

MODELO DE EVALUACIÓN ANIMAL MULTIRRACIAL Y DIFERENCIAS ESPERADAS PREDICHAS (DEP) COMO INSTRUMENTOS PARA EL MEJORAMIENTO GENETICO EN BOVINOS
 M. A. Elzo
 Universidad de Florida



Población Multirracial
Predicciones Genéticas Multirraciales
Investigaciones de Evaluaciones Genéticas Multirraciales en Colombia
Evaluaciones Genómico-Poligénicas Multirraciales
Necesidad de Evaluaciones Genéticas Multirraciales Nacionales

Población Multirracial
 Población compuesta de animales (padres, madres, y progenies) puros y cruzados
 Padres y madres pueden ser puros o cruzados

Rebaño Multirracial Angus-Brahman Universidad de Florida
 2012: 22 Padres

Angus	.75 A	Brang	.50A	.25A	Brah
4	3	4	3	3	5

2012: 324 Madres

Angus	.75 A	Brang	.50A	.25A	Brah
48	67	45	69	40	55


Plan de Apareamientos 2012


Gr Racial	Grupo Racial del Padre						Total
	A	.75A	Br	.50A	.25A	B	
Madre A	22	5	8	4	4	5	48
.75A	13	9	14	8	9	14	67
Br	5	5	25	3	4	3	45
.50A	12	11	14	10	9	13	69
.25A	8	6	10	5	6	5	40
B	2	2	2	2	4	43	55
Total	62	38	73	32	36	83	324


Número de Terneros 2013


Gr Racial	Grupo Racial del Padre						Total
	A	.75A	Br	.50A	.25A	B	
Madre A	20	2	6	4	4	5	41
.75A	13	7	13	8	7	12	60
Br	4	3	18	3	3	2	33
.50A	10	10	12	8	9	10	59
.25A	6	5	6	4	6	5	32
B	2	2	2	1	3	29	39
Total	55	29	57	28	32	63	264





Rebaño Romosinuano-Cebú
Número de Terneros
 Turipaná, Córdoba
 1979-1995




Gr Racial	Grupo Racial del Padre		
	Romo	½R½C	Cebú
Madre	1466	16	39
Romo	51	0	43
¾R¼C	117	144	198
½R½C	161	0	2
¼R¾C	108	5	196

Número de Vacas
 La Leyenda, Antioquia
 Edad Primer Parto: 1980-2004

Gr Racial	Grupo Racial Padre			
	BON	Angus	½A½C	Cebú
Madre	10	0	0	0
BON	18	3	9	108
½A½C	0	3	0	0
¾A¼C	53	788	0	638

Número de Terneros
 Gencaribe, Antioquia
 Peso Nacim y Destete: 1999-2010




Gr Racial	Grupo Racial del Padre				
	Angus	¾A¼B	½A½B	¼A¾B	Brahman
Madre	3	5	3	57	142
½A½B	0	0	0	1	1
3/8A5/8B	16	9	7	2	11
¼A¾B	136	79	44	4	46

Población Multirracial

Predicciones Genéticas Multirraciales

Investigaciones de Evaluaciones Genéticas Multirraciales en Colombia

Evaluaciones Genómico-Poligénicas Multirraciales

Necesidad de Evaluaciones Genéticas Multirraciales Nacionales en Colombia

Modelos Multirraciales

Efectos Genéticos y Ambientales

Grupo Contemporáneo
Edad de la madre

Grupo Genético
Aditivo

Efecto Genético Animal
Aditivo

Grupo Genético
No aditivo

Efecto Genético Animal
No aditivo

Residuo

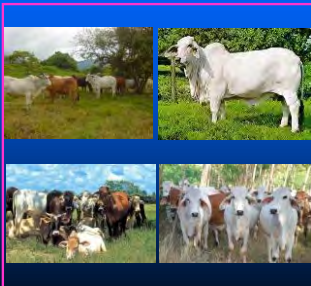
Grupos Contemporáneos Multirraciales



Rebaño
Año
Estación
Manejo
Edad (rango = 90 d)

Animales puros y
cruzados

Edad de la Madre



Función de la
composición racial de
la madre

Brahman, Angus x Brah,
Charolais x Cebú

Grupos Genéticos Aditivos



Función de la
composición racial de
los animales

Desvíos de una raza

Desvíos de un grupo de
razas

(Brit Carne, Brit Leche, Cont
Carne, Cont Leche, Cebú, Criollo)

Desvíos de Bos indicus

Grupos Genéticos No Aditivos



Función de
interacciones génicas
interraciales

Heterosis
[Futuros Apareamientos]

Pares de razas

Pares de grupos de razas
(Brit, Cont, Cebú, Otras)

Efectos Genéticos Animales Aditivos



Desvíos de una base
genética multirracial
aditiva

Una raza

Raza más numerosa?

Varias razas

Promedio de razas más
numerosas?

Efectos Genéticos Animales No Aditivos



Desvíos de una base genética multirracial no aditiva

Función de interacciones alélicas interracialias

Heterosis Aleatoria [Futuros Apareamientos]

Toros x Grupos de vacas

Efectos Genéticos Multirraciales Resumen



Modelos Multirraciales En teoría requieren ...

Estimación de Efectos Aditivos de Raza y No Aditivos de Combinaciones de Razas para todas las razas y combinaciones raciales en la población

Parámetros genéticos (aditivos, no aditivos), y ambientales son diferentes en cada raza y grupo racial cruzado

Modelos Multirraciales Pero en la práctica ...

No hay suficiente información para estimar:
Promedios aditivos de cada raza
Promedios no aditivos de combinaciones de razas

No hay suficiente información para estimar parámetros genéticos aditivos y no aditivos

➔ Hacer suposiciones para simplificar modelos y computación de DEP multirraciales

Qué suposiciones? Gran número de razas bovinas en Colombia ...

➤ Razas Bos taurus: Angus, Senepol, Limousin Simental, Charolais, Normando, Holstein, Jersey, Ayrshire, ...

➤ Razas Bos taurus Criollas: BON, Costeño con Cuernos, Harton del Valle, Romosinuano, Sanmartinero, ...

➤ Razas Bos indicus:
➤ Brahman, Gyr, Guzerat, Indubrasil, Nelore, ...

➤ Razas Bos taurus-Bos indicus:
➤ Brangus, Braford, Simbrah, Girolando, ...

Grupos Genéticos Aditivos: Suposiciones

➤ Agrupar razas:
➤ Bos taurus, Bos indicus
➤ Británicas (B), Continentales (C), Cebuinas (Z), Criollas (N)
➤ Razas más numerosas, Brit Carne, Brit Leche, Cont Carne, Cont Leche, Cebú, Criollas

➤ Desvíos de Grupos Genéticos Aditivos:
➤ Bos taurus - Bos indicus
➤ Relativos al grupo de razas Cebuinas
➤ Relativos a la raza más numerosa

Grupos Genéticos No Aditivos: Suposiciones

➤ Considerar:

- Heterosis entre Bos taurus y Bos indicus solamente
- Heterosis entre genes de diferentes grupos de razas

➤ Desvíos de Grupos Genéticos No Aditivos:

- $BtBi = Bt^*Bi - \frac{1}{2}(Bt^*Bt + Bi^*Bi)$
- BB, BC, BZ, BN, CC, CZ, CN, ZZ, ZN, NN
- Promedio de interacciones entre genes de diferentes razas dentro de cada grupo desviadas de interacciones entre genes de la misma raza dentro de cada grupo

Efectos Aleatorios: Suposiciones

Iguales parámetros genéticos aditivos
(heredabilidades, correlaciones)
en todas las razas y grupos cruzados

Ignorar heterosis aleatoria

Igual variabilidad ambiental
para todas las razas y grupos cruzados

Modelo Multirracial Resultante ...

Caracteres de Carne

Grupo Contemporáneo y Edad de la Madre

Grupo Genético del Animal y de la Madre
(AD, AM, ND, NM)

Animal y Madre
(AD, AM)

Residuo

Bases Genéticas Multirraciales (Bos taurus y Bos indicus)

Base Genética Aditiva

=

Promedio de Genes Bos indicus de
Animales Puros y Cruzados

Base Genética No Aditiva

=

Promedio de Interacciones Bt^*Bt y Bi^*Bi
de Animales Puros y Cruzados

Predicciones Genéticas Multirraciales (Bos taurus y Bos indicus)

Predicción	Grupo Aditivo o No Aditivo	Aleatorio AD o NAD
$DEPA_{Animal}$	$Frac(Bt) * Valor(\widehat{Bt - Bi})$	Valor ($\hat{u}_{Aditivo}$)
$DEPN_{Animal}$	Heterocigosidad * Valor (\widehat{Het})	Valor ($\hat{u}_{No\ Aditivo}$) = 0
$DEPT_{Animal}$	$DEPA_{Animal}$	$DEPN_{Animal}$

Predicciones Genéticas Multirraciales Resumen

- Parte Aditiva y Parte No Aditiva
- Parte Aditiva = Desvío de Grupo + Desvío Animal
 - Desvío de Grupo → Relativo a una raza, un grupo de razas, o Bos indicus
- Parte No Aditiva = Desvío de Grupo
 - Desvío de Grupo → Relativo a promedios de interacciones intrarraciales de varias razas (Británicas, Continentales, Cebuinas, Otras)
- Publicación = Parte Aditiva Solamente

Población Multirracial

Predicciones Genéticas Multirraciales

Investigaciones de Evaluaciones Genéticas Multirraciales en Colombia

Evaluaciones Genómico-Poligénicas Multirraciales

Necesidad de Evaluaciones Genéticas Multirraciales Nacionales en Colombia

Investigación de DEP Multirraciales Rebaño Sanmartinero-Cebú

3 Grupos Raciales de Padres
4 Grupos Raciales de Madres

2756 Terneros, 120 toros, y 1148 vacas



1971 - 1996
Peso al Nacimiento
Peso a los 240 días
Ganancia de Peso entre 240 y 480 días

Número de Padres La Libertad, Meta 1971-1996




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

Número de Madres La Libertad, Meta 1971-1996

Gr Racial	Grupo Racial del Padre		
	Sanmar	½S½C	Cebú
Madre			
Sanmar	410	0	80
¾S¼C	29	0	0
½S½C	39	68	75
Cebú	75	1	110

Número de Terneros La Libertad, Meta 1971-1996




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

Modelo Multirracial Rebaño Sanmartinero-Cebú

Caracteres de Carne

Grupo Contemporáneo y Edad de la Madre

Grupo del Padre y del Abuelo Materno (AD, AM, ND, NM)

Padre y Abuelo Materno (AD, AM, ND, NM)

Residuo

Bases Genéticas

Rebaño Sanmartinero-Cebú

Base Genética Aditiva
= Promedio de Genes Cebú de Animales Puros y Cruzados

Base Genética No-Aditiva
= Promedio de Interacciones S/S and C/C de Animales Puros y Cruzados

Heredabilidades y Razones No Aditivas

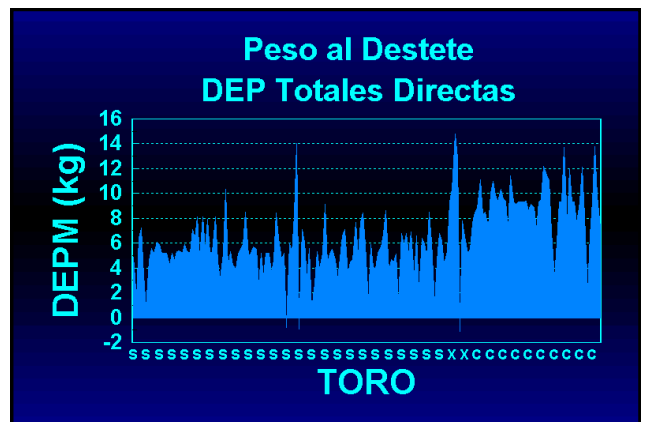
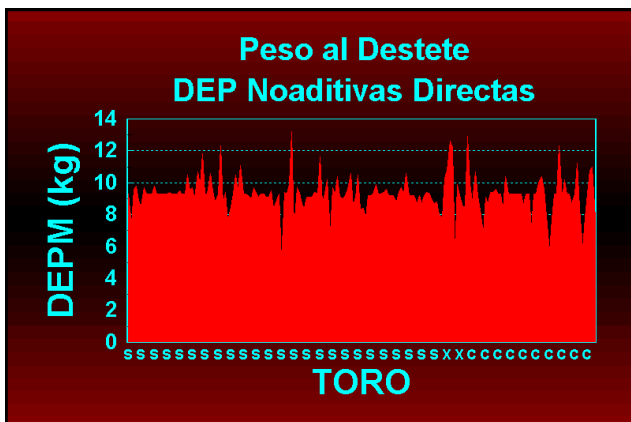
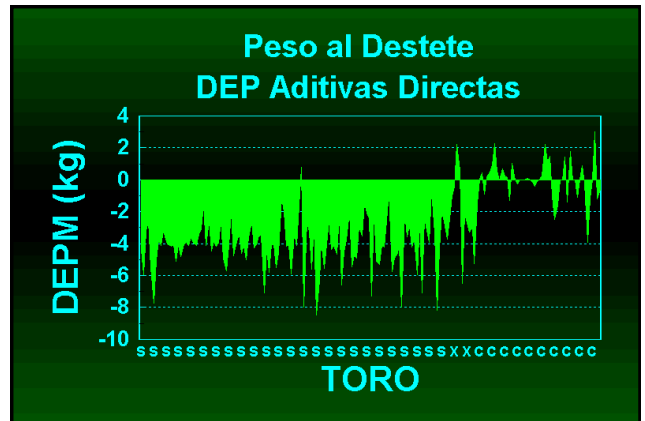
Rebaño Sanmartinero-Cebú

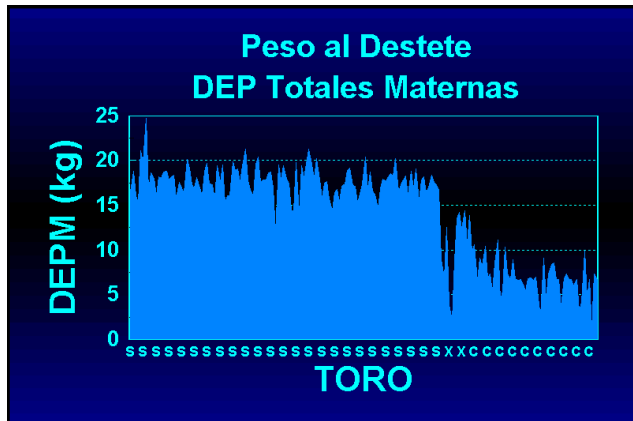
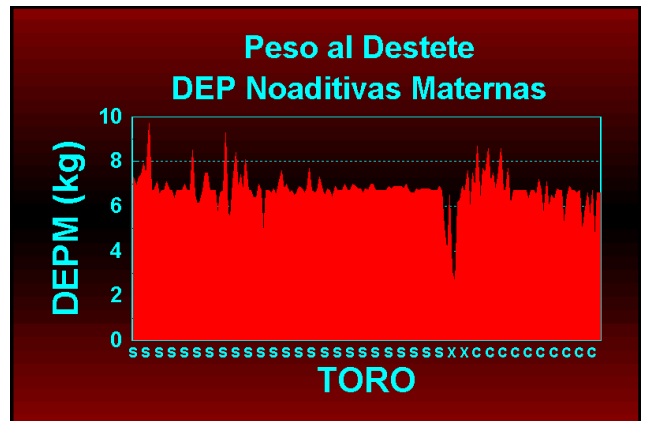
Carácter	Heredab S	Heredab C	HetAlea S/C
PNDir	0.26	0.30	0.22
PDDir	0.10	0.08	0.08
GPDDir	0.44	0.37	0.30
PNMat	0.29	0.26	0.25
PDMat	0.11	0.10	0.08
GPMat	0.46	0.38	0.35

Computación de DEP Multirraciales

Rebaño Sanmartinero-Cebú

Predicción	Grupo Aditivo o No Aditivo	Aleatorio AD o NAD
DEPA _{Toro}	Frac (Sanmar) * Valor (Sanmar - Cebu)	Valor ($\hat{u}_{Aditivo}$)
DEPN _{Toro}	Heterocigosidad (Sanmar * Cebú) * Valor (\hat{H}_{et})	Valor ($\hat{u}_{No\ Aditivo}$)
DEPT _{Toro}	DEPA _{Toro}	DEPN _{Toro}






- Población Multirraciat
- Predicciones Genéticas Multirraciales
- Investigaciones de Evaluaciones Genéticas Multirraciales en Colombia
- Evaluaciones Genómico-Poligénicas Multirraciales
- Necesidad de Evaluaciones Genéticas Multirraciales Nacionales en Colombia

- ### Evaluaciones Genómico-Poligénicas Multirraciales en Colombia
- #### Qué se necesitaría?
- > **Registros**
 - > Los mismos registros multirraciales que para evaluaciones genéticas convencionales
 - > **Muestras de tejidos**
 - > Sangre, pelo
 - > **Genotipos de los animales (Marcadores SNP)**
 - > Todos los animales en la población
 - > Un porcentaje de ellos mas imputación del resto
 - > **Modelos Genómico-Poligénicos Multirraciales**
 - > Predicen en parte efectos de marcadores SNP y en parte efectos genéticos convencionales

GeneSeek Genomic Profiler LD (GPP)

Número de SNP	3,193
Muestras por BeadChip	24
Cantidad de DNA	250ng
Ensayo	Infinium
Instrumento	iScan, HiScanSQ

GeneSeek Genomic Profiler HD (GGP)


	Número de SNP	84,000
	Muestras por BeadChip	24
	Cantidad de DNA	250ng
	Ensayo	Infinium
	Instrumento	iScan, HiScanSQ

Illumina BovineSNP50 v2 BeadChip

	Número de SNP	84,000
	Muestras por BeadChip	24
	Cantidad de DNA	200ng
	Ensayo	GoldgenGate
	Instrumento	iScan or HiScanSQ

http://www.illumina.com/products/bovine_snp50_whole-genome_genotyping_kits.ilmn

Illumina BovineSNPHD BeadChip

	Número de SNP	777,000
	Muestras por BeadChip	8
	Cantidad de DNA	200ng
	Ensayo	Infinium HD
	Instrumento	iScan or HiScanSQ

http://www.illumina.com/products/bovinehd_whole-genome_genotyping_kits.ilmn

Costos Aproximados de Chips para Genotipificación

Chip	Costo	Vendedor
GGP-LD	US\$40	GeneSeek
GGP-HD	US\$85	GeneSeek
BovineSNP50k v2	US\$85	Illumina / GeneSeek
BovineSNPHD	US\$150	Illumina / GeneSeek

Modelo Multirracial Genómico-Poligénico

Caracteres de Carne

Grupo Contemporáneo y Edad de la Madre

Grupo Genético del Animal y de la Madre
(AD, AM, ND, NM)

Marcadores SNP (AD, AM)

Animal (AD, AM)

Residuo

Bases Multirraciales Genómico-Poligénicas

(Bos taurus y Bos indicus)

Base Genética Aditiva

=

Promedio de Genes Bos indicus de Animales Puros y Cruzados

Base Genética No Aditiva

=

Promedio de Interacciones Bt*Bt y Bi*Bi de Animales Puros y Cruzados

Predicciones Multirraciales Genómico-Poligénicas Aditivas

$$\text{Predicción Genómico - Poligénica} = \text{Solución de Grupo Racial} + \text{Soluciones Loci 1 a n} + \text{Desvío Predicho del Animal}$$

$$\hat{u}_{\text{Animal}} = \text{Prob}_{\text{Bos taurus Animal}} * (\text{Bos taurus} - \text{Bos indicus}) + \text{Suma } [\# \text{ "Alelos 2" en el Locus } i * \hat{m}_{ij}], i = 1 \text{ a } n + \hat{a}_{\text{Animal}}$$

Predicciones Multirraciales Genómico-Poligénicas (Bos taurus y Bos indicus)

Predicción	Grupo Aditivo o No Aditivo	Aleatorio Marcador SNP AD o NAD	Aleatorio AD o NAD
DEPA _{Animal}	Frac (Bt) * Valor (Bt - Bt)	Suma [# "Alelos 2" en el Locus i * Valor (n _{ij})	Valor (u _{Aditivo})
DEPN _{Animal}	Heterocigosidad * Valor (Het)	0	0
DEPT _{Animal}	DEPA _{Animal}	DEPSNP _{Animal}	DEPN _{Animal}

Predicciones Multirraciales Genómico-Poligénicas Resumen

- Parte Aditiva (Marcadores SNP + Poligénica) y Parte No Aditiva
- Parte Aditiva = Desvío de Grupo + Desvío de Marcadores SNP + Desvío Animal
 - Desvío de Grupo → Relativo a una raza, un grupo de razas, o Bos indicus
- Parte No Aditiva = Desvío de Grupo
 - Desvío de Grupo → promedios de interacciones intrarraciales de varias razas (Brit, Cont, Ceb, Otras)
- Publicación = Parte Aditiva Solamente

Población Multirracial

Predicciones Genéticas Multirraciales

Investigaciones de Evaluaciones Genéticas Multirraciales en Colombia

Evaluaciones Genómico-Poligénicas Multirraciales

Necesidad de Evaluaciones Genéticas Multirraciales Nacionales en Colombia

Evaluaciones Genéticas Multirraciales Nacionales en Colombia

- Razon Principal para Hacelas: La Población Bovina Colombiana Es Multirracial
- Evaluaciones Multirraciales Aproximadas no son más complejas que evaluaciones unirraciales
- La única información adicional que se necesita es la composición racial de los animales
- Permiten evaluar a todos los animales en la población
- Permiten utilizar registros de todos los animales en la población [→ grupos contemporáneos más grandes, mayor exactitud de las predicciones genéticas]