

Un Programa de Mejoramiento Genético para Ovinos de Leche

P.A. Oltenacu
Departamento de Zootecnia
Universidad de Cornell
Ithaca, NY EE. UU.

Traducción al español:

Robert W. Blake



¿Por qué un programa de mejoramiento animal es importante?

- La eficiencia productiva es un factor principal que afecta la sustentabilidad de cualquier industria pecuaria
- Un programa de mejoramiento genético es la única vía disponible para incrementar la eficiencia biológica de producción de leche y mantenerse competitivos



Factores importantes en los programas de mejoramiento

- ¿Cuál es el objetivo del mejoramiento?
¿Cuáles rasgos requieren ser mejorados?
¿Qué tan importantes son los diferentes rasgos entre ellos mismos?
- ¿Qué y a quiénes medimos? ¿Cuáles rasgos? ¿Cuáles animales?
- ¿Cuántos y cuáles animales habría que seleccionar como padres de la próxima generación?
- ¿Cómo apareamos los machos y las hembras seleccionados?



Objetivos genéticos

Estrategias de mejoramiento

Medición de rasgos

- leche, ganancia de peso, etc.
- machos vs hembras
- prueba de progenie
- núcleo vs población

Estimación de valores genéticos

- fenotipos
- pedigré
- BLUP y modelo animal
- marcadores genéticos

Tecnologías reproductivas

- Monta natural
- IA
- MOET (¿OMTE?)

Selección y descarte

- evaluación genética
- balanceo en la tasa de cambio genético

Apareamiento



Estructura de los programas de mejoramiento

- El componente de mejoramiento genético: ¿Cómo determinamos cuáles son los animales genéticamente superiores?
- El componente de diseminación: ¿Cómo se diseminan rápidamente los genes de animales superiores en la población de animales de producción?
- Estructura piramidal de la población



Principios de mejoramiento genético por selección

- Mejores fenotipos Ω mejores genotipos
- Si se usan los mejores genotipos como padres, los genes buenos pasan a los hijos
- Se esperan mejores fenotipos de la progenie con mejores genotipos
- El comportamiento productivo de la población se mejora con el tiempo si se seleccionan los padres con mejores genotipos en el rasgo de interés.



Factores que afectan la tasa de cambio genético

La tasa de cambio genético es proporcional a cuatro factores:

- La precisión de la selección
- La intensidad de la selección
- La variación genética
- El intervalo generacional



$$\Delta g = (r_{VG, EVG}) i \sigma_{VG} / L = \Delta G / L$$

- **Precisión de selección** \Rightarrow el grado de correlación entre el verdadero VG y su pronóstico
- **Intensidad de selección** \Rightarrow qué tan "minuciosos" somos en decidir los individuos elegidos como padres
- **Variación genética** \Rightarrow la variabilidad entre VGs (rasgo) dentro de una población
- **Intervalo generacional** \Rightarrow el tiempo requerido en sustituir una generación con la siguiente



La tasa de cambio genético

La precisión puede ser incrementada con acciones para aumentar la heredabilidad del rasgo de interés:

- Un manejo uniforme de los animales
- Mediciones cautelosas y registros precisos
- Ajustes para los efectos ambientales
- Uso de grupos contemporáneos
- Uso de tecnología para el pronóstico genético
 - Índices de selección, BLUP, MA



Partición de la ecuación clave

Machos vs hembras \Rightarrow precisión, intensidad e intervalo generacional frecuentemente son diferentes entre σ y ϕ

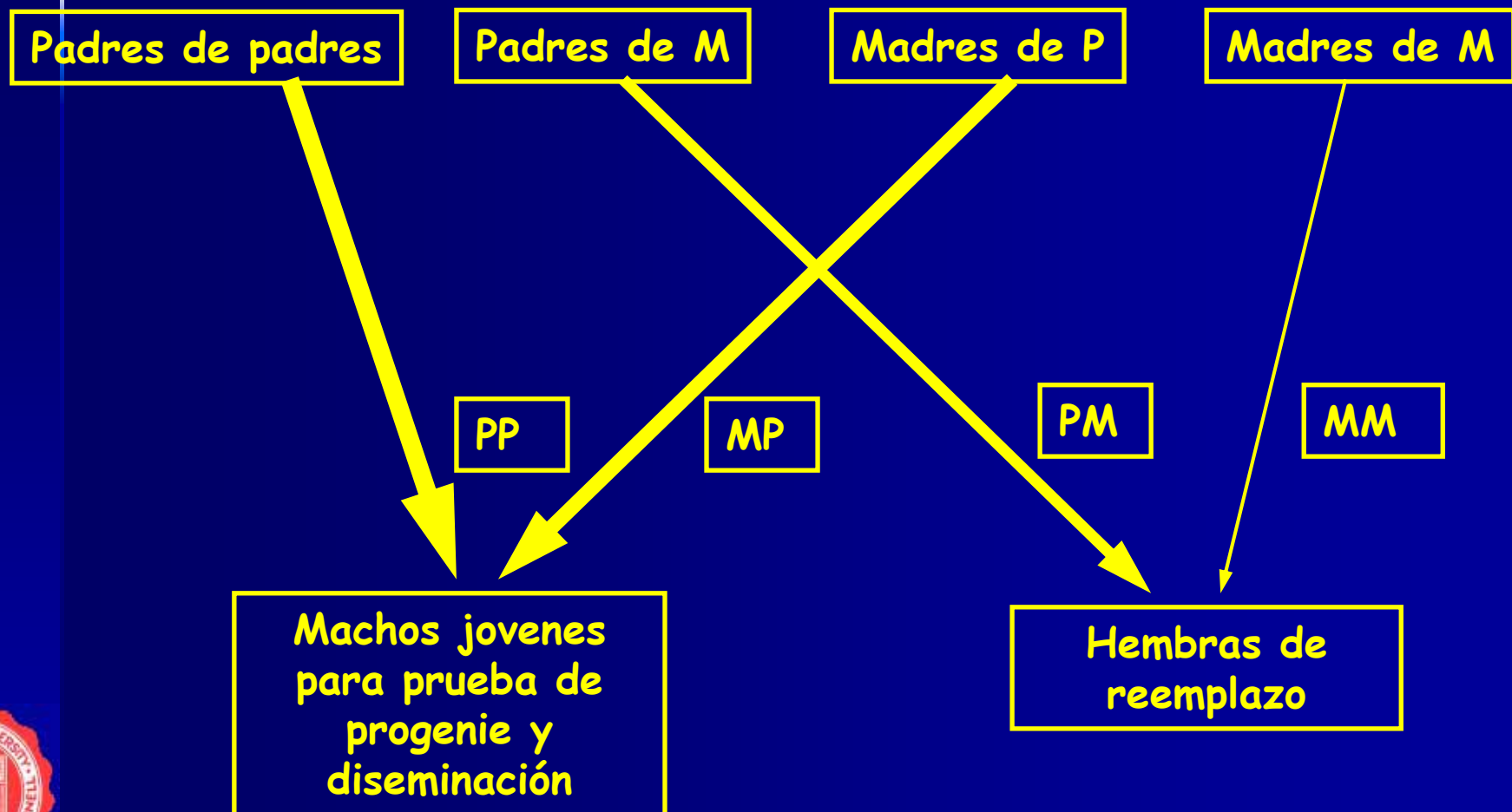
$$\begin{aligned}\Delta g &= [(r_{VG, VGE} \times i)_m + (r_{VG, VGE} \times i)_h] \sigma_{VG} / L_m + L_h \\ &= (\Delta G_m + \Delta G_h) / L_m + L_h\end{aligned}$$

Método de 4 senderos para especies lecheras
 \Rightarrow muchos rasgos no pueden ser medidos en σ

$$\begin{aligned}\Delta g &= (\Delta G_{PP} + \Delta G_{PM} + \Delta G_{MP} + \Delta G_{MM}) \\ &\quad / L_{PP} + L_{PM} + L_{MP} + L_{MM}\end{aligned}$$



Diagrama del flujo de genes en un programa genético de 4 vías



Programas de mejoramiento de ovinos lecheros: Lacaune (raza francesa)

- El programa más exitoso en el mundo de hoy. Empezó en los 1960s.
- Se puede aprender mucho de la historia de este programa. Logró desarrollar una de las razas más productoras de leche en Lacaune.



Historia del programa de mejoramiento de la raza Lacaune (1)

- En 1999 la producción de leche ovina fue de 234 millones de litros con un 76% proveniente de la región Roquefort donde Lacaune es la raza local
- Sin embargo, en 1960s una producción de leche estancada era una seria preocupación en las queserías
- Las dos razones principales identificadas para este estancamiento fueron:
 - el bajo rendimiento de leche de las ovejas Lacaune
 - el ordeño manual de las ovejas



Historia del programa de mejoramiento de la raza Lacaune (2)

- **Meta:** diseñar e implementar una estrategia eficiente de mejoramiento para la población ovina lechera de Roquefort (500,000 animales)
- Dos estrategias disponibles para lograr mejoramiento:
 - Cruzamiento de razas
 - Selección dentro de raza



Experimentos de cruzamiento (3)

- Mejorar la productividad de la raza local con base en cruzamientos con razas mejoradas:
 - *Chios y Awassi* ⇒ descartadas (razas de cola grasosa o semi-grasosa)
 - *East Friesian* fue considerada por su rendimiento de leche y prolificidad
 - *Sarda* fue considerada por su rendimiento de leche y fácil ordeño



Experimentos de cruzamiento (4)

Lacaune × Friesian (INRA, 1960s)

- Las cruces fueron superiores en prolificidad, crecimiento y producción de leche pero inferiores en vigor (fitness), reproducción fuera de temporada y composición de leche.
- Rendimiento de crecientes con Friesian—disminuyeron los incrementos en productividad con porcentajes más altos de estos genes.

Conclusión: F_1 buenos, genes Friesian $\leq 50\%$



Experimentos de cruzamiento (5) Lacaune vs Sarda (Roquefort, 1960s)

Sarda fue superior en leche y facilidad del ordeño pero inferior en composición, prolificidad y tasa de crecimiento en animales jóvenes

Conclusión \Rightarrow dos estrategias:

- Cruzamiento: crear una línea sintética de Friesian ($\frac{3}{8}$), Sarda ($\frac{3}{8}$) y Lacaune ($\frac{1}{4}$) \Rightarrow FSL
- Selección dentro de la raza Lacaune



Experimentos de cruzamiento (6)

Lacaune vs FSL (INRA, 1970s)

- FSL rindió más leche (50%) pero fue inferior en prolificidad (-5%), crecimiento (-10%) y composición de leche (-8%)
- **Evaluación económica** ⇒ los ingresos de los productores aumentarían en un 10% si el 75% del ganado Lacaune fuera sustituido por FSL

Conclusión: el tiempo requerido para difundir el germoplasma FSL = el tiempo para cerrar la brecha en leche entre los dos genotipos usando una estrategia de selección en Lacaune



Esquema de mejoramiento en Lacaune

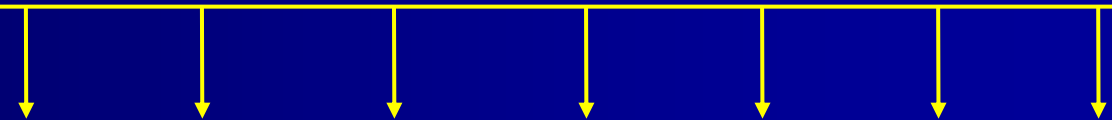
- El esquema empezó en 1960s
- La población fue repartida en dos grupos:
 - Núcleo de selección ($\approx 15\%$ de la población)
 - Población base
- Las herramientas de mejoramiento fueron utilizados solamente en el núcleo
- Se utilizaron dos esquemas de registros de producción de leche:
 - Esquema oficial \Rightarrow núcleo
 - Esquema simplificada \Rightarrow población base



Sistema de control de producción

Partos Destete Secar

Amamant.	Lactación (2X al día)							
----------	-----------------------	--	--	--	--	--	--	--



Método A4

x	x	x	x	x	x	x	x
x	x	x	x	x	x	x	x

Método AC

x	x	x	x	x	x	x	x
--	--	--	--	--	--	--	--

Método AT

x	--	x	--	x	--	x	x
--	x	--	x	--	x	--	--



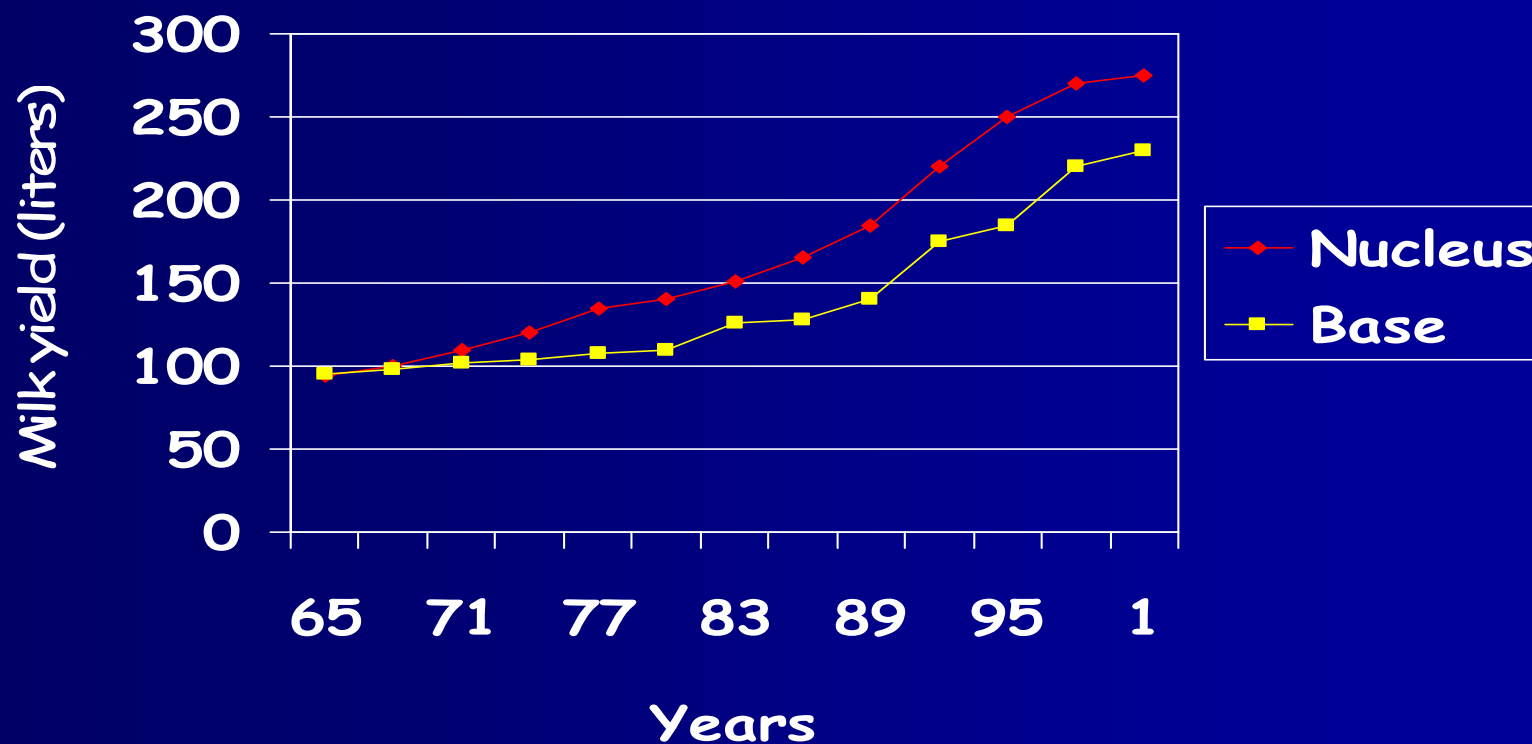
Esquema de mejoramiento en Lacaune (2)

Implementación y organización del esquema Lacaune

Año	Núcleo			Pob. base # ovejas
	# ovejas	# p.p.	Milk (l)	
1965	21,632	60	94 (144)	
1975	73,209	340	139 (152)	66,800
1985	113,519	430	186 (162)	311,000
1999	165,932	470	270 (165)	561,400



Tendencia fenotípica en leche en el núcleo Lacaune y rebaños comerciales



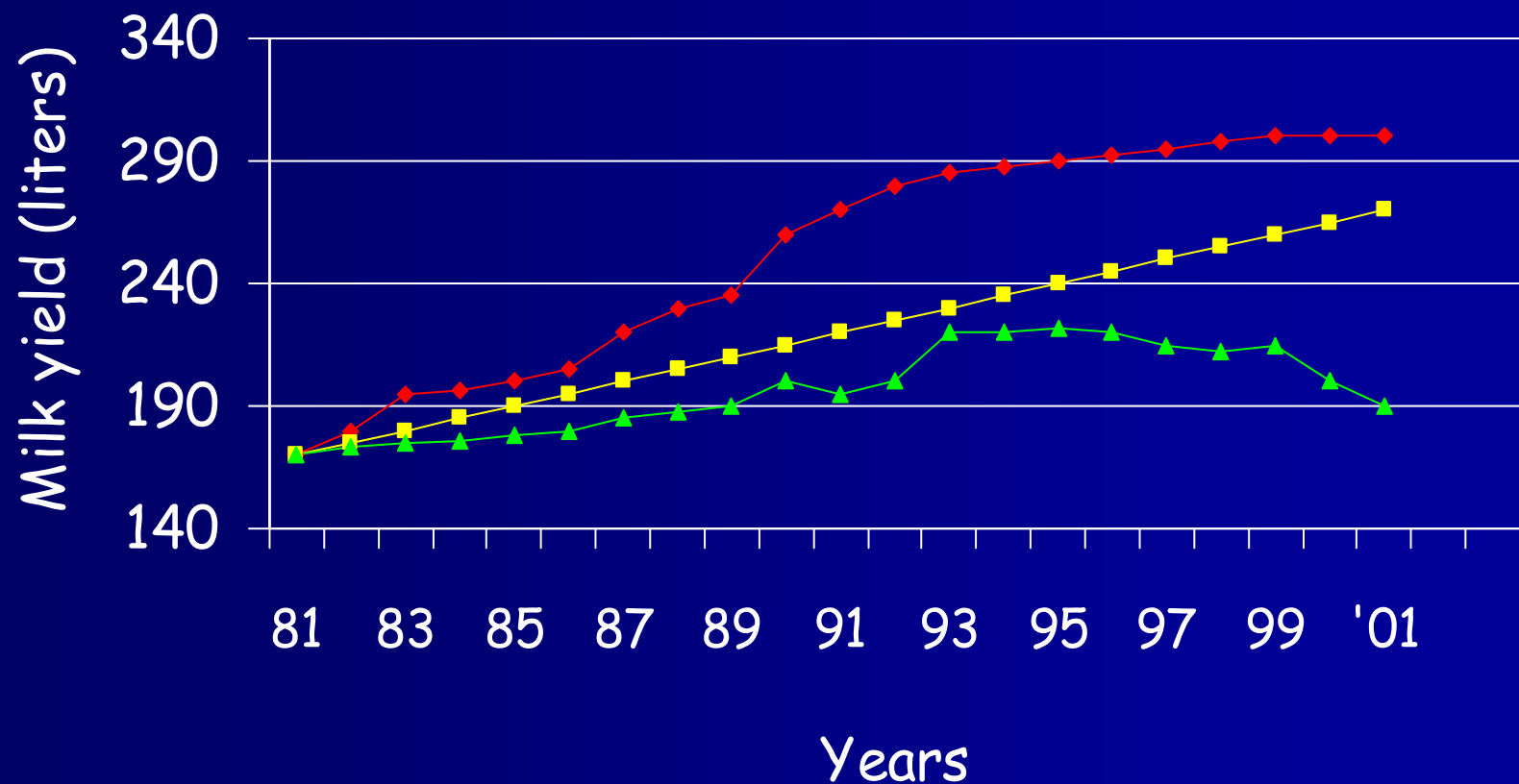
Objetivos del programa Lacaune

Hasta ahora, la selección de Lacaune ha sido enfocada en la producción de leche y carne y la conformación:

- 1960s: incrementar la producción de leche
- 1985: mejorar rendimiento y composición de leche (contenidos de grasa y proteína) para la producción de queso
- **Ahora:** hay interés en rasgos funcionales (facilidad de ordeño, salud mamaria, resistencia a enfermedades)



Tendencias fenotípica, genética y ambiental en la raza Lacaune



Esquema de mejoramiento de la raza Comisana (1)

Objetivo: Mejorar genéticamente la producción de leche en la población Comisana en Sicilia (posteriormente—la composición de leche y prolificidad).

Para lograr este objetivo se adoptó un programa de mejoramiento con manejo piramidal de la población.



Esquema Comisana (2)

El núcleo:

- 7 rebaños comerciales y un centro de sementales
- 3000 hembras
- 40 machos jóvenes por año en prueba de progenie
- 2 y 6 mejores machos probados/año para multiplicación (vías PP y PM)
- 250 machos mejoradores producidos/año para disseminación



Esquema Comisana (3)

¿Qué se necesita?

- Separar los efectos genéticos y ambientales para identificar con precisión individuos con alto mérito genético.
- Estimar el mérito genético en leche para todos los animales en el núcleo.
- Comparar directamente el mérito de todos los animales evaluados en tiempo, rebaños, edades, etcetera.

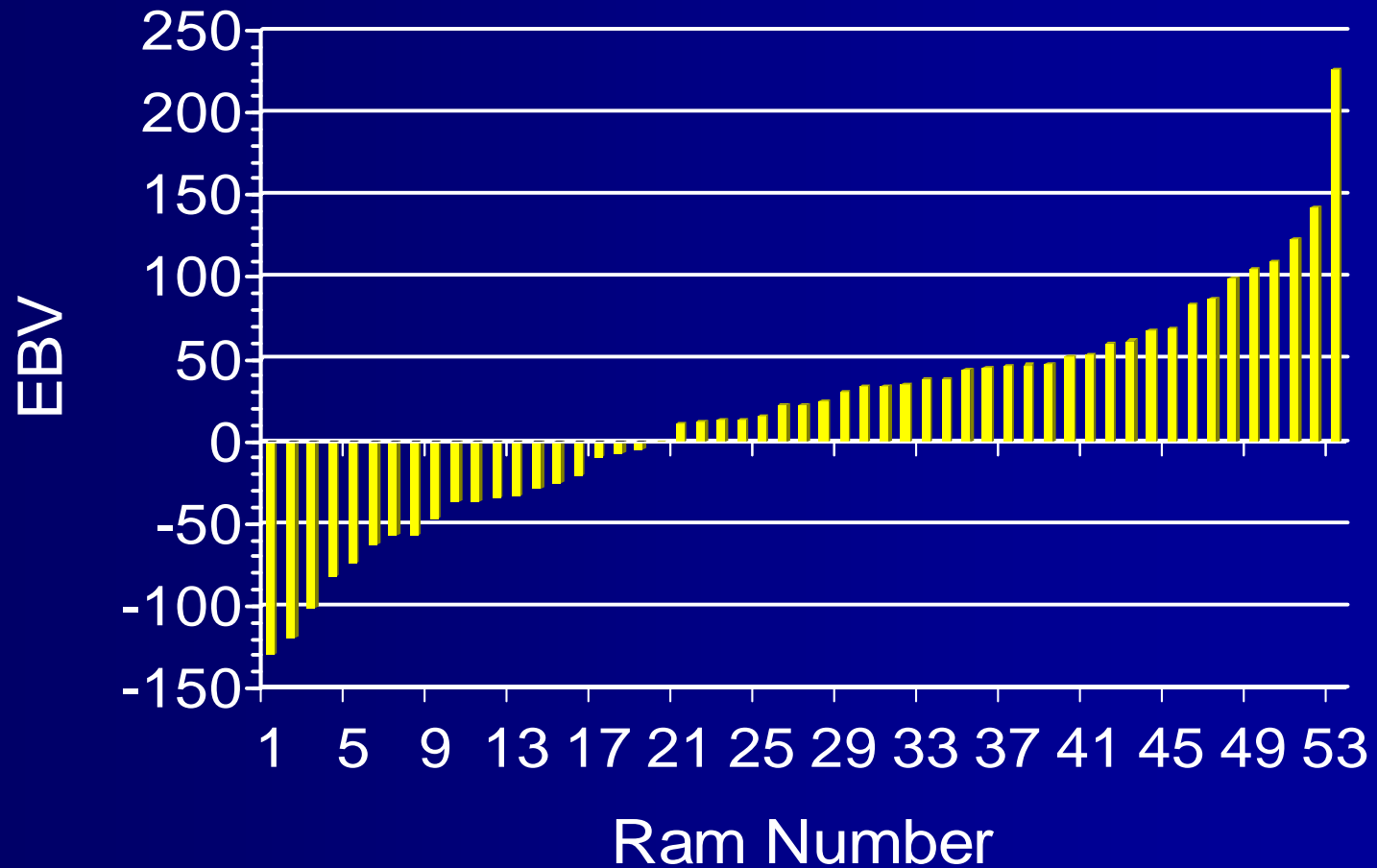


Estimación de Valores Genéticos

- Se utiliza el procedimiento BLUP y un modelo animal con mediciones repetidas (autoregresivo). Considera la información ponderada de todos los parientes directos y colaterales.
- Los grupos contemporáneos tienen que ser genéticamente conectados (conexiones genéticas entre rebaños en el núcleo) para poder comparar individuos de diferentes grupos contemporáneos (ej., rebaños, número de parto, años, etc.),



Valores genéticos de 53 sementales probados en 2001



Conclusiones

- El mejoramiento genético de rasgos lecheros en una población de ovinos es un método efectivo para lograr los objetivos.
- Un programa de núcleo abierto ha sido la estrategia implementada por los programas más exitosos.



Ventajas de un programa nuclear

- Se concentran en un segmento pequeño de la población las herramientas de mejoramiento requeridas (identificación de los animales y sus pedigré, control de producción, evaluación genética).
- Es más fácil manejar el programa.
- Se logra progreso genético y más rápido
 - ⇒ más interés y apoyo generado entre los productores.

