

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
SUBDIRECCION GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA  
PROGRAMA DE POSGRADO

EFFECTOS GENETICOS DIRECTOS, MATERNOS, CORRELACION ENTRE  
ELLOS, E INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD TOTAL EN GANADO  
ROMOSINUANO BAJO CONDICIONES DE TROPICO HUMEDO.

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico  
Académico del programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y  
de los Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de  
Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

MAGISTER SCIENTIAE

por

JOSE LUIS CARDONA GOMEZ

Turrialba, Costa Rica

1988

Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE, y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar el grado de:

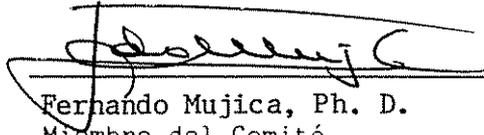
MAGISTER SCIENTIAE

COMITE ASESOR:



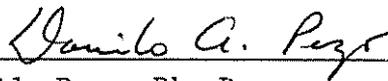
---

Assefaw Tewolde, Ph. D.  
Profesor Consejero



---

Fernando Mujica, Ph. D.  
Miembro del Comité

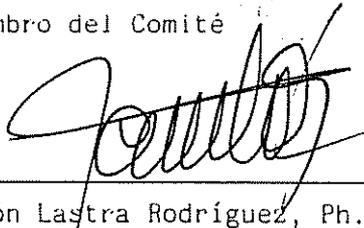


---

Danilo Pezo, Ph. D.  
Miembro del Comité

---

Miembro del Comité



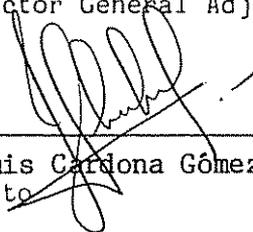
---

Ramón Lastra Rodríguez, Ph.D.  
Coordinador, Programa de Estudios de Posgrado



---

Dr. José Luis Parisí  
Subdirector General Adjunto de Enseñanza



---

José Luis Cardona Gómez  
Candidato

CON TODO MI AMOR

A SILVIA,

AL BEBE,

Y A MIS PADRES.

## AGRADECIMIENTOS

Con todo mi amor y cariño a mi esposa, Silvia Niederberger, por el amor, apoyo y sacrificio que me ha brindado a lo largo de esta maestría. Por la felicidad que encontré a su lado, y por darme la alegría mas grande a que pueda aspirar un hombre: un hijo.

A mis padres, quienes fueron los artífices de mi formación personal y profesional, por el apoyo que me han brindado siempre en todas las cosas que emprendí.

Al Dr. Assefaw Tewolde, profesor consejero y guía. Por el tiempo y esfuerzo tan valioso que me ha dedicado siempre, y por todas las cosas aprendidas bajo su tutela, no solo en el campo profesional. Siempre estará presente en mis mejores recuerdos.

A los Doctores Fernando Mujica, Pedro Ferreira y Danilo Pezo, miembros de mi comité asesor. Por las importantes sugerencias brindadas a lo largo del trabajo, y por la amistad sincera que siempre me han brindado.

Al Ing. Denis Salgado, compañero y amigo, quien me brindó siempre el mejor de sus esfuerzos en la realización de este trabajo. Mis mejores deseos de éxito a una gran persona que bien se lo merece.

Al Ing. Esteban Medina, gran profesor y amigo, quien me aconsejó y apoyó incondicionalmente en las gestiones realizadas para proseguir mis estudios de maestría en el CATIE.

A mis compañeros de Mejoramiento Animal, Miguel Santiago Campos, José Tavares, Alejandro Gallardo y Eduardo Casas, por su apoyo y amistad. Por los gratos momentos que pasamos juntos.

A mis amigos Isela y Jorge Alas, Yadira y Denis Salgado, Nury y Carlitos Fuentes, Angelita y Rudy Herrera, Celia y Carlos Roig, Elena y Rolando Rodriguez, y a Jovita Bolaños, por los inolvidables momentos de alegría, diversión y amistad compartida a lo largo de estos dos años.

A todo el personal profesional y auxiliar del Area de Ganadería Tropical.

Al Sr. Julio Marschall, por la información y ayuda prestada en la codificación de los datos en la finca.

A Gerardo, Jesús, Tati, Lissete y Rigoberto, personal de la biblioteca Orton, por su buena disposición y amabilidad.

A la Overseas Development Organization (ODA), por el financiamiento de mis estudio de maestría.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), por las enseñanzas que recibí, y por la oportunidad que me dieron para proseguir mis estudios de maestría.

A todas las personas que de una manera u otra, se brindaron para la realización de este trabajo.

## BIOGRAFIA

El autor nació el 14 de Junio de 1963 en Asunción, capital de la República del Paraguay. Realizó sus estudios primarios en la Escuela República del Brasil, y del año 1975 a 1980 realizó sus estudios secundarios en el Colegio Internacional de Asunción.

En 1981 ingresó a la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional de Asunción, graduándose en diciembre del año 1985, con el título de Ingeniero Agrónomo con énfasis en Producción Animal.

A partir de 1986 trabajó en la firma Reselva S.A. Forestal, Agrícola y Ganadera, desempeñando diversas funciones en el campo Agropecuario.

En septiembre de 1987, ingresó al programa de Posgrado del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, en el Departamento de Producción Animal, escogiendo la especialización de mejoramiento Animal. Se graduó de Magister Scientiae en Septiembre de 1989.

## CONTENIDO

|   |      |
|---|------|
| RESUMEN.....  | viii |
| SUMMARY.....  | x    |
| LISTA DE CUADROS.....   | xii  |
| LISTA DE FIGURAS.....   | xiv  |
| 1. INTRODUCCION.....  | 1    |
| 2. REVISION DE LITERATURA.....  | 7    |
| 2.1 Efectos genéticos directos, maternos, y la re-<br>lación entre ellos.....       | 8    |
| 2.2 Productividad total.....  | 26   |
| 2.3 Información existente sobre el ganado Criollo<br>en producción de carne.....    | 39   |
| 3. MATERIALES Y METODOS.....  | 44   |
| 3.1 Localización del estudio e información.....                                     | 44   |
| 3.2 Origen y manejo del hato.....   | 44   |
| 3.3 Información obtenida de los registros.....                                      | 49   |
| 3.4 Variables codificadas.....  | 49   |
| 3.5 Variables de interés analizadas.....  | 51   |
| 3.5.1 Características que miden los efectos ge-<br>néticos directos y maternos..... | 51   |
| 3.5.2 Características que miden productividad<br>total.....                         | 52   |
| 3.6 Procedimientos analíticos.....  | 52   |
| 3.6.1 Análisis de efectos genéticos directos,<br>maternos, y sus correlaciones..... | 52   |
| 3.6.2 Análisis de productividad total.....  | 62   |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSION.....  | 66   |
| 4.1 Varianzas y covarianzas genéticas en machos y<br>hembras Romosinuano.....       | 68   |
| 4.2 Efectos genéticos directos, maternos, y corre-<br>lación entre ellos.....       | 79   |
| 4.3 Productividad total.....  | 90   |
| 5. CONCLUSIONES.....  | 101  |
| 6. BIBLIOGRAFIA.....  | 103  |
| APENDICE.....   | 113  |

CARDONA G., J. L. 1989. Efectos genéticos directos, maternos, correlación entre ellos, e indicadores de productividad total en ganado Romosinuano bajo condiciones de trópico húmedo. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 128 p.

Palabras claves: Ganado de carne, Criollos, trópico, efectos genéticos directos y maternos, correlación genética, productividad total.

EFFECTOS GENETICOS DIRECTOS, MATERNOS, CORRELACION ENTRE ELLOS,  
E INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD TOTAL EN GANADO ROMOSINUANO  
BAJO CONDICIONES DE TROPICO HUMEDO.

#### RESUMEN

Se analizaron registros de ganado Romosinuano colectados en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) durante 26 años (1962-1988), con el objeto de cuantificar la correlación genética entre el peso al nacer (PN), peso al destete (P210) y ganancias predestete (GP) medida en crías hembras (como indicadoras de los efectos maternos), y el peso al año (PA) medido en los machos, medios hermanos paternos de las hembras (como indicador de los efectos directos). Se buscò establecer además las bases genéticas de productividad total, definida como la sumatoria de kilos destetados por vaca a lo largo de su vida útil (SPD), el promedio de kilos destetados por vaca, y un índice de habilidad probable de producción en base al peso al destete de sus crías para cada vaca. El manejo de estos animales fue principalmente a base de pastoreo. Inicialmente se obtuvieron heredabilidades ( $h^2$ ), correlaciones genéticas y fenotípicas en las crías machos y hembras por separado, utilizando un modelo mixto que contenía los efectos de Semental y grupo racial, y donde cada característica fue expresada como desviación de la media del año en que nació la cría. Además, las características predestete fueron ajustadas por edad de la vaca al parto. Las  $h^2$  obtenidas por correlación intraclases entre medios hermanos

paternos para PN, PD, GP y PA fueron de  $0,42 \pm 0,13$ ;  $0,30 \pm 0,12$ ;  $0,25 \pm 0,10$  y  $0,56 \pm 0,24$  en los machos, mientras que los valores correspondientes a las hembras fueron de  $0,24 \pm 0,10$ ;  $0,33 \pm 0,12$ ;  $0,33 \pm 0,12$  y  $0,21 \pm 0,15$ , respectivamente. Las correlaciones genéticas obtenidas variaron entre  $-0,92$  y  $0,99$  para las características de crecimiento desde el nacimiento hasta el año de edad. Se obtuvieron también  $h^2$  por regresión madres-hijas para las características predestete, y éstas fueron similares a las obtenidas a través de correlación intraclases. Las correlaciones genéticas entre las características predestete medidas en hembras y el PA medido en machos variaron entre  $0,14$  a  $0,36$  cuando se estimaron utilizando el concepto de interacción genotipo por medio ambiente, mientras que los valores fueron de  $-0,15$  cuando se estimaron a través de las correlaciones entre valores de cría. Los valores de correlación genética aquí obtenidos fueron considerados cercanos a cero, por lo que se concluye que en el ganado Romosinuano no existen antagonismos genéticos aparentes entre las características maternalmente influenciadas (PN, PD, y GP), y las características de crecimiento (PA). En relación a productividad total, los resultados señalaron la existencia de variabilidad genética aditiva ( $h^2$  de  $0,12$  para SPD, y de  $0,47$  para MPD). La  $h^2$  para edad a primer parto fue de cero. Se vió además que seleccionar hembras en base a características de crecimiento, no perjudica su eventual productividad total, particularmente si empiezan a producir crías a los tres años de edad.

CARDONA G., J. L. 1989. Direct and maternal genetic effects, correlation between them, and indicators of cow productivity in Romosinuano cattle under humid tropical conditions. Mag. Sc. Thesis. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 128 p.

Key words: Beef cattle, Criollos, tropic, direct and maternal genetic effects, genetic correlation, cow productivity.

DIRECT AND MATERNAL GENETIC EFFECTS, CORRELATION BETWEEN THEM, AND INDICATORS OF COW PRODUCTIVITY IN ROMOSINUANO CATTLE UNDER HUMID TROPICAL CONDITIONS.

#### SUMMARY

Records of Romosinuano cattle collected in the Tropical Agricultural Center for Research and Training (CATIE) during 26 years (1962-1988), were analyzed with the objective of quantifying the genetic correlation between birth weight (BW), weaning weight (W210), and preweaning gains (PG) measured in female calves (as indicators of maternal effects), and the yearling weight (YW) measured in the male calves, paternal half brothers of the females (as an indicator of direct effects). It was also looking to establish the genetic bases of cow productivity, defined as the total progeny weaning weights (PWW), mean of progeny weaning weights (MWW) and most probable producing ability for progeny weaning weights (MPPA) for each cow. Calves were managed on pastures. Initially heritabilities ( $h^2$ ), genetic and phenotypic correlations in male and female calves separately were obtained, using a mixed model that contained sire and breed group effects, and where each characteristic was expressed as a deviation of the mean of the year in which the calf was born. Also, the preweaning characteristics were adjusted for the age of dam. The  $h^2$  obtained per

intraclass correlation between paternal half sibs for BW, WW, PG and YW were  $0.42 \pm 0.13$ ,  $0.30 \pm 0.12$ ,  $0.25 \pm 0.10$  and  $0.56 \pm 0.24$  in the males, while the values corresponding to the females were  $0.24 \pm 0.10$ ,  $0.33 \pm 0.12$ ,  $0.33 \pm 0.12$  and  $0.21 \pm 0.15$ , respectively. The genetic correlations obtained varied between  $-0.92$  and  $0.99$  for characteristics of growth from birth to one year of age. Heritabilities for offspring-dam regression were obtained for preweaning characteristics, and these were similar to those obtained through intraclass correlation. Genetic correlations between preweaning characteristics measured in the males varied between  $0.14$  to  $0.36$  when they were estimated using the concept of genotype-environment interaction, while the values were around of  $-0.15$  when they were estimated through correlations between breeding values of the sires. Genetic correlation values obtained here were considered close to zero, which leads to conclude that there are no apparent genetic antagonisms between maternally influenced characteristics (BW, WW and PG), and the growth characteristics (YW). In relation to cow productivity, the results showed the existence of additive genetic variability ( $h^2$  was  $0.12$  for PWW, and  $0.47$  for MWW). The  $h^2$  for age at first calving was zero. It was also seen that selection of replacement heifers based on growth characteristics, does not impaired her subsequent cow productivity, particularly if they begin to produce calves at three years of age.

LISTA DE CUADROS

| Nº . |   |    |
|------|---|----|
| 1    | Datos climáticos acumulados a lo largo de los años en la estación agrometeorológica del CATIE en Turrialba.....   | 45 |
| 2    | Número de sementales (NS) por grupo racial y año utilizados en el hato de carne del CATIE.....  | 47 |
| 3    | Año de uso de los sementales Romosinuano en el hato de carne del CATIE.....   | 56 |
| 4    | Modelo del análisis de varianza de un modelo mixto, para estimar los componentes de varianza requeridos en la estimación de la correlación genética entre efectos directos y maternos.....  | 60 |
| 5    | Medias de mínimos cuadrados y errores estándar generales y por grupo racial, luego de ajustar por edad de la vaca al parto para PN, P210, GP y PA para cada sexo en ganado Romosinuano.....   | 67 |
| 6    | Análisis de varianza de mínimos cuadrados para PN P210, GP, y PA por sexo de la cría en ganado Romosinuano (modelo 2).....  | 69 |
| 7    | Varianzas genéticas y fenotípicas obtenidas a través del análisis de medios hermanos paternos (modelo 2) por sexo en ganado Romosinuano.....  | 70 |
| 8    | Heredabilidades, correlaciones genéticas y fenotípicas obtenidas a través del análisis de medios hermanos paternos (modelo 2), por sexo en ganado Romosinuano.....  | 71 |
| 9    | Heredabilidades ( $h^2$ ), varianzas genéticas $V(G)$ , y varianzas fenotípicas $V(F)$ , obtenidas a través de regresiones madres-hijas (modelo 3), para cada sexo en ganado Romosinuano.....                                       | 78 |
| 10   | Componentes de varianza del semental ( $\sigma^2 S$ ), de la interacción semental x sexo ( $\sigma^2 I$ ), y correlaciones genéticas (RG), entre crecimiento predestete medido en hembras, y peso al año (PA) medido en machos..... | 80 |
| 11   | Valores de cría para sementales Romosinuano según el peso al destete (VCPD), ganancias predestete (VCGP) de sus crías hembras; y peso al año (VCPA) de sus crías machos.....  | 86 |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 12 | Correlaciones fenotípicas entre características que miden productividad total (HPPV, SPD y MPD) con características de crecimiento (PN, P210 y GP) en vacas Romosinuano..... | 91 |
| 13 | Medias de kilos destetados por vaca (MSPD), e intervalo entre partos (MIEP), clasificados por edad al primer parto en el hato Romosinuano del CATIE.....                     | 93 |

APENDICE

| Nº . |   |     |
|------|---|-----|
| 1A   | VARIABLES CODIFICADAS Y GENERADAS EN EL PRESENTE ESTUDIO.....   | 114 |
| 2A   | Número de registros por año de nacimiento de la cría (ANAC) para PN, PD, y PA en el hato de carne del CATIE.....  | 115 |
| 3A   | Número de registros por edad de la vaca al parto en el hato de carne del CATIE durante los años 1962-1988.....  | 116 |
| 4A   | Número de registros utilizados antes y después de las restricciones.....  | 117 |
| 5A   | Análisis de varianza de mínimos cuadrados, sintetizado a partir de distintos modelos para PN, P210, GP, y PA en machos.....                                 | 118 |
| 6A   | Análisis de varianza de mínimos cuadrados, sintetizado a partir de distintos modelos para PN, P210, GP, y PA en hembras.....                                | 119 |
| 7A   | Medias de mínimos cuadrados y error estándar, número de registros, y factores de ajuste (F), por edad de la vaca al parto para PN, P210 y GP en machos..... | 120 |
| 8A   | Medias de mínimos cuadrados y error estándar, número de registros, y factores de ajuste (F), por edad de la vaca al parto para PN, P210 y GP en machos..... | 121 |

## LISTA DE FIGURAS

| Nº . |   |     |
|------|---|-----|
| 1    | Relación entre los efectos genéticos directos y maternos sobre una característica maternalmente influenciada según Willham (1962).....  | 11  |
| 2    | Valores de cría para peso al destete (VCPD), y peso al año (VCPA), para los sementales involucrados en el análisis de correlaciones genéticas entre efectos directos y maternos.....        | 87  |
| 3    | Valores de cría para ganancias predeste (VCGP), y peso al año (VCPA), para los sementales involucrados en el análisis de correlaciones genéticas entre efectos directos y maternos.....     | 88  |
| 4    | Valores de cría para ganancias predeste (VCGP), y peso al destete (VCPD), para los sementales involucrados en el análisis de correlaciones genéticas entre efectos directos y maternos..... | 89  |
| 5    | Medias de la sumatoria de kilos destetados por vaca (MSPD), e intervalo entre partos (MIEP), clasificados por edad de la vaca al primer parto en el hato Romosinuano del CATIE.....         | 95  |
| 1A   | Regresión de las medias del PN sobre los años, en el hato de carne del CATIE.....   | 122 |
| 2A   | Regresión de las medias del PD sobre los años, en el hato de carne del CATIE.....   | 123 |
| 3A   | Regresión de las medias del GP sobre los años, en el hato de carne del CATIE.....   | 124 |
| 4A   | Regresión de las medias del PA sobre los años, en el hato de carne del CATIE.....   | 125 |