

Evaluación Genética Multirracial y Su Aplicación en Programas de Ganado Criollo

M. Elzo*, G. Martínez†, y C. Manrique‡

*Universidad de Florida, Gainesville, E. U. A.

†Instituto Colombiano Agropecuario

‡Universidad Nacional de Colombia

Aspectos Generales

Factores a Considerar por Area de Trabajo

Ejemplo de un Análisis Multirracial Colombiano

Programa Nacional de Mejoramiento Genético

Evaluación Genética Multirracial

Aspectos Generales

Población Multirracial

Población compuesta de animales (padres, madres, y progenies) puros y cruzados

Completa

Incompleta



Número de Padres



| GRM | Grupo Racial del Padre | | | | | |
|------|------------------------|------|------|------|------|-----|
| | Ang | .75A | .50A | .25A | Brah | Brg |
| Ang | 16 | 7 | 9 | 10 | 15 | 16 |
| .75A | 13 | 9 | 9 | 9 | 17 | 13 |
| .50A | 16 | 11 | 9 | 11 | 18 | 15 |
| .25A | 11 | 6 | 7 | 7 | 12 | 10 |
| Brah | 13 | 11 | 9 | 11 | 20 | 16 |
| Brg | 10 | 7 | 8 | 10 | 12 | 16 |



Número de Madres



| GRM | Grupo Racial del Padre | | | | | |
|------|------------------------|------|------|------|------|-----|
| | Ang | .75A | .50A | .25A | Brah | Brg |
| Ang | 69 | 24 | 22 | 28 | 40 | 40 |
| .75A | 13 | 20 | 23 | 22 | 24 | 29 |
| .50A | 50 | 36 | 38 | 47 | 54 | 50 |
| .25A | 21 | 16 | 23 | 16 | 25 | 24 |
| Brah | 45 | 40 | 36 | 43 | 107 | 44 |
| Brg | 21 | 15 | 19 | 23 | 23 | 66 |



Número de Terneros



| | Grupo Racial del Padre | | | | | |
|------|------------------------|------|------|------|------|-----|
| GRM | Ang | .75A | .50A | .25A | Brah | Brg |
| Ang | 117 | 25 | 22 | 28 | 40 | 40 |
| .75A | 29 | 21 | 25 | 24 | 27 | 32 |
| .50A | 62 | 41 | 46 | 57 | 65 | 66 |
| .25A | 24 | 20 | 24 | 19 | 32 | 28 |
| Brah | 53 | 44 | 39 | 49 | 195 | 50 |
| Brg | 23 | 16 | 19 | 26 | 25 | 106 |



Número de Padres



| | Grupo Racial del Padre | | |
|-----------------|------------------------|------|------|
| Gr Racial Madre | Sanmar | ½S½C | Cebú |
| Sanmar | 88 | 0 | 14 |
| ½S½C | 14 | 10 | 18 |
| ¾S¼C | 14 | 0 | 0 |
| Cebú | 41 | 1 | 22 |



Número de Madres



| | Grupo Racial del Padre | | |
|-----------------|------------------------|------|------|
| Gr Racial Madre | Sanmar | ½S½C | Cebú |
| Sanmar | 410 | 0 | 80 |
| ½S½C | 39 | 68 | 75 |
| ¾S¼C | 29 | 0 | 0 |
| Cebú | 75 | 1 | 111 |



Número de Terneros



| | Grupo Racial del Padre | | |
|-----------------|------------------------|------|------|
| Gr Racial Madre | Sanmar | ½S½C | Cebú |
| Sanmar | 1309 | 0 | 147 |
| ½S½C | 92 | 242 | 242 |
| ¾S¼C | 88 | 0 | 0 |
| Cebú | 264 | 1 | 371 |

Efectos Genéticos y Ambientales

Aditivos

Noaditivos

Directos

Maternos

Intrarraciales

Interraciales

Aditivos (A)

=

Efectos de los genes recibidos del padre y de la madre
(S+S, C+C, S+C, C+S)

Noaditivos (N)

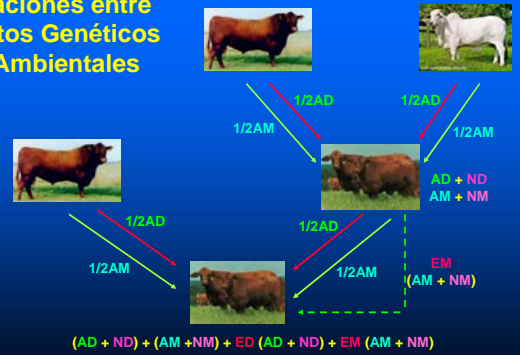
=

Interacciones entre los genes recibidos del padre y de la madre
(S/S, C/C, S/C, C/S)

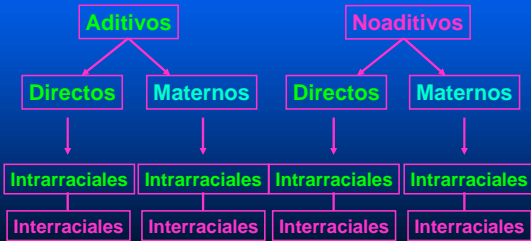
Directos (D)
= **Crecimiento propio del ternero**

Maternos (M)
= **Cuidado de la madre (leche)**

Relaciones entre Efectos Genéticos y Ambientales



Modelaje de Efectos Genéticos



Modelaje de Efectos Ambientales



Predicciones Genéticas Multirraciales

| DEPM | Directas (D) | Maternas (M) |
|-----------------|--------------|--------------|
| Aditivas (A) | AD | AM |
| Noaditivas (N) | ND | NM |
| Totales (T=A+N) | TD | TM |

Proyecto de Conservación y Mejoramiento

Fases II y III

Evaluación Genética

Selección

Animales de 11 razas Criollas y Colombianas y de sus cruces con razas cebuínas y taurinas

Razas

| Criollas | Colombianas |
|--|--|
| Blanco Orejinegro Casanare Chino Santandereano Costeño Con Cuernos Hartón del Valle Ramosinuano Sanmartinero | Campuzano Criollo Catequeño Lucerna Velásquez |

Grupos Cruzados

Razas Criollas x Razas Cebuinas de Carne
Razas Criollas x Razas Cebuinas de Leche
Razas Criollas x Razas Taurinas de Carne
Razas Criollas x Razas Taurinas de Leche

1/2 Ramosinuano x 1/2 Brahman
3/4 Ramosinuano x 1/4 Brahman
1/4 Ramosinuano x 3/4 Brahman
5/8 Ramosinuano x 3/8 Brahman

Evaluación Genética Multirracial

Factores a Considerar
por Area de Trabajo

Areas de Trabajo

Recolección y Mantenimiento de Datos

Sistema de Evaluación Genética

Publicación de Resultados

Selección y Apareamientos

Poblaciones Multirraciales Criollas-Cebú

Recolección y Mantenimiento de Datos

Caracteres

Grupos de Comparación

Conectividad

Datos Históricos, Presentes, y Futuros

Caracteres

Reproductivos

Productivos

Edad al Parto
Facilidad al Parto
Largo de Gestación

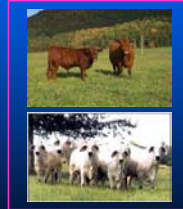
Peso al Nacimiento,
Destete, Sacrificio
Peso y Calidad de
la Canal
Cantidad y Calidad
de Leche

Grupos de Comparación

Grupos Contemporáneos
Multirraciales

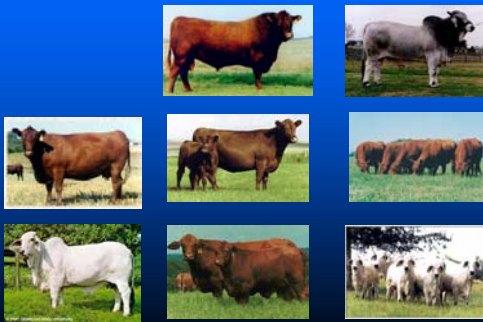
Conectividad entre Grupos
Contemporáneos Multirraciales

Grupos Contemporáneos Multirraciales



= Sexo
≈ Edad
≈ Ambiente

Grupo Multirracial 1



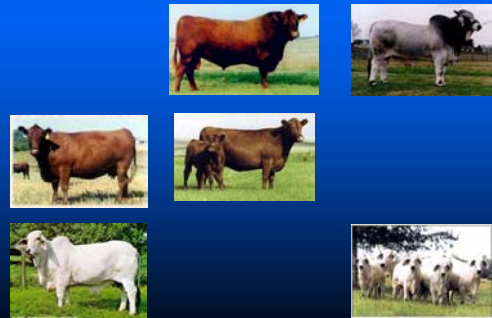
Grupo Multirracial 2



Grupo Multirracial 3



Grupo Multirracial 4




Grupo Multirracial 5



Grupo Multirracial 6



Conectividad Entre Grupos Contemporáneos Multirraciales

| Grupo Contemp |  |  |  |
|---------------|---|---|---|
| 1 | X | | |
| 2 | X | | X |
| 3 | X | X | X |
| 4 | | X | X |
| 5 | X | X | X |
| 6 | X | | X |
| 7 | X | | |

Conectividad y Fincas

Estaciones Experimentales
 Hatos multirraciales completos
 Sistema de registros completo
 Crear conexiones entre hatos privados

Fincas Privadas
 Hatos multirraciales incompletos
 Registros – tipo de explotación
 Hatos unirraciales

Areas de Trabajo

Recolección y Mantenimiento de Datos

Sistema de Evaluación Genética

Publicación de Resultados

Selección y Apareamientos

Poblaciones Multirraciales Criollas-Cebú

Sistema de Evaluación Genética

Modelos de Evaluación Genética

Programas de Computación

Computadores

Modelos de Evaluación Genética

Tipos de Caracteres:

- Continuos: Modelos Lineales
- Discontinuos: Modelos No-lineales

Efectos Genéticos: Directos, Maternos

Tipo de Población: Multirracial

Bases Genéticas: Aditivas, Noaditivas

Modelos por Carácter

Modelos Lineales

Edad al Parto
Largo de Gestación
Peso al Nacimiento, Destete, Sacrificio
Peso y Calidad de la Canal
Cantidad y Calidad de Leche

Modelos No-lineales

Facilidad al Parto

Efectos Genéticos por Carácter

Directos y Maternos

Edad al Parto
Largo de Gestación
Peso al Nacimiento, Destete, Sacrificio
Facilidad al Parto

Directos

Peso y Calidad de la Canal
Cantidad y Calidad de Leche

Poblaciones Multirraciales Colombianas

Multiple Subpoblaciones Multirraciales de 2 o más razas parentales

Sanmartinero-Brahman
Romosinuano-Brahman

Conectividad entre Subpoblaciones Multirraciales

Bases Genéticas en Poblaciones Multirraciales Criollas-Cebú

Base Genética Aditiva

=

Media de los genes Cebú de animales Puros y Cruzados

Base Genética Noaditiva

=

Media de las Interacciones entre genes Criollo/Criollo y Cebú/Cebú en animales Puros y Cruzados

Modelo Animal

Registros Ajustados

Grupo Contemporáneo y Edad de la Madre

Grupo del Ternero y de la Madre
(A, N, D, M)

Ternero y Madre
(A, N, D, M)

Residuo

Programas de Computación Multirraciales

MREMLEM

Estimar Parámetros Genéticos (A, NA)
Predecir Valores Genéticos (A, NA)

Poblaciones Multirraciales de 2 Razas Parentales

Modificar para incluir más de 2 Razas Parentales

Computadores

INTEL - PowerPc - RISC

1 - 2 Procesadores y 2 - 4 GB RAM
4 Discos Permanentes (36 GB c/u)
RAID 1 (Almacenamiento Redundante)
Diskettes (250 MB)
Sistema de Cintas de Respaldo
Monitor (21 - 24 pulgadas)
Conexión a Internet (Tarjeta, Modem)

Evaluación Genética Multirracial

Ejemplo de un Análisis Multirracial Colombiano

Análisis Multirraciales

Angus-Brahman - U. Florida (1998)

Caracteres de Crecimiento (Pre)
Caracteres de Canal

Romosinuano-Brahman - Turipaná (1998)

Caracteres de Crecimiento (Pre & Post)

Sanmartinero-Brahman - La Libertad (1999)

Caracteres de Crecimiento (Pre & Post)

RISC - INTEL



Población Multirracial Sanmartinero-Cebú



| Toros Gr Racial Madre | Grupo Racial del Padre | | |
|-----------------------------|------------------------|------|------|
| | Sanmar | ½S½C | Cebú |
| Sanmar | 88 | 0 | 14 |
| ½S½C | 14 | 10 | 18 |
| ¾S¼C | 14 | 0 | 0 |
| Cebú | 41 | 1 | 22 |

Objetivos

Estimar de Parámetros Genéticos

Predecir Valores Genéticos

Aditivos Noaditivos Totales

Caracteres

Peso al Nacimiento

Peso al Destete (240 d)

Ganancia de Peso Postdestete
(240 - 480 d)

Modelo de Padre y Abuelo Materno

Registros Ajustados

Grupo Contemporáneo y Edad de la Madre

Grupo del Padre y del Abuelo Materno
(A, N, D, M)

Padre y Abuelo Materno
(A, N, D, M)

Residuo

Estimaciones de Razones Genéticas

| Carácter | Heredab | | Interactib |
|----------|---------|------|------------|
| | Sanmar | Cebú | S/C |
| PN Dir | .26 | .30 | .22 |
| PD Dir | .10 | .08 | .08 |
| GP Dir | .44 | .37 | .30 |
| PN Mat | .29 | .26 | .25 |
| PD Mat | .11 | .10 | .08 |
| GP Mat | .46 | .38 | .35 |

Estimaciones de Correlaciones

| | |
|----------------------|--------------------------|
| Genéticas Aditivas | Bajas (< .50) |
| Genéticas Noaditivas | Bajas (< .25) |
| Ambientales | Medianas a Bajas (< .70) |
| Fenotípicas | Bajas (< .50) |

Predicciones Multirraciales SM-Cebú: Bases Genéticas

Base Genética Aditiva

=

Media de los genes Cebú de
animales Puros y Cruzados

Base Genética Noaditiva

=

Media de las interacciones S/S y C/C
en animales Puros y Cruzados

Gráficos de DEP Multirraciales SM-Cebú: Caracteres



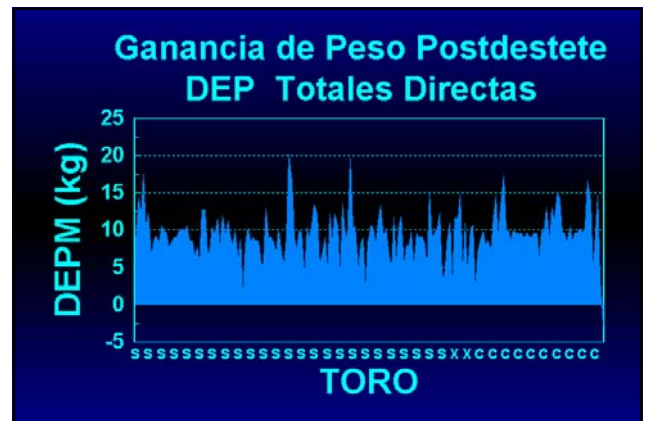
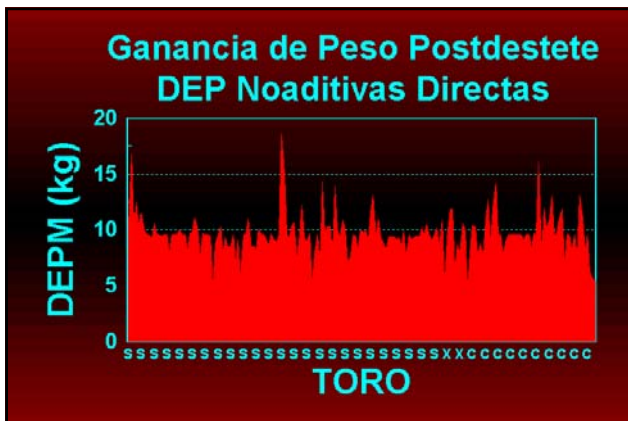
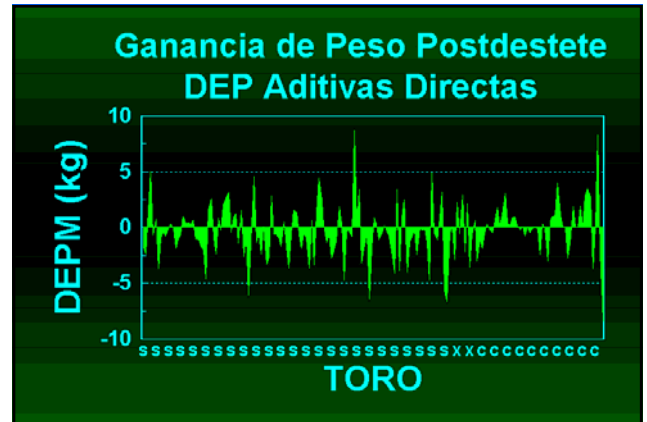
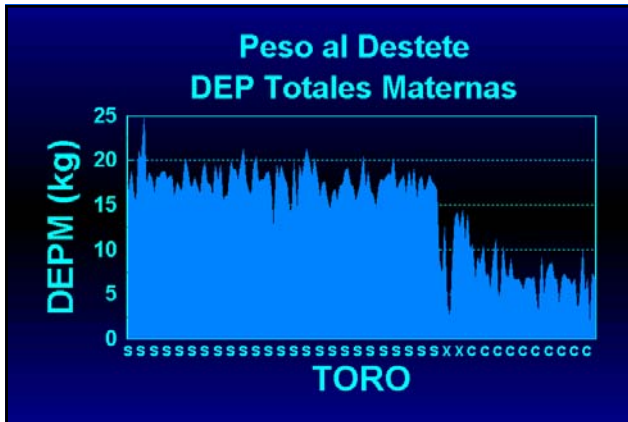
Gráficos de DEP Multirraciales Sanmartinero-Cebú: Suposición

Todos los toros se "cruzaron" con vacas $\frac{1}{2}S$ $\frac{1}{2}C$

Comparar las DEPMN y DEPMT de todos los toros al mismo nivel de interacciones noaditivas: .50

Toros ordenados por edad dentro de grupo racial: Sanmar, $\frac{1}{2}S$ $\frac{1}{2}C$, Cebú





Areas de Trabajo

- Recolección y Mantenimiento de Datos
- Sistema de Evaluación Genética
- Publicación de Resultados**
- Selección y Apareamientos
- Poblaciones Multirraciales Criollas-Cebú

Publicación de Resultados

- Resúmenes de Predicciones
- Parámetros Genéticos (hered, interactib)
- Distribuciones de Predicciones
- Gráficos de Tendencias Genéticas
- Libros
- Internet

Tendencias Genéticas

Evaluación cuantitativa del impacto de la selección aditiva y noaditiva

Sugerir cambios en los sistemas de selección y de apareamiento
(Que toros usar más y con vacas de cual grupo racial)

Importante

Investigar cambios en selección y/o apareamientos **antes** de ser implementados en toda la población multirracial

Mantener la **conectividad** de toros y de grupos raciales a través de grupos contemporáneos multirraciales

Areas de Trabajo

Recolección y Mantenimiento de Datos

Sistema de Evaluación Genética

Publicación de Resultados

Selección y Apareamientos

Poblaciones Multirraciales Criollas-Cebú

Reglas de Selección para Poblaciones Multirraciales

[1] Selección por DEPM Aditivas

[2] Selección por DEPM Totales (A + N)

[3] Selección por DEPM Aditivas
Selección por DEPM Totales (A + N)

Criadores de Animales de Raza Pura

[1] Selección por DEPM Aditivas

[2] Selección por DEPM Totales (A + N)

[3] Selección por DEPM Aditivas
Selección por DEPM Totales (A + N)

Productores Comerciales

[1] Selección por DEPM Aditivas

[2] Selección por DEPM Totales (A + N)

[3] Selección por DEPM Aditivas
Selección por DEPM Totales (A + N)

Toros Criollos 1 Vacas Criollas y/o Cruzadas

| Toros | SM 1 | SM 2 | SM 3 |
|-------|-----------|-----------|-----------|
| DEPMA | 4 kg | 6 kg | 6 kg |
| DEPMN | 10 kg | 6 kg | 4 kg |
| DEPMT | 14 kg | 12 kg | 10 kg |
| | Regla [1] | Regla [2] | Regla [3] |
| CRP | SM 2,3 | | SM 2 |
| PRC | | SM 1 | SM 2 |

Toros Criollos 2 Vacas Criollas y/o Cruzadas

| Toros | SM 1 | SM 2 | SM 3 |
|-------|-----------|-----------|-----------|
| DEPMA | - 2 kg | 8 kg | 6 kg |
| DEPMN | 12 kg | 2 kg | 4 kg |
| DEPMT | 10 kg | 10 kg | 10 kg |
| | Regla [1] | Regla [2] | Regla [3] |
| CRP | SM 2 | | SM 2 |
| PRC | | SM 1,2,3 | SM 2 |

Toros SM, 1/2S1/2C, Cebú

| Toros | SM | 1/2S1/2C | C |
|----------|-----------|-----------|-----------|
| DEPMA | 6 kg | 7 kg | 6 kg |
| DEPMN | 10 kg | 10 kg | 8 kg |
| DEPMT | 16 kg | 17 kg | 14 kg |
| | Regla [1] | Regla [2] | Regla [3] |
| Vacas | | | |
| SM | | | |
| 1/2S1/2C | | | |
| C | | | |

Toros SM, 1/2S1/2C, Cebú Vacas Sanmartineras

| Toros | SM | 1/2S1/2C | C |
|-------|--------------------|---------------------|---------------------|
| DEPMA | 6 kg | 7 kg | 6 kg |
| DEPMN | 0 kg | 5 kg | 8 kg |
| DEPMT | 6 kg | 12 kg | 14 kg |
| | Regla [1] | Regla [2] | Regla [3] |
| Vacas | | | |
| SM | 1/2S1/2C SM = C | C 1/2S1/2C SM | 1/2S1/2C C SM |

Toros SM, 1/2S1/2C, Cebú Vacas Cebú

| Toro | SM | 1/2S1/2C | C |
|-------|--------------------|---------------------|---------------------|
| DEPMA | 6 kg | 7 kg | 6 kg |
| DEPMN | 10 kg | 5 kg | 0 kg |
| DEPMT | 16 kg | 12 kg | 6 kg |
| | Regla [1] | Regla [2] | Regla [3] |
| Vacas | | | |
| C | 1/2S1/2C SM = C | SM 1/2S1/2C C | 1/2S1/2C SM C |

Toros SM, 1/2S1/2C, Cebú Vacas 1/2S1/2C

| Toros | SM | 1/2S1/2C | C |
|----------|--------------------|---------------------|---------------------|
| DEPMA | 6 kg | 7 kg | 6 kg |
| DEPMN | 5 kg | 5 kg | 4 kg |
| DEPMT | 11 kg | 12 kg | 10 kg |
| | Regla [1] | Regla [2] | Regla [3] |
| Vacas | | | |
| 1/2S1/2C | 1/2S1/2C SM = C | 1/2S1/2C SM C | 1/2S1/2C SM C |

Evaluación Genética Multirracial

Programa Nacional de Mejoramiento Genético

Programa Nacional de Mejoramiento Genético

Sistema de almacenamiento y mantenimiento de conjuntos de datos históricos y futuros

Sistema de evaluación genética y económica apropiado para las poblaciones animales presentes y futuras

Programa Nacional de Mejoramiento Genético

Personal asignado a tareas específicas

Equipos de computación dedicados al manejo de datos y a los análisis genéticos y económicos

Cooperación de Organizaciones Privadas, Gubernamentales, y Universidades

Observaciones Finales

Colombia tiene la mayor variedad de razas Criollas en América

Las razas Criollas tienen una excelente adaptación al trópico y una buena habilidad combinatoria con Cebú

Evaluaciones Genéticas multirraciales ayudarán a expandir el uso de animales Criollos puros y en cruzamientos