

MEJORAMIENTO GENÉTICO BOVINO PARA CALIDAD DE CARNE Y LECHE

M. A. Elzo
Universidad de Florida

Calidad de Canal y Carne

Madurez del Animal (2.5 a 3.5 años)
Porcentaje de Cortes de Venta (Yield Grade)
Aspecto de la Carne (Color, Firmeza)
Palatabilidad (Marmoreo, Terneza)
Valor Nutricional ??
Residuos (Antibióticos, Implantes)
Daño a Canales (Vacunaciones, Manejo)

Calidad de Leche

Valor Nutricional
Contenido de Células Somáticas
Gusto y Olor
Residuos de Antibióticos
Contenido de Bacterias

Mejoramiento Genético (Información Disponible)

Registros Fenotípicos
Predicciones Genéticas

Registros Moleculares
Marcadores de DNA de Efecto Mayor
Marcadores de DNA de Efecto Menor
Predicciones Genéticas

Conclusiones e Implicaciones

Registros Fenotípicos

Evaluaciones Genéticas Nacionales

Leche
Laboratorio de Programas de Mejoramiento Animal (AIPL – ARS-USDA)

Carne
Universidades (Cornell, Georgia, Colorado, Iowa)
Georgia (Charolais, Gelbvieh, Limousin, Brangus, Brahman)
Asociaciones de Criadores (Simmental, Angus)

Registros Moleculares

MARC – USDA
Compañías Privadas
Evaluaciones de Pocos Genes
Evaluaciones de Todo el Genoma

Evaluaciones Genéticas Nacionales
Carne y Leche

Leche: Evaluaciones Nacionales

Caracteres Productivos
Producción de Leche, Grasa, Proteína

Caracteres Reproductivos-Salud
Facilidad de Parto directa y materna
Terminos Nacidos Muertos
Tasa de Preñez, Vida Productiva
Cantidad de Células Somáticas

Mérito Económico Neto

Evaluación Multirracial

Holstein, Jersey, Brown Swiss, Ayrshire,
Milking Shorthorn

**Modelo Multirracial de Repetibilidad
para un carácter**

Información de las Primeras 5 Lactancias

Valor Nutricional

Contenido de Sólidos en la Leche
Contenido de Sólidos no Grasos
Contenido de Proteína

Evaluación Nacional
Cantidad de Proteína
Heredabilidad Promedio = 0.30

Modelo de Evaluación Multirracial

Proteína (305 d; 5 lactancias)

Rebaño-Año-Estación, Lactancia x Edad

Grupos de Padres Desconocidos
(Año, Raza, País para Holstein)
Consanguinidad (Regr), Heterosis (Regr)

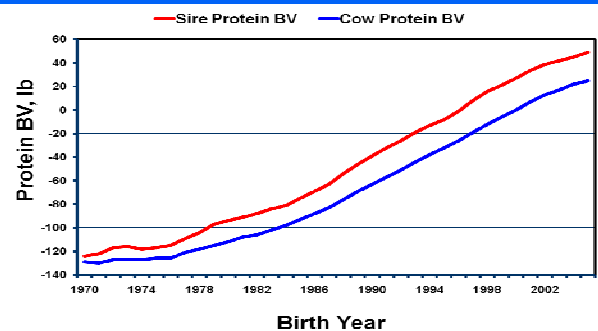
Ambiente Permanente, Toro x Rebaño
Animal
Residuo

Base Genética Multirracial

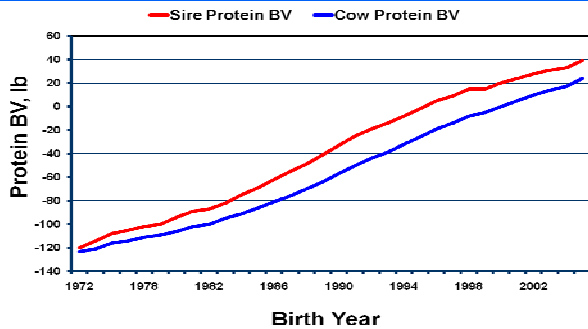
Vacas nacidas en el año 2000
(Se cambia cada 5 años)

Mérito Neto en Dólares
Proteína se pondera con un 23%

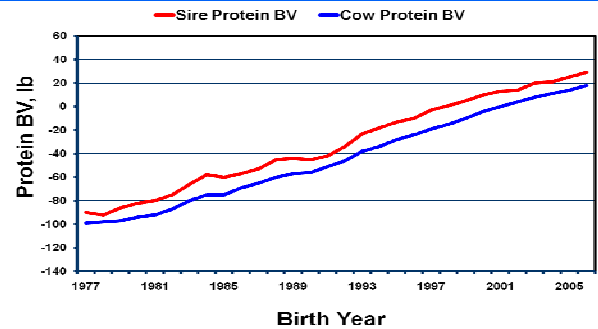
Tendencias Genéticas - Holstein



Tendencias Genéticas - Jersey



Tend Genéticas – Brown Swiss



Cantidad de Células Somáticas

Cantidad de células somáticas en leche
(Indicador de mastitis clínica o subclínica)

Promedio en EU = 311000 células/ml
(Limite legal = 750000 células/ml)

Valores Transformados (Distr. Normal)
 $SCS = \log_2 (SCC/100000) + 3$
Heredabilidad = 0.12

Escala de Células Somáticas

Código Cel Som	Núm Cel Som
0	12500
1	25000
2	50000
3	100000
4	200000
5	400000
6	800000
7	1600000

Modelo de Evaluación Multirracial

SCS (Promedio 305 d;5 lactancias)

Rebaño-Año-Estación, Lactancia x Edad

Grupos de Padres Desconocidos
(Año, Raza, País para Holstein)
Consanguinidad (Regr), Heterosis (Regr)

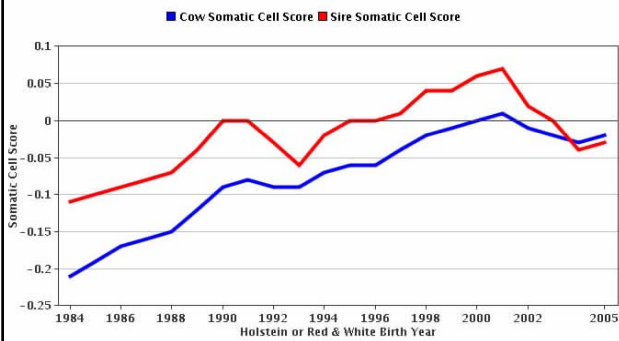
Ambiente Permanente, Toro x Rebaño
Animal
Residuo

Base Genética Multirracial

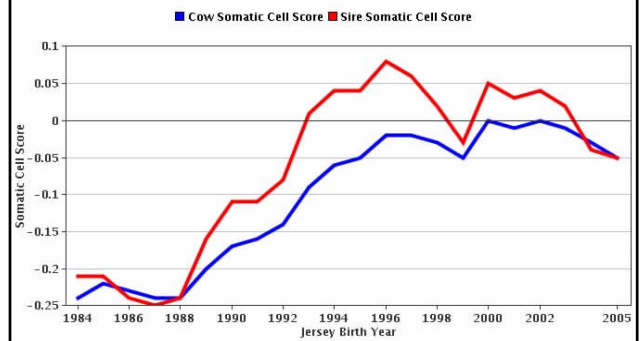
Vacas nacidas en el año 2000
(Se cambia cada 5 años)

Mérito Neto en Dólares
SCS se pondera con un 9%

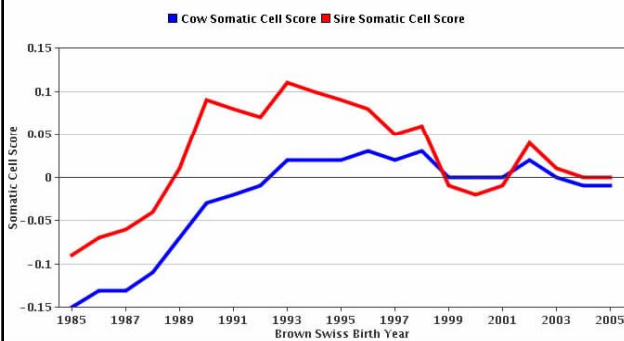
Tendencias Genéticas - Holstein



Tendencias Genéticas - Jersey



Tend Genéticas – Brown Swiss



Conclusiones

Notable progreso genético de caracteres de producción y calidad de leche

Progreso ha sido poblacional
Modelos **no** consideran información causal (caja negra)

→ Información Fisiológica-Genética
→ Genes causales (RNA, Proteínas)

Calidad de Canal y Carne

Madurez del Animal (2.5 a 3.5 años)
Porcentaje de Cortes de Venta (Yield Grade)
Palatabilidad (Marmoreo, Terneza)
Aspecto de la Carne (Color, Firmeza)
Valor Nutricional ??
Residuos (Antibióticos, Implantes)
Daño a Canales (Vacunaciones, Manejo)

Madurez

Madurez A	9 a 30 meses
Madurez B	31 a 42 meses
Madurez C	43 a 72 meses
Madurez D	73 a 96 meses
Madurez E	> 96 meses

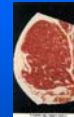
Porcentaje de Cortes de Venta

Código Prod Carne (Yield Grade)	% Carne Sin Hueso en Cortes de Venta
1	> 52.3 %
2	< 52.3 – 50.0 %
3	< 50.0 – 47.7 %
4	< 47.7 – 45.4 %
5	< 45.4 %

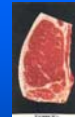
Marmoreo



Moderadamente Abundante



Levemente Abundante



Moderada



Modesta



Pequeña



Leve

Factores de Calidad

Calidad

Prime (700-799)
Choice (600-699)
Select (500-599)

Marmoreo

SA to A (700-999)
Sm to Md (400-699)
SI (300-399)

Madurez

Madurez A y B

Relationship Between Marbling, Maturity, and Carcass Quality Grade*

Degrees of Marbling	Maturity**					Degrees of Marbling
	A***	B	C	D	E	
Slightly Abundant	Prime					Slightly Abundant
Moderate			Commercial			Moderate
Modest	Choice					Modest
Small						Small
Slight	Select			Utility		Slight
Traces					Cutter	Traces
Practically Devoid	Standard					Practically Devoid

* Assumes that firmness of lean is comparably developed with the degree of marbling and that the carcass is not a "dark cutter."

** Maturity increases from left to right (A through E).

*** The A maturity portion of the Figure is the only portion applicable to bullock carcasses.

Figure 1

Evaluaciones Nacionales Caracteres de Carne 1

Caracteres de Crecimiento

Peso al Nacimiento directo
Peso al Destete Directo y Materno
Peso al Año

Caracteres Reproductivos

Facilidad de Parto Directa y Materna
Circunferencia Escrotal, Largo de Gestación
Permanencia en el Rebaño (e.g., 6 años)

Evaluaciones Nacionales Caracteres de Carne 2

Caracteres de Canal

Peso de la Canal
Area del Ojo del Lomo (Canal, Ultrasonido)
Espesor de Grasa Dorsal (Canal, Ultrasonido)
Marmoreo (Canal, Ultrasonido)
Porcentaje de Cortes de Venta (Yield Grade)

Evaluaciones Nacionales Razas y Modelos

Angus, Hereford, Simmental, Limousin, Gelbvieh, Charolais, Shorthorn, Salers, Tarentaise, Maine Anjou, Brahman
(14 razas principales)

Modelos Multirraciales Para Varios Caracteres

Modelo Multirracial – U. Cornell

Caracteres de Canal
(% Cortes Venta, Area Ojo Lomo, Marmoreo)

Grupo Contemporáneo

Grupo del Animal
(Aditivo Directo, Heterosis)

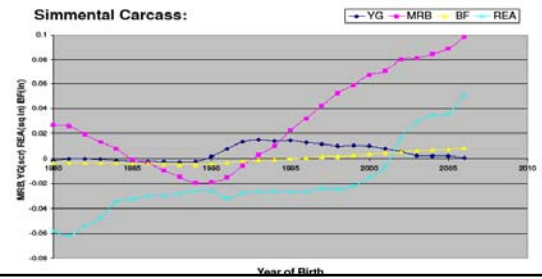
Animal
(Aditivo Directo)

Residuo

Caracteres de Canal - Simmental

% de Cortes de Venta (Yield Grade)
Area del Ojo del Lomo
Marmoreo
Espesor de Grasa Dorsal

Simmental



Modelo Multirracial – U. Georgia

Caracteres de Canal
(% Cortes Venta, Area Ojo Lomo, Marmoreo)

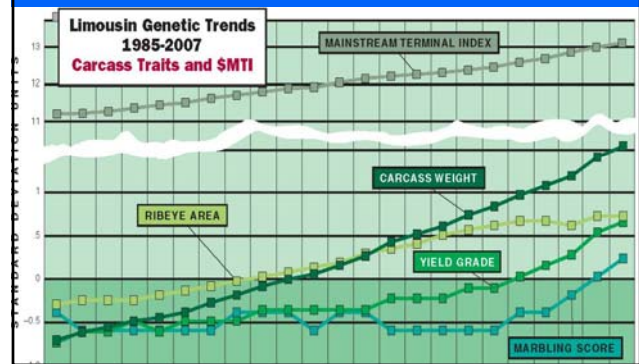
Grupo Contemporáneo

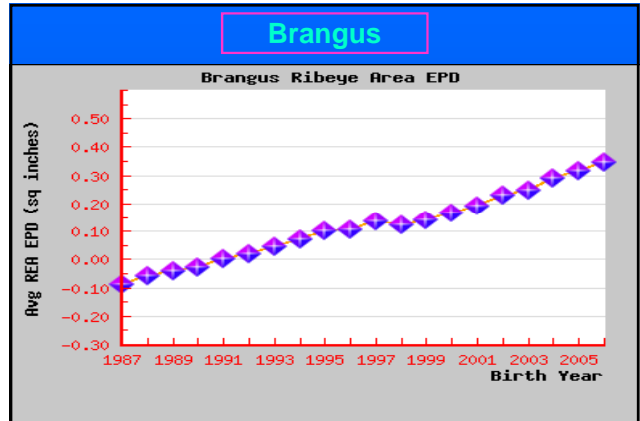
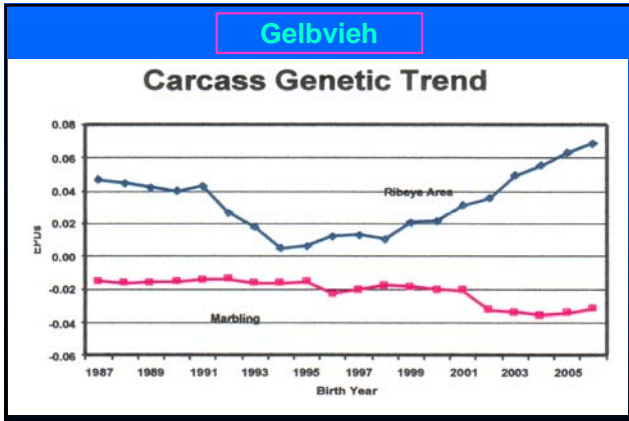
Grupo del Animal
(Aditivo Directo, Heterosis)

Animal
(Aditivo Directo)

Residuo

Limousin





Conclusiones

- Buen progreso genético de caracteres de producción y calidad de carne**
- Progreso ha sido poblacional
- Modelos **no** consideran información causal (**caja negra**)
- Información Fisiológica-Genética
- Genes causales (RNA, Proteínas)

Registros Moleculares

- MARC – USDA
- Compañías Privadas
- Evaluaciones de Pocos Genes
- Evaluaciones de Todo el Genoma
- Evaluaciones Genéticas Nacionales
- Carne y Leche

Marcadores de DNA de Efecto Mayor

- Objetivo:** Identificar marcadores asociados con genes de efecto fenotípico grande
- Organizaciones Privadas
- Comercialización de grupos de marcadores
- GeneticVisions (USA)
- Catapult Genetics - GeneStar (Australia-NZ)
- Igenity - Igenity Profile (USA)

GeneticVisions – Leche

- Mayor Prod Leche y Proteína (B > A)
- Kappa-Caseína – AA, AB, BB
- Mayor Prod Leche y Prot, Menor Grasa (A > B)
- Beta-Lactoglobulina – AA, AB, BB

Igenity – Leche y Carne

Leptina (Gen Regulador)
Producida por Tejido Adiposo
Disminuye Apetito
Aumenta Metabolismo

Leptina – TT, TC, CC
T → Menor Reducción del Apetito
C → Mayor Reducción del Apetito

Igenity – Leche

Leptina – TT, TC, CC

TT → Mayor Prod Leche y Prot que TC y CC
TC → Intermedio entre TT y CC

11 Rebaños – U. Saskatchewan
TT – CC = +1.5 kg Leche/día
TC – CC = +0.9 kg Leche/día

Igenity – Carne

Leptina – TT, TC, CC

TT → Mayor Marmoreo que TC y CC
TC → Intermedio entre TT y CC

CC → Mayor Cantidad de Carne y Area del Ojo del Lomo

GeneStar – Carne

Calidad de Carne (Quality Grade)

TG5 (Thyroglobulin) – C/T
QG2 (no publicado) - ?/?

Terneza (Tenderness)

CAST-T1 (Calpastatin) – T/C
CAPN1 316-T2 (mu calpain) – G/C
CAPN1 4751-T2 (mu calpain) – C/T

Igenity – Carne

Terneza (Tenderness)
UoG-CAST (Calpastatin) – G/C
CAPN1 316-T2 (mu calpain) – G/C
CAPN1 4751-T2 (mu calpain) – C/T

Revalidación - Bovigen

Consortio Nacional de Evaluación de Ganado de Carne (NBCEC)

Población de Referencia
Bovigen - GeneStar
400 Charolais x Angus
285 Hereford x Angus or Red Angus
678 Brahman x Brahman

Revalidación - Merial

Consortio Nacional de Evaluación de Ganado de Carne (NBCEC)

Población de Referencia
Merial - Igenity
400 Charolais x Angus
285 Hereford x Angus or Red Angus
310 Red Angus x Red Angus puras/cruzadas
181 Brangus x Brangus puras/cruzadas

Revalidación - Resultados

GeneStar TG5 y QG2
Marmoreo → Asoc No Signif
TG5: alelo T → +8.6% anim Prime o Choice
QG2: alelo ? → +2.9% anim Prime o Choice

GeneStar – Tenderness
Igenity – TenderGENE
1 kg de diferencia en la fuerza de corte del genotipo más blando (CCCCC) y el más duro (GGGGT)

Observaciones 1

Marcadores se evaluaron en poblaciones pequeñas de animales

Revalidación hecha para muy pocos marcadores (algunos propietarios)

No hay Evaluaciones Nacionales con Marcadores Genéticos

Observaciones 2

Considerando que los Resultados Dependen de:
Estructura de la Población Evaluada
(Razas, Animales Puros y Cruzados, Familias)
Ambiente Externo
(Regiones Temperadas, Tropicales)

Estimaciones en una población necesitaran ser reevaluadas en otras poblaciones

Cómo Usar los Marcadores Genéticos?

Caracteres están determinados por muchos genes
(Productivos, Reproductivos, Salud)

Estimaciones de marcadores basados en poblaciones complejas pequeñas

Suplementar las Evaluaciones Genéticas Nacionales → No Las Substituyen

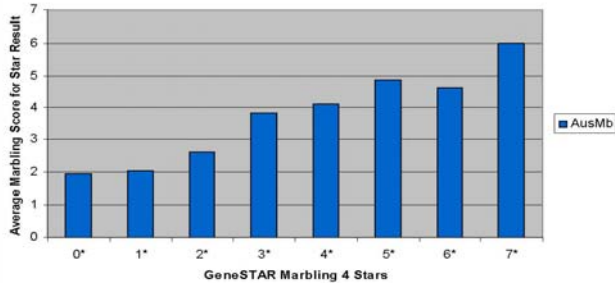
Marcadores - Futuro

Aumentará la Competencia entre Compañías Privadas

Compañías Privadas probarán un mayor número de marcadores por carácter bajo diversas condiciones ambientales

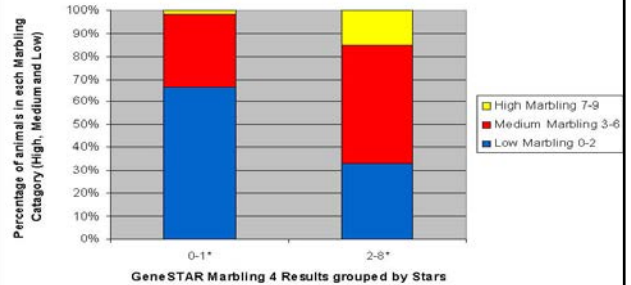
GeneStar – Marbling4

Average Marbling Score by Star



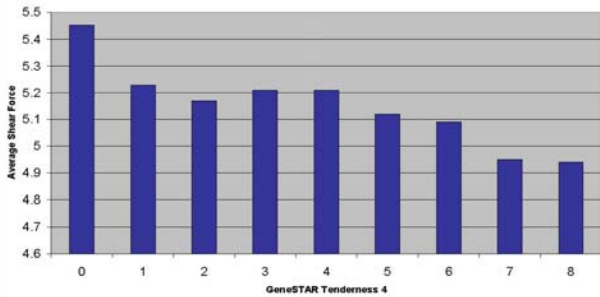
GeneStar – Marbling4

Marbling category percentage by Star G*M4



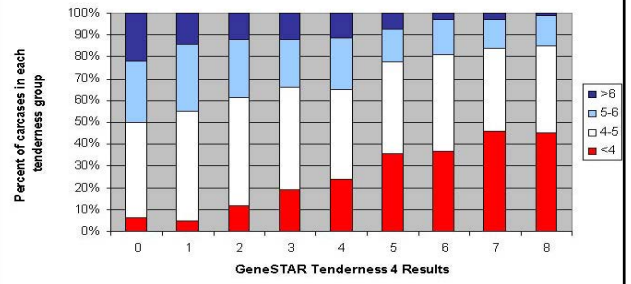
GeneStar – Tenderness4

GeneSTAR Tenderness 4 - Average Shear Force by Star



GeneStar – Tenderness4

Percentage of Carcasses by Shear Force Value for each combined Star Result



Evaluación Genética con Marcadores en Todo el Genoma

USDA – MARC
Canada/Alberta
Merial, Illumina

Seleccionar 60000 SNP a lo largo de todo el genoma
Illumina Chip



Modelos Genómicos de Evaluación Genética

Modelo Fijo (Regresión)
Modelo Mixto (Var Homogéneas)
Modelos Mixtos o Bayesianos (Var Heterog)

Simple Conceptualmente
Chips: Precio Elevado en Estos Momentos (> US\$400/animal)

Estimaciones de Valores Genéticos

Predicción Genética
= Suma de los Valores Estimados de Cada Uno de los Marcadores en la Sub-Población de Prueba

Valores Genéticos de Otros Animales en la Población = Suma de los Valores Estimados de los Genes Individuales

Ejemplo

Haplotipo	A	B	C	Predicción Genética
1	+0.12	+2.41	-4.22	
2	-0.04	+1.04	+7.86	
Animal 1	11	12	22	
	+0.12	+2.41	+7.86	17.33
	+0.12	+1.04	+7.86	
Animal 2	22	11	12	
	-0.04	+2.41	-4.22	8.38
	-0.04	+2.41	+7.86	

Métodos de Evaluación con Marcadores Genéticos - 1

Evaluación con pocos marcadores probablemente se conoce algo de la función biológica de los genes involucrados (Información Propietaria !)

Evaluación Genómica ignora la función biológica de los genes evaluados

Métodos de Evaluación con Marcadores Genéticos - 2

Probablemente va a haber una convergencia de métodos genómicos y pruebas de grupos de genes

Paneles de genes → Mayor Complejidad
Evaluación Genómica → Conjunto de genes con función conocida

Costos Disminuirán Si Su Uso Aumenta

Métodos de Evaluación con Marcadores Genéticos - 3

Ambos Sistemas Requieren de Sistemática Revalidación

En Poblaciones Unirraciales y
En Poblaciones Multirraciales

Evaluaciones Genómicas
Ahora: Poblaciones de 1 Raza (Carne, Leche)
Futuro: Poblaciones Multirraciales

Conclusiones

Toma de Registros Continuará Siendo Importante en el Futuro

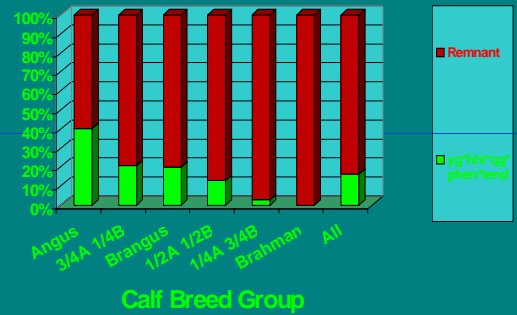
Probablemente Habrá Evaluaciones Mixtas (Fenotipo-Marcador) Por Bastantes Años

Evaluaciones Genómicas Utilizan Registros Fenotípicos Para Estimar los Valores de los Genes !!

Valores Económicos – Leche

Carácter	Valor Económico Relativo (%)		
	Mérito Neto \$	Mérito Queso \$	Mérito Leche \$
Proteína	23	28	0
Grasa	23	18	23
Leche	0	-12	24
Vida Productiva	17	13	17
Cantidad de Células Somáticas	-9	-7	-9
Ubre	6	5	6
Pies/Piernas	3	3	3
Tamaño Corporal	-4	-3	-4
Tasa de Preñez de las Hijas	9	7	8
Facilidad de Parto	6	4	6

Certified Angus Beef



Nolan Ryan's Tender Aged Beef

