecto mes para el peso al nacer no se encontró significativo, tal vez, por la disponibilidad de pasturas, principalmente en cantidad y calidad, tanto en unos meses como en los otros, ya que las vacas se encontraban bajo condiciones similares de manejo.

Castillo, et al (2000), encontraron efecto significativo ( $P < 0.01$ ) de la época de nacimiento sobre el peso al nacer en la raza Brahman, pesando más los becerros nacidos durante la época de lluvia.

A diferencia, Martínez, et al (1998) y Ossa (1994), no encontraron diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) de la época de nacimiento sobre el peso al nacer en becerros de raza Gir y Nelore y Romosinuano respectivamente.

**4.1.1.3 Efecto del sexo de la cría:** El efecto de sexo de la cría fue una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0.0001$ ) para el peso al nacer.

En la tabla 6 y gráfica 3 se pueden observar que las crías que presentaron mayor peso fueron los machos (30.61 Kg.) y las de menor peso fueron las hembras (28.95 Kg.), con una diferencia de 1.66 Kg. a favor de los machos.

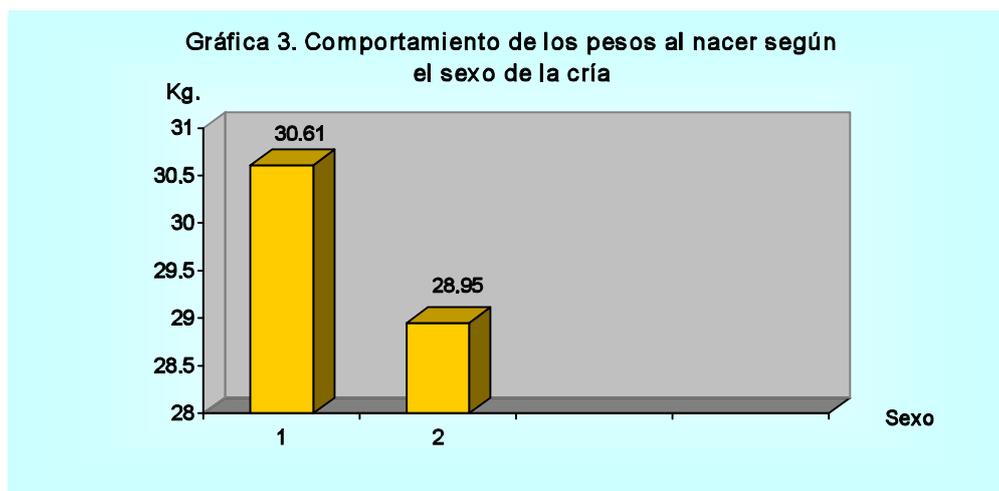
**Tabla 6. Frecuencias, medias y error estándar para el peso al nacer según el sexo de la cría.**

Sexo	Número de observaciones	Medias	Error estándar	IC 95% ( $8 \pm 2S$ )
1	182	30.61	0.25	30.09 - 31.14
2	217	28.95	0.28	28.38 - 29.52

IC = Intervalo de confianza del 95%

1: Machos

2: Hembras



La diferencia de pesos entre las crías machos y hembras, pudo ser debido a que la duración de la gestación para los machos es más prolongada que en las hembras (Burriss y Blunn, 1952 citados por De Oliveira et al., 1983).

De Oliveira, et al (1981) y Ossa (1994), encontraron que el efecto del sexo de la cría fue una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0.01$ ) para el peso al nacer en ganado Canchim y Romosinuano respectivamente, pesando más las crías machos que las hembras.

Igualmente, Contreras, et al (1987) y Martínez, et al (1998), encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) del sexo de las crías sobre el peso al nacer en ganado mestizo y en Gir y Nelore, respectivamente, siendo superiores los machos que las hembras.

**4.1.1.4 Efecto del número de parto:** El efecto del número de parto no fue una fuente de variación significativa para el peso al nacer.

En la tabla 7 y gráfica 4 se pueden notar los pesos al nacer con relación al número de partos.

**Tabla 7. Frecuencias, medias y error estándar para el peso al nacer según el número de parto.**

Nº de parto	Número de observaciones	Medias	Error estándar	IC 95% ( $8\pm 2S$ )
1	55	30.32	0.40	29.51 - 31.13
2	46	31.28	0.56	30.15 - 32.41
3	31	30.35	0.66	29.00 - 31.70
4	35	28.57	0.73	27.08 - 30.06
5	54	28.66	0.62	27.41 - 29.91
6	55	29.56	0.59	28.37 - 30.75
7	64	29.29	0.47	28.34 - 30.24
8	35	30.14	0.71	28.68 - 31.60
9	16	29.37	0.14	26.93 - 31.81
10	6	29.50	0.34	28.62 - 30.37
11	2	28.00	0.00	28.00

IC = Intervalo de confianza del 95%



Posiblemente no se encontraron mayores diferencias en los pesos de los terneros con relación al número de partos de la vaca, debido al manejo

alimenticio que se le da a las mismas en el último tercio de gestación, donde a todas se les trata de que lleguen con una buena condición corporal al parto, de tal manera que no se vea afectado su rendimiento productivo.

Igual efecto encontraron De Oliveira, et al (1983) y Milagres, et al (1993) en las razas Guzarat y Nelore respectivamente.

A diferencia de los autores anteriores, Castillo, et al (2000) y Martínez, et al (1998), encontraron diferencias significativas ( $P < 0.01$  y  $P < 0.05$ , respectivamente) en ganado Brahman y en Gir y Nelore.

Así mismo, Pereira, et al (1989), reportaron que la edad de la vaca, medida como orden o número de partos, tuvo efecto altamente significativo ( $P < 0.01$ ) sobre el peso al nacer en terneros cebuinos.

**4.1.1.5 Efecto del reproductor:** El efecto reproductor no fue una fuente de variación significativa para el peso al nacer (Ver tabla 3).

Contrariamente, Ossa (1994) y Geney y Vergara (1998), encontraron que el efecto toro fue una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0.01$  y  $P < 0.001$ , respectivamente) para el peso al nacer en ganado Romosinuano y Cebú Brahman.

Igualmente, Souza, et al (1995) y Pereira, et al (1989), hallaron que el efecto reproductor fue una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0.01$ ) en ganado Nelore.

**4.1.1.6 Efecto del grupo genético:** El efecto del grupo genético de la cría no fue una fuente de variación significativa para el peso al nacer.

En la tabla 8 y gráfica 5 se pueden observar los pesos al nacer con relación al grupo genético.

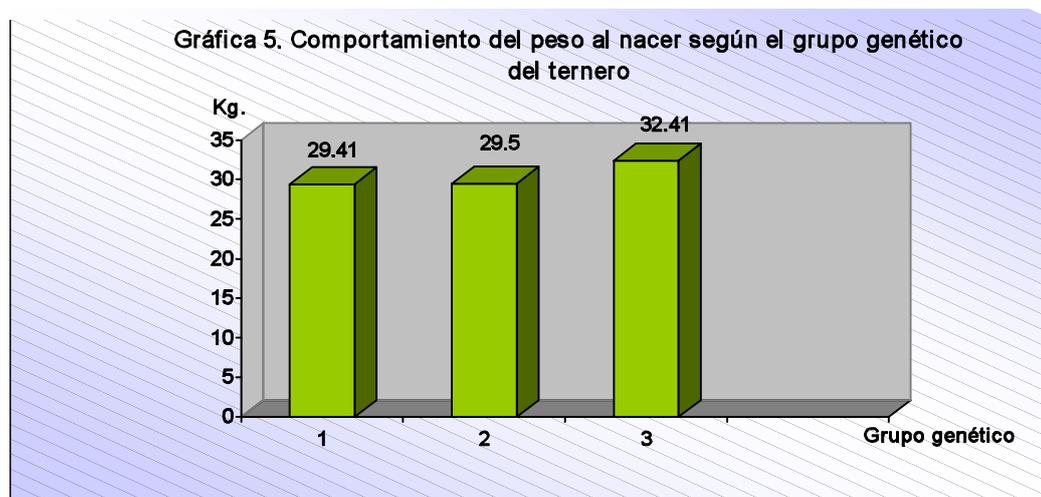
**Tabla 8. Frecuencias, medias y error estándar para el peso al nacer según el grupo genético del ternero.**

Grupo genético	Número de observaciones	Medias	Error estándar	IC 95% ( $\bar{x} \pm 2S$ )
1	358	29.41	0.21	28.99 - 29.84
2	2	29.50	0.49	29.50
3	39	32.41	0.32	31.75 - 33.06

IC = Intervalo de confianza del 95%

Siendo:

- 1: Menor de media sangre europea
- 2: Media sangre europea
- 3: Mayor de media sangre europea



El efecto del grupo genético no fue significativo, tal vez porque todos los animales se encuentran en condiciones similares de manejo, por lo que se eliminan animales con bajo rendimiento teniendo en cuenta los parámetros productivos de la finca, dejando aquellos que por registro han mostrado mejores desempeños.

Efecto contrario encontró Contreras, et al (1987) en ganado mestizo de Brahman y pardo suizo y en mestizos de Cebú no Brahman, siendo más pesados los primeros.

Igualmente, Martínez, et al (1998) hallaron que la raza del becerro afectó en forma altamente significativa ( $P < 0.01$ ) el peso al nacer en ganado Nelore y Gir, superando al segundo grupo racial.

#### 4.2 HEREDABILIDAD

Los estimados de los componentes de varianza entre y dentro de reproductores para el cálculo de la heredabilidad se pueden observar en la tabla 9.

Los estimados fueron 1.88 entre reproductores y 14.56 dentro de reproductores para el peso al nacer.

**Tabla 9. Componentes de varianza entre y dentro de reproductores para calcular la heredabilidad.**

Característica	Entre reproductores	Dentro de reproductores	K
Peso al nacer	1.88	14.56	14.76

K = Número medio de hijos por reproductor

El estimado de heredabilidad fue de  $0.45 \pm 0.18$  para el peso al nacer, como se puede ver en la tabla 10.

**Tabla 10. Estimativo de heredabilidad para el peso al nacimiento.**

Característica	Estimativo de heredabilidad	Error estándar
Peso al nacer	0.45	0.18

El valor de heredabilidad hallado para el peso al nacer en este estudio fue media ( $0.45 \pm 0.18$ ), lo que significa que la variación del peso al nacer en dicha población depende de un 45% de las variaciones de los genotipos aditivos de los individuos, y el 55% a lo genético no aditivo y al ambiente, lo que indica que se tiene terneros más adaptados y con mayor sobrevivencia. De acuerdo a este resultado para la heredabilidad de peso al nacer, el método de selección recomendado para mejorar dicha característica sería por pedigree o prueba de progenie. El pedigree de un animal es el registro de los animales que están emparentados o relacionados con él; la prueba de progenie es el método que toma el comportamiento productivo de la descendencia como criterio para seleccionar los padres.

Para la misma característica, Mascioli, et al (1996) reportan valores de heredabilidad de  $0.36 \pm 0.06$  en la raza Canchim.

Arango (1995) y Geney y Vergara (1998), hallaron valores de heredabilidad para el peso al nacer de  $0.29 \pm 0.07$  y  $0.21 \pm 0.08$  respectivamente, en ganado Romosinuano y Cebú Brahman.

Costa, et al (1987), obtuvieron valores de heredabilidad para dicha característica de  $0.35 \pm 0.02$  en ganado Nelore.

### 4.3 FACTORES QUE AFECTAN EL PESO AL NACER PARA EL CALCULO DE REPETIBILIDAD

#### 4.3.1 Factores que afectan el peso al nacer

La tabla 11 muestra el análisis de varianza para el peso al nacer.

**Tabla 11. Análisis de varianza para el peso al nacer en ganado del Sistema Doble Propósito para el cálculo de la repetibilidad.**

Fuente de variación	G1	Cuadrados medios	Fc	P > F
Total	398	16.24		
Año	5	27.48	2.37	0.0416
Mes	11	16.29	1.41	0.1747
Sexo	1	139.96	12.08	0.007
Nº parto	10	5.56	0.48	0.9007
Vaca	214	15.27	1.32	0.0338
Grupo genético	2	0.15	0.013	0.8698
Error	155	11.58		

La media para el peso al nacer fue de  $29.71 \pm 0.17$  Kg.; el coeficiente de variación fue de 11.45% y el coeficiente de determinación fue de 0.72.

**4.3.1.1 Efecto del año de nacimiento:** El efecto del año de nacimiento fue una fuente de variación significativa ( $P < 0.04$ ) para el peso al nacer (Ver tabla 11).

Milagres, et al (1985) y Souza, et al (1995) hallaron diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$  y  $P < 0.001$ , respectivamente) del año de nacimiento sobre el peso al nacer en terneros de la raza Nelore.

A diferencia de los autores anteriores, Tonhati, et al (1986), para la misma raza, no encontraron efecto significativo.

**4.3.1.2 Efecto del mes o época de nacimiento:** El efecto del mes o época de nacimiento no fue una fuente de variación significativa para el peso al nacer (Ver tabla 11).

Efecto contrario hallaron Geney y Vergara (1998) en ganado Cebú Brahman ( $P < 0.02$ ).

Igualmente, en diferentes razas de ganado Cebú, distintos autores han encontrado diferencias significativas del mes de nacimiento sobre el peso al nacer; así como De Oliveira, et al (1983) en ganado Guzarat, Cardelino, et al (1987) y Souza, et al (1995) en ganado Nelore ( $P < 0.01$ ,  $P < 0.01$  y  $P < 0.001$ , respectivamente).

**4.3.1.3 Efecto del sexo de la cría:** El efecto del sexo de la cría fue una fuente de variación altamente significativa ( $P < 0.007$ ) para el peso al nacer (Ver tabla 11).

Igual efecto reportaron Geney y Vergara (1998), De Oliveira, et al (1983), Mascioli, et al (1997) y Arango (1995) en ganado Cebú Brahman; no así, Ossa y Manrique (1998), en ganado Romosinuano.

**4.3.1.4 Efecto del número de parto:** El efecto del número de parto sobre el peso al nacer no fue una fuente de variación significativa (Ver tabla 11).

A diferencia, Geney y Vergara (1998) encontraron efecto significativo ( $P < 0.0037$ ) del número de partos de la vaca sobre el peso al nacer de la cría, en ganado Cebú Brahman.

Efecto distinto al autor anterior, De Oliveira, et al (1983) y Milagres, et al (1993) en ganado Guzerat y Nelore respectivamente, no encontraron efecto significativo del número de partos sobre el peso al nacer.

**4.3.1.5 Efecto de la vaca:** El efecto de la vaca fue una fuente de variación significativa ( $P < 0.0338$ ) para el peso al nacer (Ver tabla 11).

También Geney y Vergara (1998), encontraron diferencia altamente significativa ( $P < 0.0016$ ) del efecto de la vaca sobre el peso al nacer de la cría en ganado Cebú Brahman.

**4.3.1.6 Efecto del grupo genético:** El efecto del grupo genético no fue una fuente de variación significativa para el peso al nacer (Ver tabla 11).

En la literatura consultada no se encontraron estudios referentes al efecto del grupo genético sobre el peso al nacer.

#### **4.4 REPETIBILIDAD**

El estimativo de repetibilidad para el peso al nacer fue hallado con base a los componentes de varianza entre y dentro de vaca.

Los estimativos para entre y dentro de vaca fueron 2.12 y 14.08 respectivamente, como se puede ver en la tabla 12.

**Tabla 12. Componentes de varianza entre y dentro de vacas para calcular la repetibilidad.**

Característica	Entre vaca	Dentro de vaca	K
Peso al nacer	2.12	14.08	1.88

K = Número medio de hijos por vaca

El estimativo de repetibilidad en este estudio fue de  $0.13 \pm 0.07$  para el peso al nacer como se muestra en la tabla 13.

**Tabla 13. Estimativo de repetibilidad para el peso al nacimiento.**

Característica	Estimativo de repetibilidad	Error estándar
Peso al nacer	0.13	0.07

El valor de repetibilidad hallado en este estudio para el peso al nacer fue bajo ( $0.13 \pm 0.07$ ), lo que indica que existe una baja correlación entre las medidas repetibles de una misma característica en un mismo individuo, es decir, que un número reducido de registros con respecto al peso al nacer no será suficiente para estimar las producciones futuras con respecto a diferencias existentes entre vacas.

Así mismo, Alencar (1985) citado por Ossa y Manrique (1998) en ganado Canchim estimó en 0.13 la repetibilidad para el peso al nacer.

Otros autores como Souza, et al (1995) y Costa, et al (1987), estimaron valores de repetibilidad para el peso al nacer respectivamente de  $0.22 \pm 0.02$  y  $0.32 \pm 0.02$  en ganado Nelore.

En diferentes razas de ganado Cebú se han reportado valores de repetibilidad muy variados; así como Ossa y Manrique (1998), en raza Cebú; Souza, et al (1995) en la raza Nelore y De Oliveira (1989) en ganado Guzerat, estimaron valores de  $0.18 \pm 0.05$ ,  $0.27 \pm 0.02$  y  $0.2$  respectivamente.

## CONCLUSIONES

La heredabilidad hallada para el peso al nacer fue media ( $0.45 \pm 0.18$ ), siendo ésta un indicativo de que el fenotipo del animal es un indicador de su genotipo, por lo que se puede lograr mayor progreso genético a través de la selección por pedigree o prueba de progenie.

La repetibilidad hallada para el peso al nacer fue baja ( $0.13 \pm 0.07$ ), lo que quiere decir que existe una baja correlación entre las medidas repetibles de una misma característica en un mismo individuo, existiendo poca variación de los genotipos aditivos y mucho más a las condiciones medioambientales.

Con el análisis de varianza se pudo demostrar que los factores año, mes, sexo de la cría, número de parto, reproductor, vaca y raza presentaron efectos variados para el peso al nacer, siendo significativos los efectos fijos año, sexo de la cría y vaca. Lo anterior nos indica la importancia que estos factores representan al ser considerados cuando se quiere hacer selección con base a la característica en estudio.

## RECOMENDACIONES

- Al ser la repetibilidad baja para el peso al nacer, no se debería descartar vacas con base a su primer registro de producción, por lo que se les debe dar oportunidad de expresar sus rendimientos y mejor descartar vacas que por registro han demostrado ser inferiores.
- Además de los parámetros genéticos estimados en este estudio, se recomendaría utilizar otras ayudas como el "índice de selección". El cual se usa cuando se desea seleccionar para más de una característica, enfatizando en aquellas de importancia económica, como son las de adaptación, las cuales están estrechamente relacionadas con el vigor híbrido o heterosis y se manifiestan principalmente por buenos índices de fertilidad, sobrevivencia y resistencia a parásitos y enfermedades, mejorando así el genotipo del animal, ya que el valor económico de un animal depende de su valor genético para los rasgos que serán escogidos como objeto de selección. Su estimativo ayudará a establecer un mejor criterio técnico de selección, que permita llevar a cabo un buen programa de mejoramiento. Un índice se puede determinar entre el peso al nacer y la producción de leche por lactancia, considerando el Sistema Doble Propósito de la finca.

- Los estimados de heredabilidad y repetibilidad para el peso al nacer son tan numerosos en las diferentes razas, presentándose gran variación entre y dentro de éstas, por lo que se recomendaría estimarlos para cada población de animales, por lo que son parámetros propios de una población dada y en un momento determinado.
- Los registros son las consignaciones de todos los eventos que puedan ocurrir en una empresa o explotación ganadera, por lo cual, recomendamos a todos los productores pecuarios a implementar esta herramienta de gran importancia económica, ya que permiten identificar los animales superiores que son más rentables de los animales inferiores que son antieconómicos para el productor con base en los parámetros genéticos, y de esta forma poder hacer planes de mejoramiento genético animal.

## BIBLIOGRAFÍA

ARANGO, Luis. Heredabilidad y Correlaciones entre el Peso al Nacimiento, Destete, dieciséis (16) meses en la raza Romosinuana. Medellín, 1995. P. 138. Tesis (Zootecnista) Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

BEACKER, W.A. Manual of Proceedind Cuantitative Genetics. Tercera Edición. Washington State University. 1975. P. 170.

BOTERO, Ricardo. 11 Puntos para tener en Cuenta en el Mejoramiento de la Raza Cebú. En: El Cebú, Asocebú (No. 305, Nov - Dic, 1998). P. 19 - 28.

CARDELINO, Ricardo y SUITA, Luis. Heredabilidades y Correlacões Genéticas do Peso e Ganho do Peso em Bovinos da Raça Nelore. En: Rev. Soc. Bra. Zoot. (Vol. 16 No. 1. 1987).

CARDELINO, Ricardo y ROVIRA, Jaime. Mejoramiento Genético Animal. Montevideo Hemisferio Sur. 1987. P. 297.

CASANOVA, Daniel, et al. Estimación de Parámetros Genéticos para Dificultad al Parto y Características Asociadas, en Bovinos de Leche. Santiago, 1999. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de producción Animal.

CASTILLO, Sonia, et al. Factores Genéticos y Ambientales de Características Productivas de un Hato Brahman bajo Condiciones de Trópico Seco. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Dirección de Investigación Científica. México. 2000.

CONTRERAS, Ricardo, et al. Pesos al nacer de becerros mestizos en una finca lechera en el sur del lago de Maracaibo Venezuela. 1987.

COSTA, Paulo Roberto, et al. Repetibilidade e Heredabilidade do Peso ao Nacer de Gado Nelore por Estação de Nascimento. En: Rev. Soc. Bras. Zoot. (Vol. 16. No. 4. 1987) P. 371 - 376.

DE OLIVEIRA, I.A., et al. Estimación de la heredabilidad para la ganancia de peso en bovinos Canchim. Sao Carlos, Estado de Sao Paulo, Brasil, 1981.

DE OLIVEIRA, Joao Ademir, et al, Estudo Genético do Peso ao Nascimento em Bovinos da Raça Guzerá. En: Rev. Soc. Bras. Zoot. (Vol 12 No. 4. 1983). P. 575 - 588.

HERNÁNDEZ B., Gustavo. Estrategia Genética para Ganado Tropical de Doble Propósito. Ramírez González, Nidia (Ed.) Santafé de Bogotá, D.C., Colombia. 1998. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. CORPOICA. P. 6 - 38.

LASLEY, John. Genética del Mejoramiento del Ganado. Hispanoamérica. México. 1970. P. 123 - 131.

MADALENA, Fernando. Programas prácticos aplicados al mejoramiento genético de hatos Cebú y de núcleos de razas. En: Producción de leche y carne en el trópico cálido: Una realidad eficiente en el año 2001. Libro Criar - Viendo de colección No. 1. Marzo, 2001. P. 52 - 63.

MARTÍNEZ, G.; PETROCINIO, C y HERRERA, D. Factores que afectan el peso al nacer en un rebaño de bovinos de carga en condiciones de sabanas bien drenadas. Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNESR) Venezuela, 1998.

MASCIOLI, Arthur, et al. Estimativas de Parâmetros Genéticos e Proposção de Criterios de Seleção para Pesos na Raça Camchim. En: Rev. Soc. Braz. Zoot. (Vol. 25 No. 1. 1996). P. 72.

MILAGRES, Joao, et al. Influencia de Fatores de Meio e Herenca sobre Pesos de Animals de Raça Nelore no Estado de Minas Gerais. En: Rev. Soc. Bra. Zoot. (Vool 14. No. 4, 1985) P. 463 - 484.

OLIVER L., Fernando. Fundamentos de Genética. Mc Graw-Hill Latinoamericana, S.A. Bogotá - Colombia, 1977. P. 232.

OSPINA, Alfonso. Busque Alta Calidad Genética. En: Agricultura de las Américas (No. 291. Nov. 2000). P. 12 - 14.

OSSA, Gustavo y MANRIQUE, Carlos. La Repetibilidad y el Índice Materno-Productivo como Criterio de Selección. 1998.

OSSA, Gustavo. Factores Genéticos y Ambientales que Afectan el Peso al Nacer de Terneros Romosinuanos. Centro de Investigación Turipaná. Montería, Colombia. 1994.

OSSA, Gustavo. La Selección, Herramienta de Mejoramiento Genético. En: La Investigación Pecuaria. CORPOICA (Nov. 1998). P. 99 - 102.

OSSA, Gustavo. La Selección. En: Carta Ganadera (Jul. 1997). P. 17 -93.

OSSA, Gustavo. Aspectos de un Programa de Mejoramiento Genético en Ganado de Producción de Leche y Carne. En: Curso Nacional de Ganadería Doble Propósito. Montería - Colombia. 1990.

PEREIRA, Eler Joanir, et al. Influencia de Factores Genéticos e de meio em Peso de Bovinos de Raça Nelore Criados no Estado de Sao Paulo. En: Rev. Soc. Bras. Zoot. (Vol. 18 No. 2. 1989). P. 10 - 111.

QUIJANO, Jorge. Herencia medio ambiente. En: Primer Curso Nacional de Mejoramiento Animal. Medellín, Colombia 1978. P. 6.

RESTON, Francisco. Bovinos de Carne y de Doble Propósito en los Trópicos. PROMEDIOS. Bogotá, Colombia. 1998. P. 136 - 138.

SOUZA, Julio César, et al. Efeito de Fatores Genéticos e do meio sobre os Pesos de Bovinos da Raça Nelore. En: Rev. Soc. Bras. Zoot. (Vol. 24 No. 1. 1995).

TONHATI, Humberto, et al. Avaliação de Parâmetros Ambientais e Genéticos na Produção de Bovinos da Raça Nelore. Fase de Aleitamento. En: Rev. Soc. Bras. Zoot. (Vol. 15 No. 6. 1986). P. 498 - 507.

VERGARA, J.M. y GARCÉS, J.L. Monografía del municipio de Ciénaga de Oro - Córdoba. Universidad de Córdoba. Montería, 1998.

VERGARA, Oscar y GENEY, Paola. Estimación de Parámetros Genéticos en Bovinos de la Raza Cebú. Sincelejo, 1998. P. 49 - 81. Tesis (Zootecnistas). Universidad de Sucre. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

[www.ucm.es](http://www.ucm.es)

ANEXOS