

*Congreso Nacional Lechero
San José, Costa Rica
28/Agosto/2007*



Bases para la implementación de un programa
integral de mejoramiento genético para su hato



Bernardo Vargas Leitón, Ph.D.

bvargas@medvet.una.ac.cr

Escuela de Medicina Veterinaria-UNA

/Centro Regional de Informática para la Producción Animal Sostenible (CRIPAS)

/Posgrado en Ciencias Veterinarias Tropicales (PCVET)

Lineamientos generales

Bases del mejoramiento genético

Qué es?

Como se mide?

Qué factores lo afectan?

Mejoramiento genético en Costa Rica

Cómo se realiza?

Qué se ha logrado hasta ahora?

Mejoramiento genético a nivel de finca

Importancia de la eficiencia reproductiva en la selección

Importancia de la IA en el mejoramiento genético

Uso de índices de selección

Elección de toros para la finca

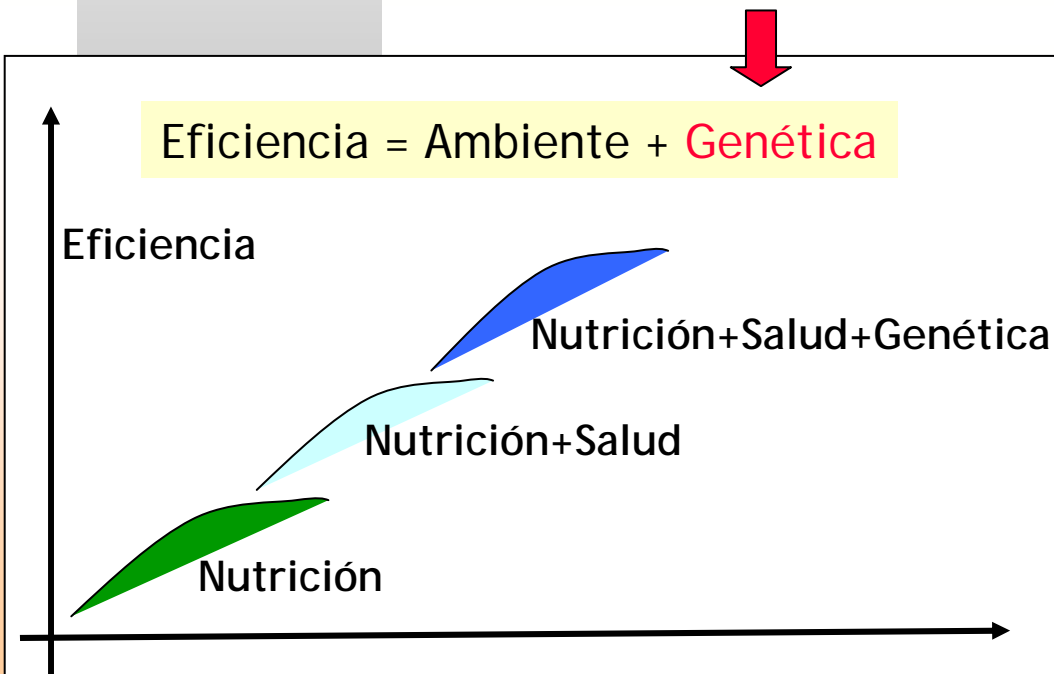
Selección de hembras en la finca

Apareamientos correctivos y consanguinidad

CUAL ES EL OBJETIVO DEL PRODUCTOR LECHERO?

-APROVECHAMIENTO OPTIMO DE RECURSOS DISPONIBLES-
(Recursos: tierra, *animales*, mano de obra, capital)

Recurso Animal: Mayor producción, más sanos, mejor reproducción.. *más EFICIENTES!*

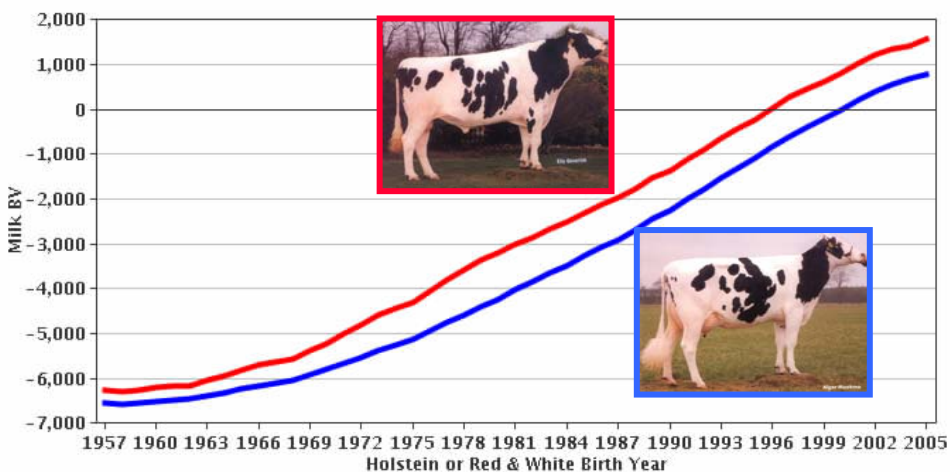


GENETICA

- *ES IMPORTANTE PORQUE DEFINE EL POTENCIAL DE EFICIENCIA MAXIMO DE UN ANIMAL*
- *NO ES POSIBLE OBTENER MAXIMA EFICIENCIA SOLO MEDIANTE MEJORAS EN LAS CONDICIONES AMBIENTALES (NUTRICION, SALUD, ALOJAMIENTO)*
- *TAMPOCO ES POSIBLE OBTENER MAXIMA EFICIENCIA SOLO A BASE DE GENETICA!!*

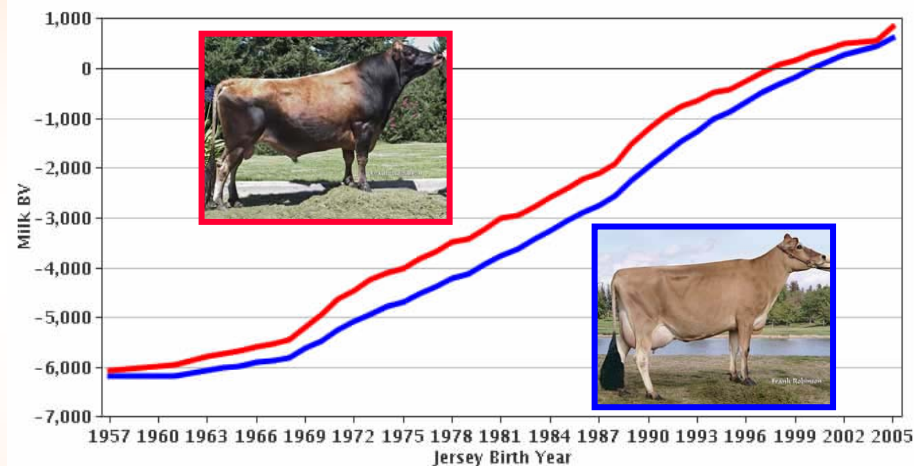
OBJETIVO DE UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENETICO

UN PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO TIENE POR OBJETIVO LOGRAR UN INCREMENTO PROGRESIVO Y SOSTENIDO EN POTENCIAL DE EFICIENCIA PRODUCTIVA DE UNA POBLACION MEDIANTE EL USO DE SELECCIÓN ARTIFICIAL



Ejemplo Holstein USA

**Incremento de 76.7 kg/año/lactancia
X GENETICA**



Ejemplo Jersey USA

**Incremento de 72.6 kg/año/lactancia
X GENETICA**

La Selección Artificial consiste en:

1. IDENTIFICAR LOS INDIVIDUOS CON MAYOR POTENCIAL GENÉTICO EN CADA GENERACIÓN
2. PROMOVER EL USO PREFERENCIAL E INTENSIVO DE ESTOS ANIMALES PARA LA PRODUCCIÓN DE LAS SIGUIENTES GENERACIONES

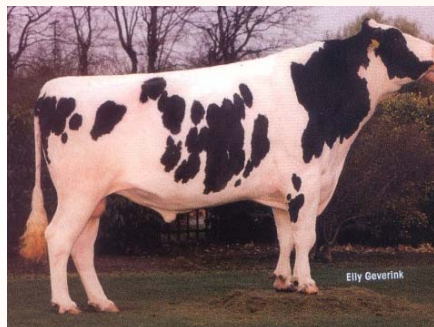
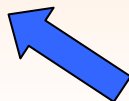
**INFORMACION
NECESARIA**

****** (Indispensable)
Identificación
UNICA y PRECISA!!!**



*****Producción**

kg leche
kg-% grasa
kg-% proteína

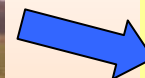
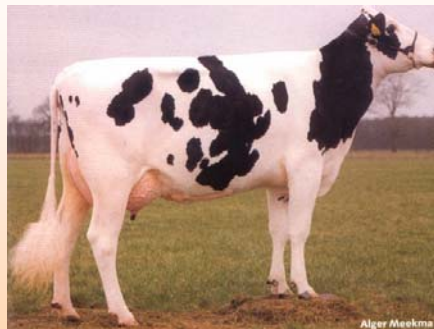


****Fertilidad**

Edad a parto
%Preñez/Int. Entre Partos
Servicios-Concepción

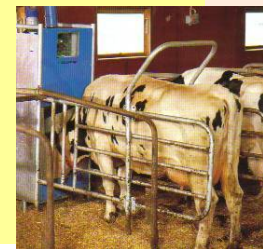
****Tipo**

Ubre
Patas
etc



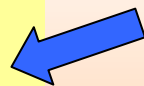
****Consumo de alimento**

kg concentrado
kg suplementos
Peso corporal
Conversión
alimenticia



****Salud**

Mortalidad
Mastitis (CCS)
Problemas de patas



Para poder realizar selección es esencial contar con información completa y precisa de pedigree y de rendimiento individual



COSTA RICA

Registro de información en 294 fincas con programa VAMPP

<i>Rasgo</i>	<i>Fincas</i>	<i>Promedio de Eventos X Finca</i>
Partos	294	619.2
Periodo abierto	294	515.9
Leche (Producción)	277	10777.9
Grasa	82	1842.4
Sólidos Totales	80	1646.8
Proteína	69	1334.8
Células somáticas	31	201.9

- Todas las fincas registran eventos reproductivos por vaca (requerido por programas de cómputo)
- Aproximadamente un **94%** registran producción de leche por vaca (Promedio: 15 pesas x lactancia)
- Menos del **28%** registran componentes de leche (grasa, proteína) x vaca pero lo hacen de forma irregular (Promedio: 2.5 x lactancia)
- Menos del **11%** registran células somáticas y lo hacen de forma irregular

El registro de información para muchos rasgos de importancia es todavía insuficiente

FENOTIPO y GENOTIPO



$$(F) = (G) + (A)$$

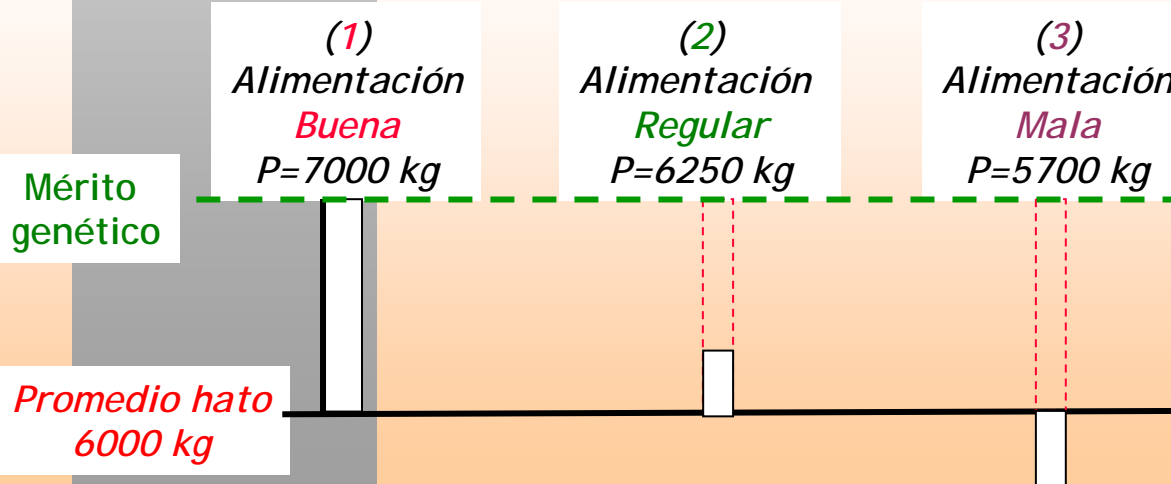
Fenotipo = Genotipo + Ambiente

Producción fenotípica de leche (F) =

G es el mérito genético de la vaca para producción de leche (el efecto de los genes);

+

A se refiere al efecto del manejo de la vaca y medio ambiente (región, hato, año, época, edad, alimentación, salud, clima)



- En un ambiente *óptimo* (1) la vaca expresa todo su potencial genético
- En ambientes *subóptimos* (2 y 3) la vaca no puede expresar su potencial genético

COMO SE MIDE EL POTENCIAL GENETICO DE UN ANIMAL?

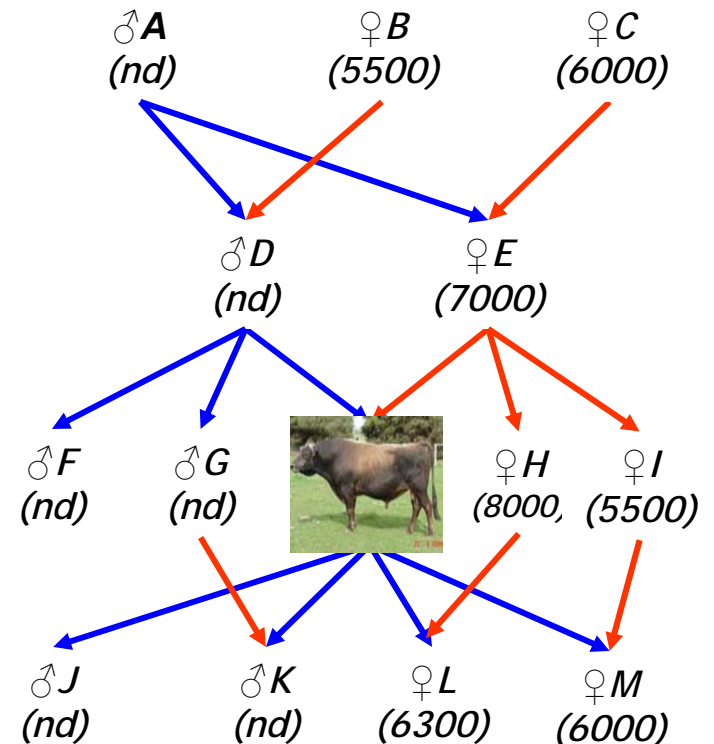
- 1) Ajuste por efectos ambientales (mediante comparación en grupos contemporáneos)
- 2) Incorporación de información de parientes (ancestros-hijas-medias hermanas; MODELO ANIMAL)
- 3) El potencial genético se expresa como un valor numérico (PTA, Habilidad de Transmisión Predicha)

Ej. Un PTA de +200 kg (leche) para un toro significa la diferencia esperada en potencial de producción del promedio de sus hijas con respecto al promedio de un grupo de referencia (asumiendo idénticas condiciones de manejo)

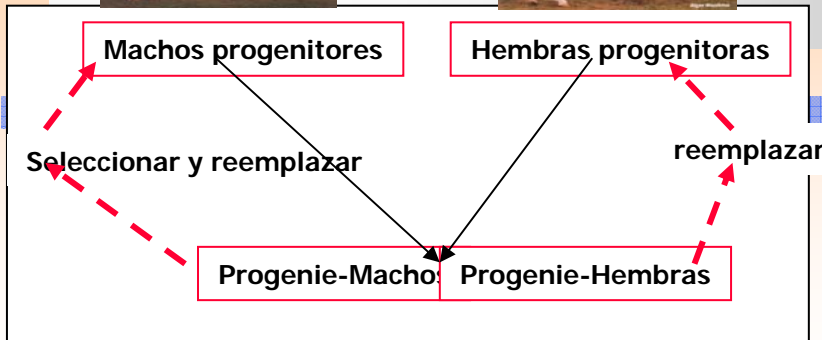
- 4) Estimación de % **Confiabilidad**: Entre más información contribuya a la estimación del PTA, mayor es la precisión y confianza que podemos tener en este estimado

Ejemplo:

Rasgo: Producción por lactancia (kg)



/Factores que determinan la "velocidad" del progreso genético



$$\text{Progreso genético} = \frac{\text{intensidad} \times \text{precisión} \times \text{variación genética}}{\text{Distancia entre Generaciones}}$$

- 1. Intensidad (Presión de Selección):** Depende principalmente del tamaño de la población. En poblaciones más grandes se puede ser más selectivo!
Ej: Mejor seleccionar 1/100 que 1/10
- 2. Precisión (Confiabilidad):** Depende de la cantidad de información disponible para calcular los valores genéticos.
Ej: 30 hijas/30 hatos = 70% confiabilidad, 100 hijas/100 hatos = 88% confiabilidad!!
- 3. Variación Genética:** Depende principalmente del % de heredabilidad del rasgo que se selecciona.
Ej: Producción de leche (30%) > Fertilidad (4%)
- 4. Distancia entre generaciones:** Depende principalmente de la eficiencia reproductiva.
Ej. Menor Edad a 1er Parto e Intervalo entre Partos acortan el intervalo generacional

/Importancia de la Heredabilidad en la selección

La **heredabilidad** (0- 100%) mide el porcentaje de la variación entre animales para un rasgo en particular que se debe a los genes (el resto es debido al medio ambiente)

	Leche	Grasa	Proteína	Vida Productiva	Célula Somáticas	Tamaño corporal	Udder	Patas y pezuñas	Preñez hijas	Habilidad Parto
	lbs	lbs	lbs	meses	log	ptos	ptos	ptos	%	\$
Leche	0.30	0.45	0.81	0.08	0.20	-0.10	-0.20	-0.02	-0.32	0.15
Grasa		0.30	0.60	0.08	0.15	-0.09	-0.20	-0.02	-0.33	0.11
Proteína			0.30	0.40	0.20	-0.10	-0.20	-0.02	-0.35	0.16
Vida Productiva				0.08	0.38	-0.16	0.30	0.19	0.51	0.40
Célula Somáticas					0.12	-0.11	-0.33	-0.02	-0.30	-0.08
Tamaño corporal						0.40	0.26	0.22	-0.08	-0.24
Ubre							0.27	0.10	0.03	0.06
Patas y pezuñas								0.15	0.04	-0.04
Preñez hijas									0.04	0.34
Habilidad Parto										0.07

Los rasgos de **Producción** y **Tipo** presentan heredabilidad media/alta, por lo que responden mejor a la selección

Los rasgos de **Salud** y **Fertilidad** son de baja heredabilidad, pero actualmente se incluyen en los programas de selección por su alta importancia económica

/Importancia de las Correlaciones Genéticas en la selección

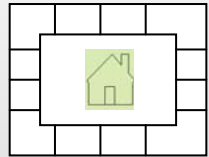
- Algunos rasgos están genéticamente relacionados
- Esto significa que al seleccionar por un rasgo pueden haber cambios en otro rasgo (deseados o no deseados!)

	Leche	Grasa	Proteína	Vida Productiva	Célula Somáticas	Tamaño corporal	Udder	Patas y pezuñas	Preñez hijas	Habilidad Parto
	<i>lbs</i>	<i>lbs</i>	<i>lbs</i>	<i>meses</i>	<i>log</i>	<i>ptos</i>	<i>ptos</i>	<i>ptos</i>	<i>%</i>	<i>\$</i>
Leche	0.30	0.45	0.81	0.08	0.20	-0.10	-0.20	-0.02	-0.32	0.15
Grasa		0.30	0.60	0.08	0.15	-0.09	-0.20	-0.02	-0.33	0.11
Proteína			0.30	0.10	0.20	-0.10	-0.20	-0.02	-0.35	0.16
Vida Productiva				0.08	-0.38	-0.16	0.30	0.19	0.51	0.40
Célula Somáticas					0.12	-0.11	-0.33	-0.02	-0.30	-0.08
Tamaño corporal						0.40	0.26	0.22	-0.08	-0.24
Ubre							0.27	0.10	0.03	0.06
Patas y pezuñas								0.15	-0.04	-0.04
Preñez hijas									0.04	0.34
Habilidad Parto										0.07

Ejemplos:

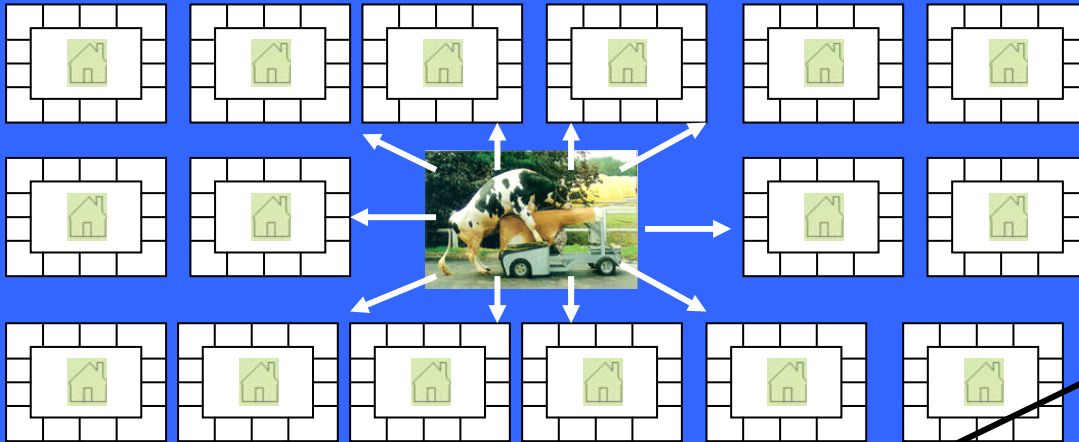
- Entre **lbs** de leche y **lbs** de grasa y proteína las correlaciones son positivas y altas (0.45 y 0.81)
Implicación: Selección por **cantidad** (no %!!) de proteína o grasa conlleva aumento en producción
- Entre **lbs** de leche y **%** de preñez hay correlación negativa importante (-0.32)
Implicación: Selección por producción tiende a reducir **fertilidad**

/Importancia del Tamaño de la población en mejoramiento genético



A nivel de finca

Baja intensidad
Baja confiabilidad
Menor variabilidad

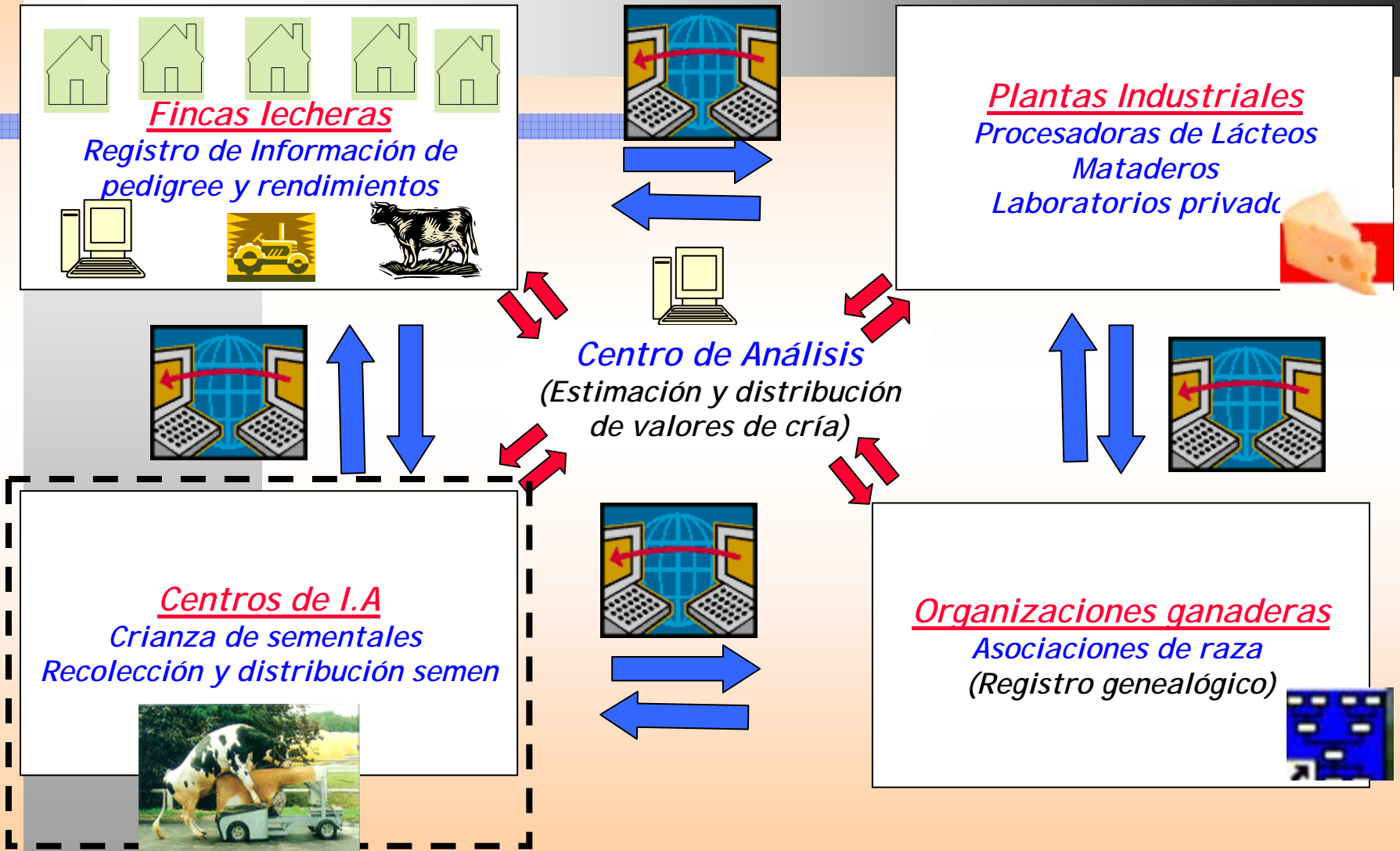


A nivel de población

Alta intensidad
Alta confiabilidad
Mayor variabilidad

El mejoramiento genético en ganado lechero es altamente eficiente debido al uso **intensivo de la IA** y al desarrollo de métodos sofisticados para la evaluación genética simultánea de poblaciones de **millones** de animales

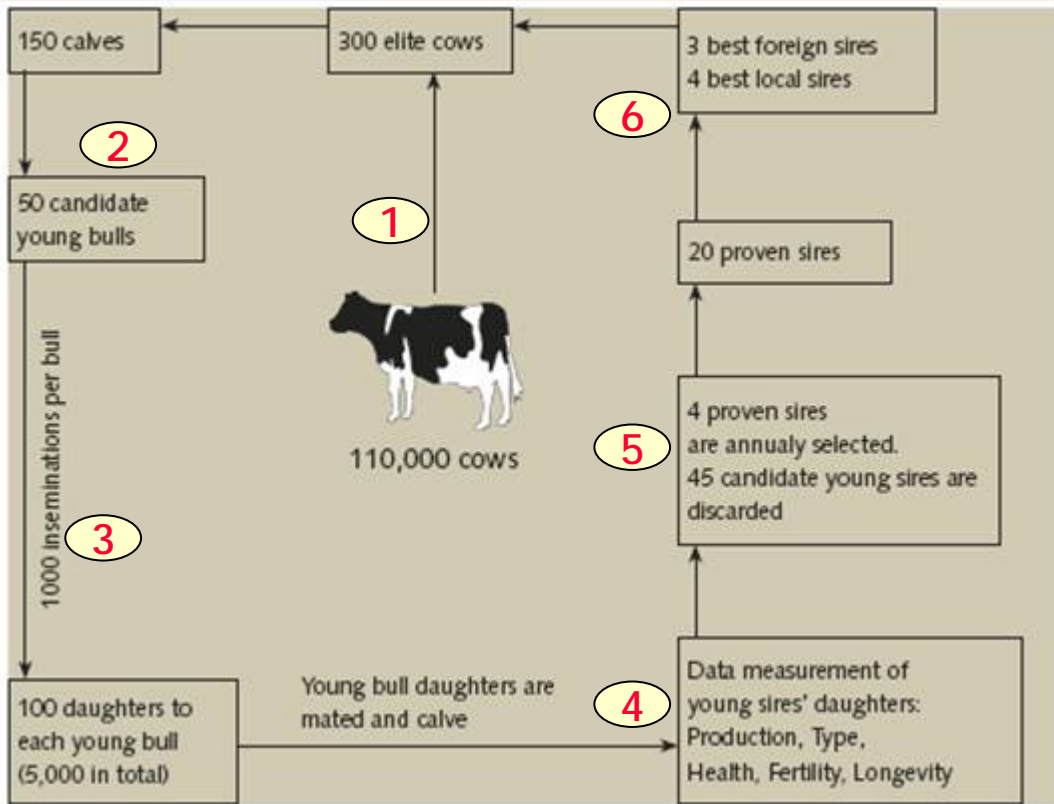
Flujo de la información en programa de mejoramiento genético a nivel poblacional



- Los programas de mejoramiento genético a nivel poblacional involucran la participación coordinada de los distintos participantes (productores, asociaciones, industria, etc)

MEJORAMIENTO GENETICO A NIVEL POBLACIONAL

Ejemplo: Pruebas de progenie Holstein/ Israel

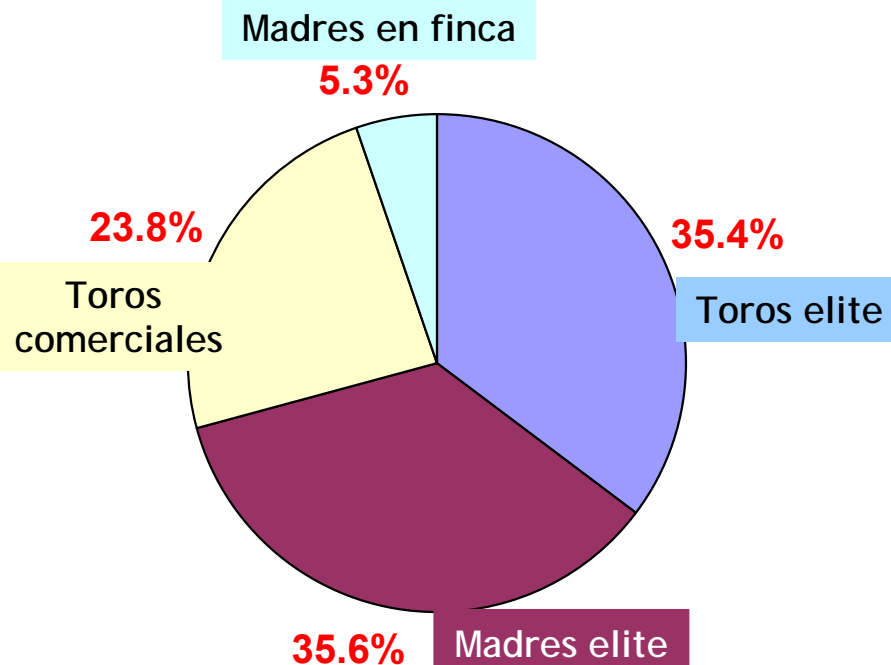


Ej Pruebas de progenie en razas lecheras

1. Selección de **vacas elite** dentro de la población base para inseminar con los toros elite (4 locales/3 foráneos)
2. Los hijos de estos reproductores (150) se crían en **centros de I.A** y se selecciona una tercera parte (50/150) como toros candidatos (toros de prueba)
3. El semen de estos candidatos se distribuye en las explotaciones comerciales para evaluar **su progenie**
4. Se evalúa el rendimiento de la progenie de estos toros (100 hijasxtoro) **en las fincas**
5. Se clasifican los toros **según mérito**. Anualmente se seleccionan los mejores (4/50) para agregarse a un grupo de aprox. 20 sementales **probados**
6. Entre los 20 sementales probados disponibles se seleccionan **los mejores** (4/20) para cruzar con las vacas elite

FUENTES DEL PROGRESO GENETICO

En programas de mejoramiento genético a gran escala el progreso genético es el resultado de la suma de los progresos genéticos obtenidos a través de 4 diferentes **vías de selección**



- La principal fuente de progreso genético viene de la selección de **toros y madres elite** (seleccionados con mayor presión de selección)
- La selección de madres a nivel de finca tiene **menor efecto** sobre el progreso genético a nivel poblacional
- El mayor impacto en el progreso genético de las fincas es producido por la **calidad de los toros** que utilice
- Por eso es importante que las fincas lecheras pongan especial atención en **los toros** que utilizan en sus fincas

MEJORAMIENTO GENETICO EN GANADO LECHERO
-COSTA RICA-

/Efecto de la importación

En Costa Rica se ha dependido mayormente de material genético seleccionado en otras regiones (USA-CANADA-EUROPA)

Ventajas:

-Es un método relativamente "barato" (no requiere de inversiones locales en infraestructura)

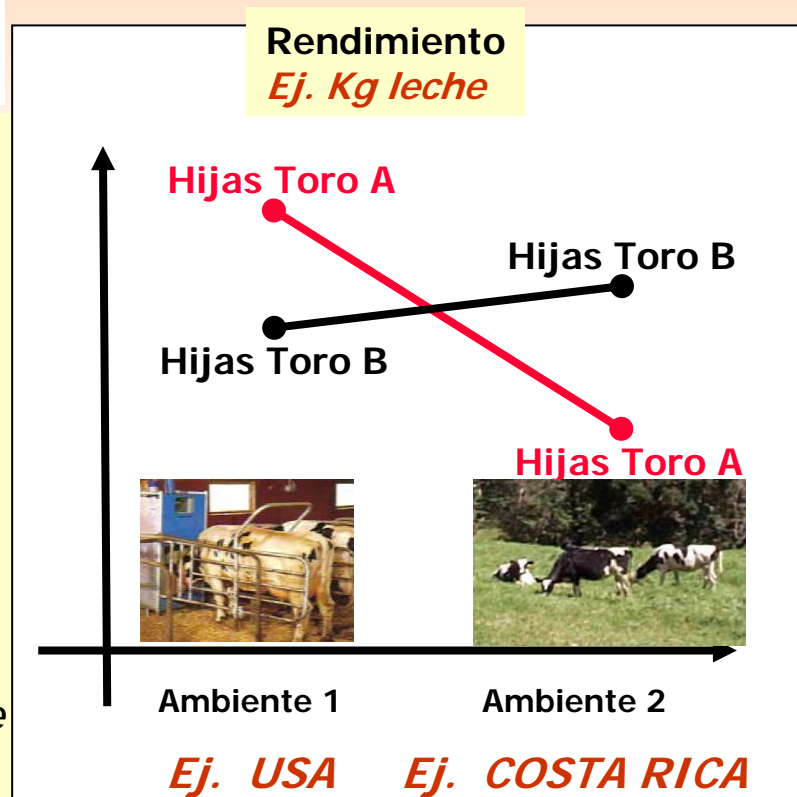
Desventajas:

• Solo funciona si:

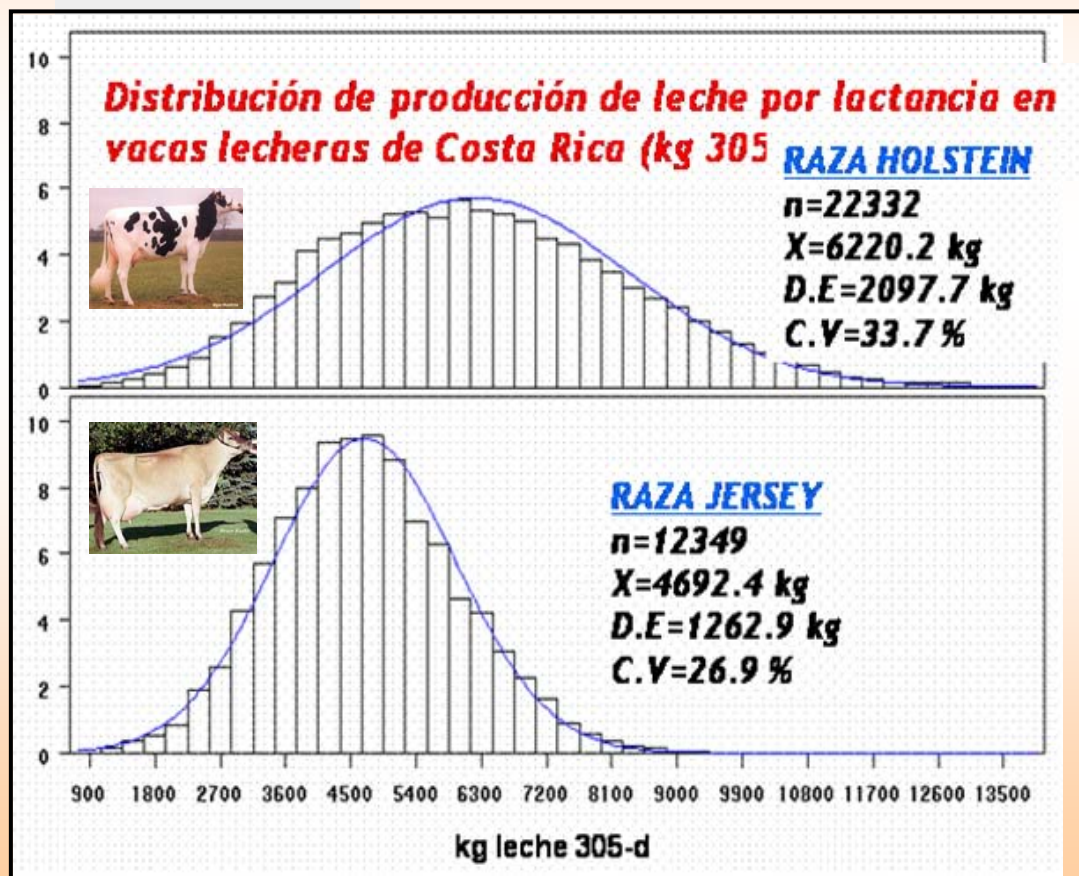
1. Las condiciones **de producción** son similares en ambas poblaciones (p.e clima, alimentación)
2. Los **objetivos** de producción y condiciones **de mercado** son similares en ambas poblaciones (p.e orientación de la industria y sistema de pago)

Interrogantes:

- Qué impacto ha tenido la importación sobre el potencial genético local?
- Se están utilizando estos toros de la manera más eficiente?
- Cuál es la calidad de los toros que están siendo utilizados?
- Cuál es el rendimiento de esos toros a nivel local?



/Niveles de Producción (Fenotípicos) en razas locales



- Los promedios de producción por vaca alcanzados en razas especializadas son **bastante altos**
- La población es muy **heterogénea**. Hay un rango de variación muy amplio (mayor en Holstein)
- El estimado de heredabilidad para producción de leche a nivel local es bastante alto (**0.30**)

/Producción y Reproducción en ganado lechero de Costa Rica



<u>Variable</u>	<u>Escala</u>	<u>Holstein</u>		<u>Guernsey</u>		<u>Jersey</u>		<u>Pardo Suizo</u>	
		<u>X</u>	<u>D.E</u>	<u>X</u>	<u>D.E</u>	<u>X</u>	<u>D.E</u>	<u>X</u>	<u>D.E</u>
Leche	Kg/día	20.2	8.4	17.6	6.68	15.1	5.71	13.4	5.55
Grasa	%	3.49	0.76	4.31	0.88	4.46	0.77	3.84	1.04
Proteína	%	3.11	0.35	3.37	0.37	3.59	0.36	3.47	0.39
Sólidos totales	%	11.89	1.43	13.31	0.96	13.42	1.36	12.61	1.04
Periodo Abierto	Días	116.8	57.9	114.2	53.1	102.6	52.7	109.4	54.7
Serv×Concepción	n	1.71	0.99	1.81	1.08	1.63	0.95	1.79	1.04
Edad 1er Parto	Meses	31.2		30.5		30.2		31.9	
Vida Productiva	años	2.84		2.50		2.90		2.90	

- Las tendencias indican:

- Holstein con mayor producción de leche fluida (pero menos sólidos)

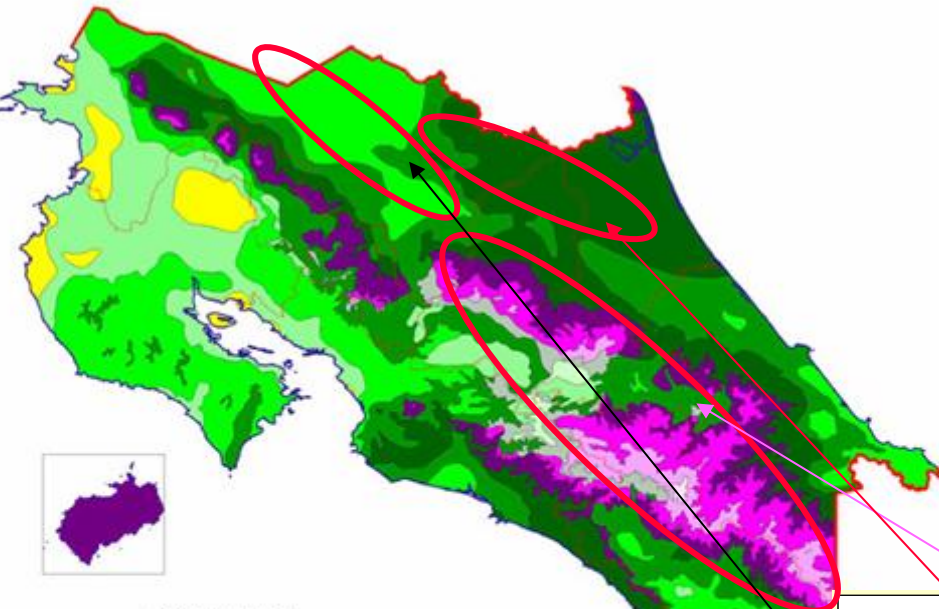
- Jersey con mejor rendimiento reproductivo y mayor contenido de sólidos (pero menor producción de leche fluida)

- Vida Productiva similar entre razas

- Hay mucho espacio para mejorar en todos los rasgos

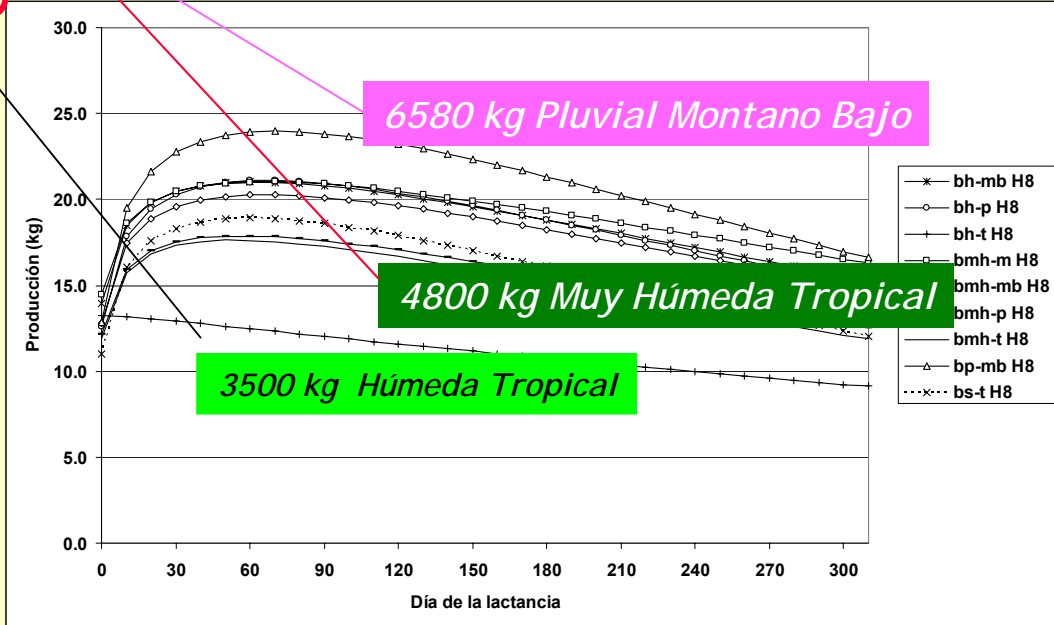
- Sin embargo, hay mucha variación entre animales de una misma raza

- /Efecto ambiental
- Curvas de lactancia de vacas Holstein en distintas zonas de vida de Costa Rica



ZONAS DE VIDA

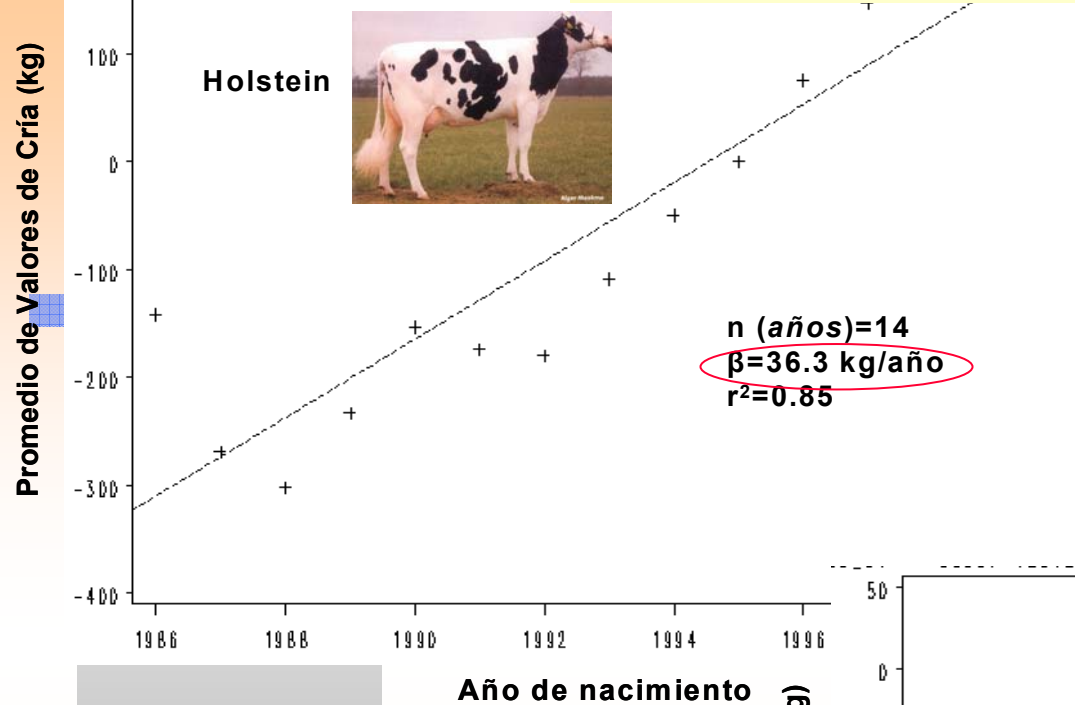
bs-T	Bosque Seco Tropical
bh-T	Bosque Húmedo Tropical
bmh-T	Bosque Muy Húmedo Tropical
bh-P	Bosque Húmedo Premontano
bmh-P	Bosque Muy Húmedo Premontano
bp-P	Bosque Pluvial Premontano
bh-MB	Bosque Húmedo Montano Bajo
bmh-MB	Bosque Muy Húmedo Montano Bajo
bp-MB	Bosque Pluvial Montano Bajo
bmh-M	Bosque Muy Húmedo Montano
bp-M	Bosque Pluvial Montano
pp-SA	Páramo Pluvial Subalpino



• Existen amplias diferencias en la producción de una misma raza en distintas zonas de vida

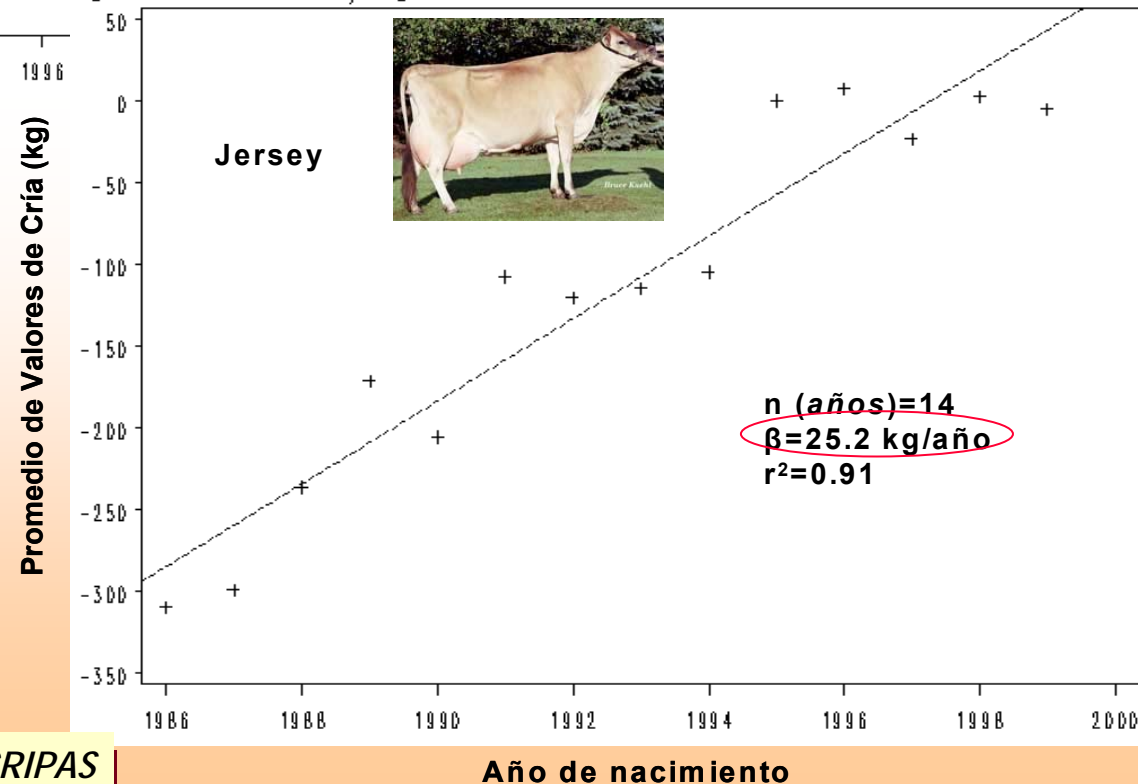
Fuente: Ulloa y Vargas (2007), datos CRIPAS

COSTA RICA: Tendencia genética en producción de leche/

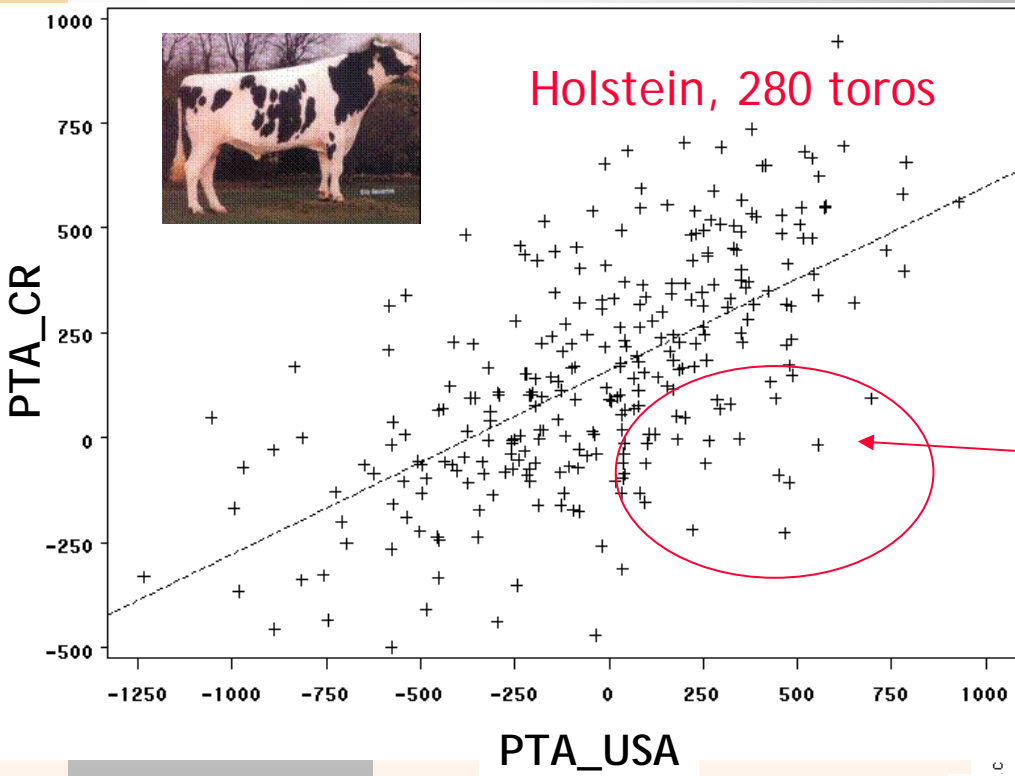


Tendencias genéticas (valores de cría) para producción de leche a 305 d (kg) (1986 hasta 2000) en vacas Holstein y Jersey de Costa Rica con al menos 1 lactancia registrada

- Las tendencias no son totalmente consistentes, pero sí ha existido cierto nivel de incremento genético
- Ojo! No es representativo de toda la población porque los datos provienen de las fincas más tecnificadas (zona Pluvial Montano Bajo)

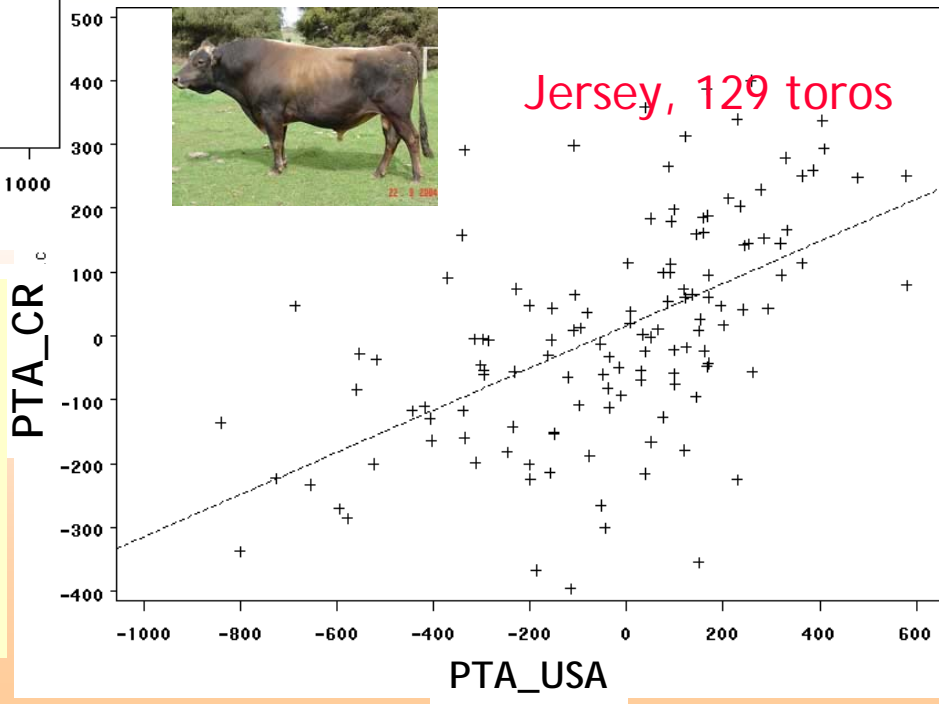


Comparación de rendimiento de toros con hijas en USA y Costa Rica



- El análisis incluyó toros I.A con *al menos 10 hijas* en CR
- Comparación de PTA reportado en USA vs. PTA calculado en CR (con base en producción de hijas locales)

Toros arriba del promedio en USA pero bajo el promedio en Costa Rica



El grado de semejanza (correlación) en el rendimiento de los toros en USA vs. Costa Rica fue de **60%**

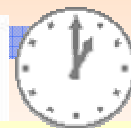
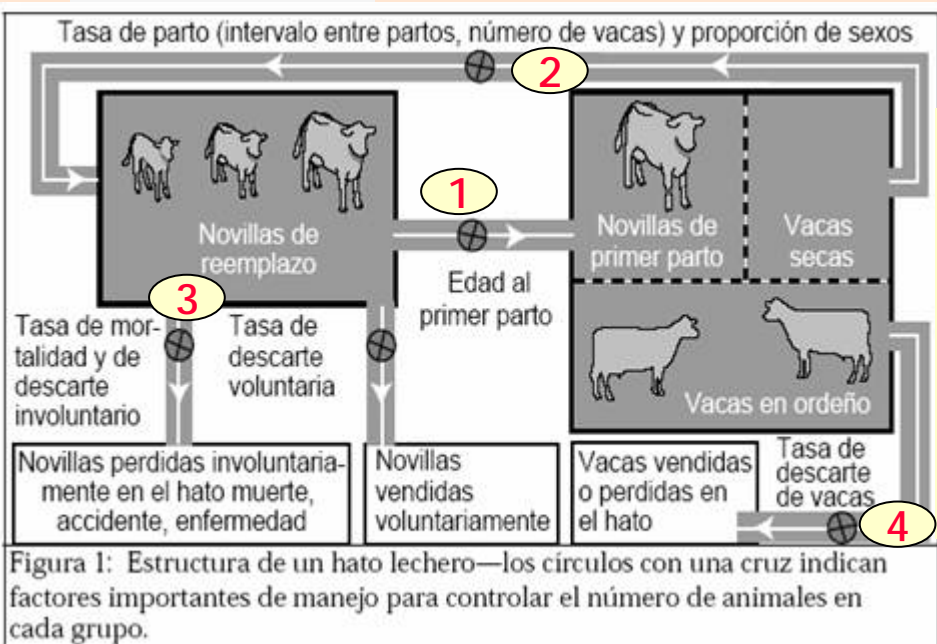
Las diferencias observadas pueden deberse a la **diversidad ambiental** presente en nuestro país

Fuente: Gamboa y Vargas (2005), datos CRIPAS

MEJORAMIENTO GENETICO A NIVEL DE FINCA

1. Importancia de la **eficiencia reproductiva** en la selección
2. Importancia de la **IA** en el mejoramiento genético
3. Uso de **índices de selección**
4. Elección de **toros** para la finca
5. **Selección** de hembras en la finca
6. Apareamientos **correctivos** y **consanguinidad**

1. Importancia de la eficiencia reproductiva de su hato /Flujograma de un hato lechero



Para poder seleccionar a nivel de finca es necesario mantener un flujo adecuado de animales, lo cual se logra:

1. Bajando la Edad Primer Parto
2. Manteniendo altos % de parición y bajos IEP
- 3y4. Bajando el % de descarte **Involuntario*** de novillas y vacas

Descarte Involuntario: Infertilidad, mortalidad (accidentes), enfermedad, mastitis

Descarte Voluntario: Descarte por bajo rendimiento o por razones comerciales

(Descarte voluntario = SELECCION)

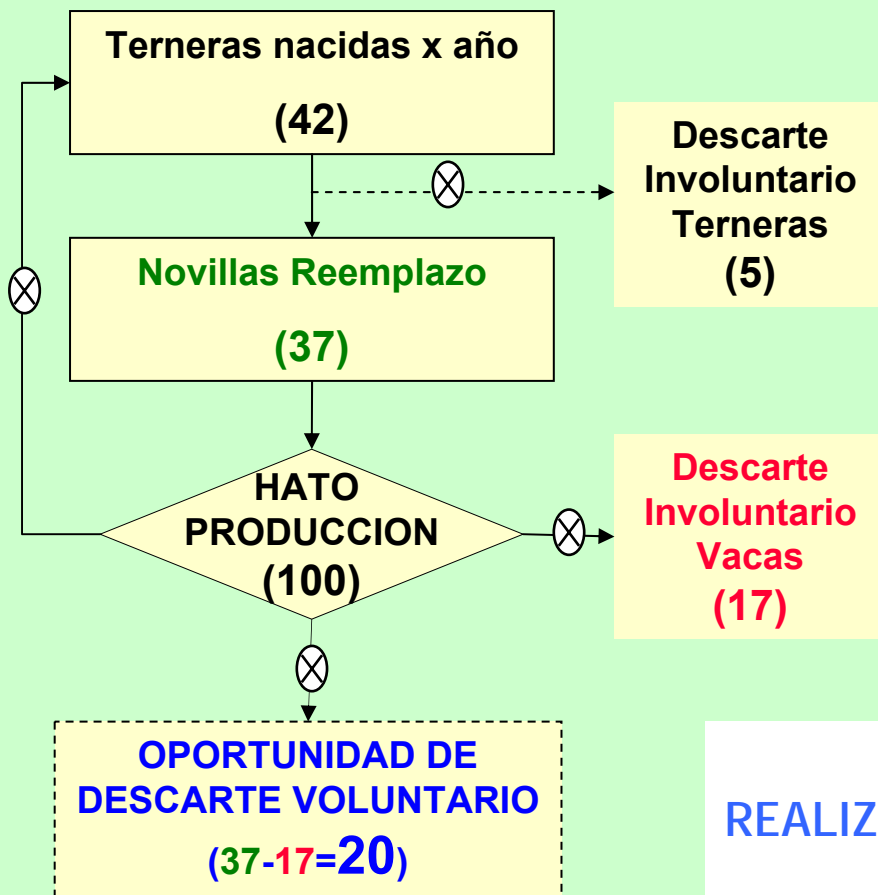


1. Importancia de la eficiencia reproductiva de su hato /Hatos eficientes vs. hatos ineficientes

Hato Eficiente



% Concepción
Ajuste x IEP



Parámetro	Escala	Valor
Vacas Adultas	n	100
Edad Primer Parto	meses	24
I.E.P	d	370
Desc. Invol. (terneras)	%	10
Desc. Invol (vacas)	%	17

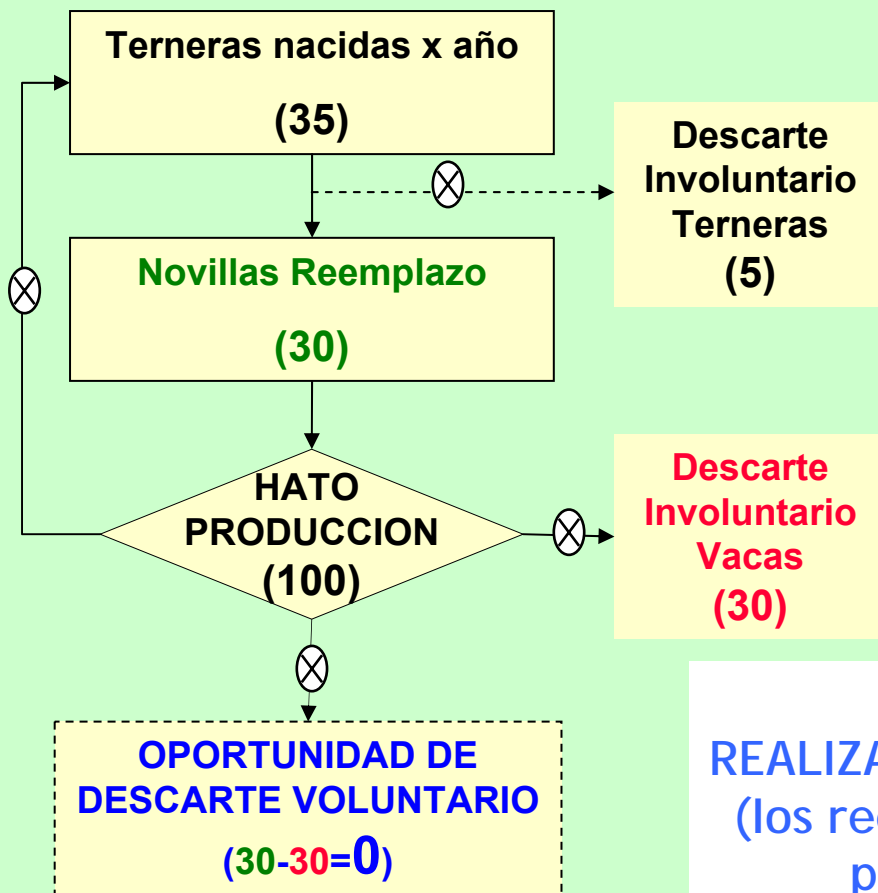
**ES POSIBLE
REALIZAR DESCARTE VOLUNTARIO!!
(Novillas o Vacas)**

1. Importancia de la eficiencia reproductiva /Hatos eficientes vs. hatos ineficientes

Hato INEficiente



% Concepción
Ajuste x IEP



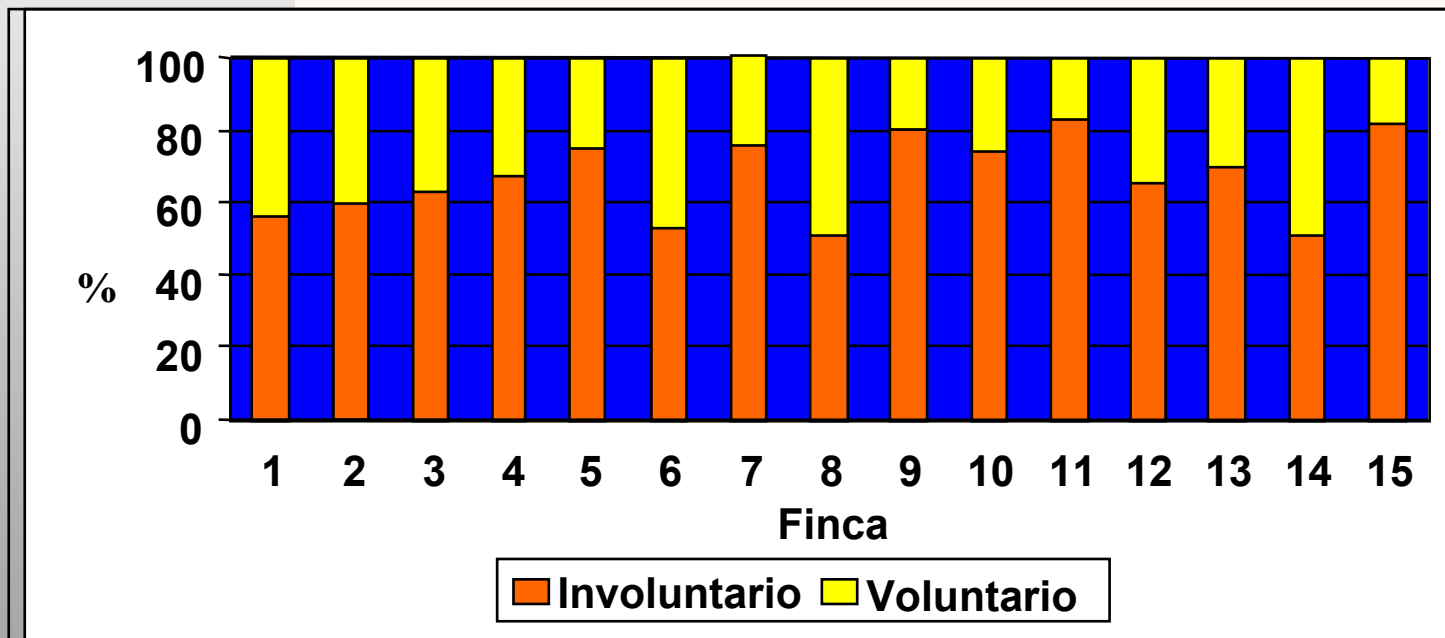
Parámetro	Escala	Valor
Vacas Adultas	n	100
Edad Primer Parto	meses	36
I.E.P	d	420
Desc. Invol. (terneras)	%	15
Desc. Invol (vacas)	%	30

NO ES POSIBLE REALIZAR DESCARTE VOLUNTARIO!!
(los reemplazos apenas alcanzan para cubrir el faltante)

1. Importancia de la eficiencia reproductiva

/Descarte Involuntario vs. Voluntario en 15 fincas de Costa Rica

	<u>X</u>	<u>Min</u>	<u>Max</u>
Edad 1er Parto (años)	2.54	2.21	2.79
Vida Productiva (años)	2.94	1.75	3.94



Se observa que en la mayoría de las fincas el descarte involuntario es mucho mayor que el descarte voluntario

2. Importancia de la IA en el mejoramiento genético */IA vs Monta Natural*

- **IA vs Monta Natural:** El uso de toros de monta natural (p.e en novillas) reduce considerablemente el progreso genético (aunque tengan buen pedigree no son probados!)
- La IA de **novillas** es importante ya que constituyen una proporción alta (20-30%) del hato. Las novillas deberían ser IA con toros de alto mérito genético y buenos índices de facilidad de parto

Mitos:

- Los toros de MN son más fértiles que los de IA?
- Los toros de MN son más baratos que los de IA?



En Costa Rica todavía se utiliza la monta natural en una proporción importante de las vacas

Grupo Animal	<i>n</i>	<i>%</i>
IA (Costa Rica)	14	0.04
IA (Holstein-NAAB)	20234	59.86
IA (Jersey-NAAB)	1979	5.85
IA (Otras razas-NAAB)	5224	15.45
Monta Natural	6352	18.79
Total	33803	

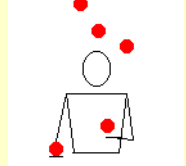
3. Uso de índices de selección /Rasgos de importancia para rentabilidad

El objetivo de la mayoría (100%???) de los productores es criar vacas más rentables

Qué es una vaca rentable?

<i>Característica</i>	<i>Cómo se mide?</i>	
Alta producción de leche de alta calidad	Leche (kg) Grasa (Kg y %) Proteína (kg o %)	
Alta eficiencia reproductiva	IEP (días) Tasa preñez (%) Dificultad al parto (1 a 5)	
Saludable	Resistencia a Mastitis (CCS) Mortalidad (%)	
Durable	Vida productiva (meses lactando) Conformación (puntaje para Ubres, Patas, Tamaño)	

- La rentabilidad de una vaca depende de **muchos rasgos**
- Algunos rasgos son más importantes (\$) que otros pero a largo plazo todos contribuyen a mejorar la rentabilidad de una vaca (y de la finca!)



Pero..

- Cómo seleccionar para **varios rasgos al mismo tiempo?**
- Cómo ponderar la **importancia relativa** de cada rasgo?
- Cómo considerar **las correlaciones genéticas** entre rasgos?

3. Uso de índices de selección

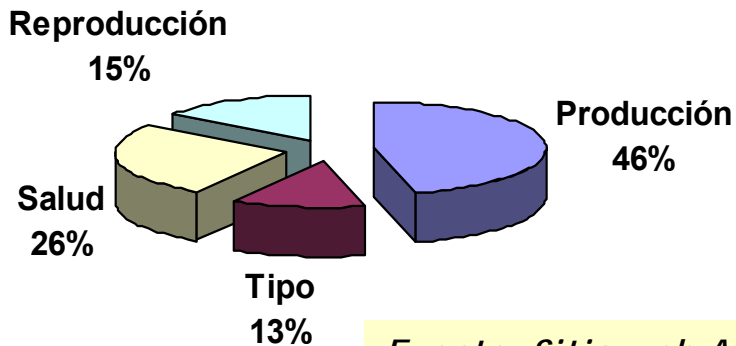
/Ejemplo índice de selección para selección de toros (Mérito Neto - USA)

Grupo	Rasgo	Unidad	Valor relativo(%)	Valor Econ (\$/Unid)	PTA Toro X
Producción	Leche (fluido)	Lbs	0	0	+2000
	Grasa	Lbs	23	2.70	+80
	Proteína	Lbs	23	3.55	+70
Tipo	Ubre	Puntaje	6	28	+1.5
	Patas y Pezuñas	Puntaje	3	13	+5
	Tamaño corporal	Puntaje	-4	-14	-1
Salud	Vida Productiva	Meses	17	29	+2.5
	Células Somáticas	Log	-9	-150	+2.95 (-3)
Reproducción	Tasa Preñez (Hijas)	%	9	21	+30
	Habilidad Parto	\$	6	1	+30
				Mérito Neto=	\$643.3

• La forma más eficiente de realizar selección es mediante un **Índice de Selección**

• En un Índice los PTA para cada rasgo se ponderan de acuerdo a su **valor económico**

• El uso de índices permite la identificación de animales más "equilibrados"



Mérito Neto: Superioridad esperada (en \$) del promedio de las hijas de este toro sobre el promedio de un grupo de referencia, a lo largo de toda la vida

Fuente: Sitio web AIPL/USDA (2007)

Toro X

3. Uso de índices de selección /Tendencias a nivel mundial

Producción

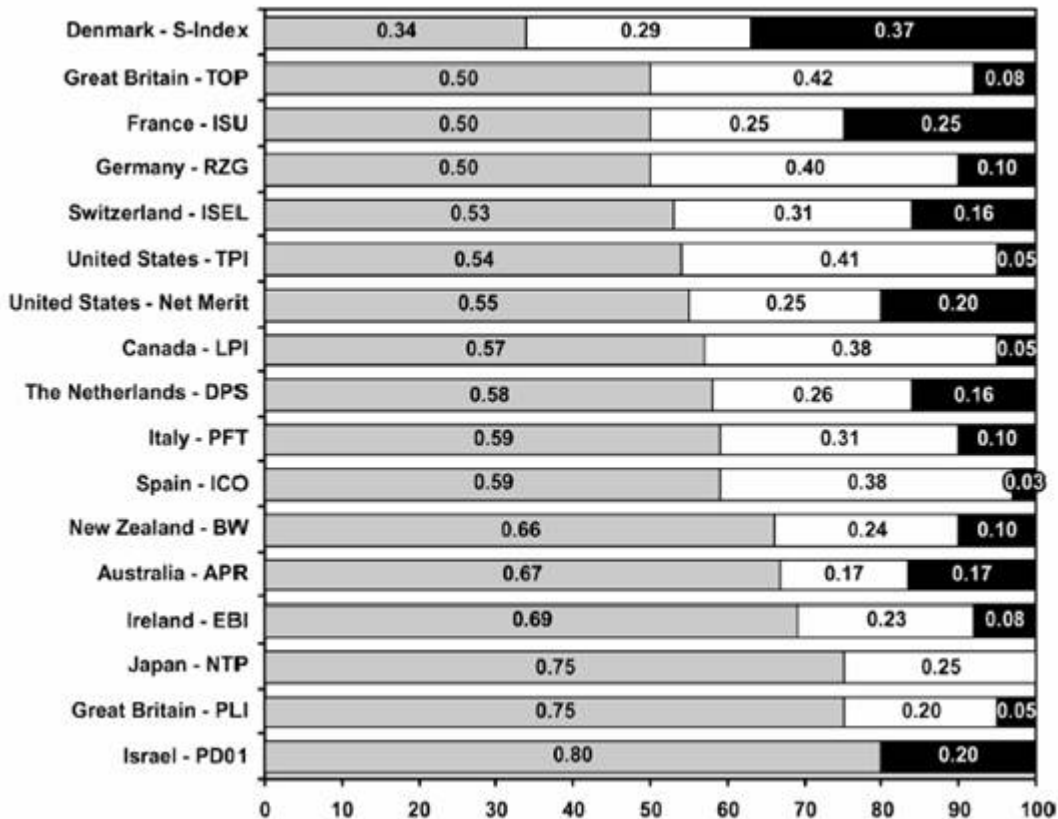
Kg Leche
Kg y % Grasa
Kg y % Proteína

Durabilidad

Vida productiva
Tamaño
Conformación

Salud y Reproducción

Resistencia a mastitis (CSS)
Facilidad de Parto
Velocidad de ordeño



- Los índices de selección difieren entre distintos países
- Hace unos 20 años estos índices consideraban solo **producción y tipo** (esto causó reducción en fertilidad y vida productiva)
- Todavía la mayoría de los índices dan mayor peso a producción (aunque difieren bastante (34-80%!)... pero
- ..ahora se incorporan otros rasgos relacionados con **Durabilidad** (hasta 38%), **Salud y Reproducción** (hasta 37%)

3. Uso de índices de selección

*/Valores Económicos de rasgos en un hato de Costa Rica
(con base en parámetros de costos y productividad de una finca real)*



Variable	Escala	Valor Económico (ΔUSD)	E.E_{V.E}
Producción al pico	Kg/día	39.1	0.35
Contenido de grasa	0.01%	0.94	0.08
Contenido de proteína	0.01%	1.11	0.07
Período Abierto	días	-3.29	0.03
Vida productiva	meses	2.38	0.39
Ganan. de Peso (Nac- 1er Serv.)	g/día	0.77	0.12
Longitud de lactancia	días	2.84	0.04
Descarte Involuntario (vacas)	1%	-8.86	0.71
Descarte Involuntario (terneras)	1%	-2.22	0.51

✓ **Valor Económico:** Tasa de cambio en Margen Bruto (USD/vaca en el hato/año) por cada unidad de cambio en el rasgo respectivo

✓ **Ejemplo:** Un incremento de 1 día abierto reduce en \$3.29 el margen bruto por vaca en el hato x año

✓ En un hato de 100 vacas= **\$329** de pérdida por año por día abierto adicional

Mensaje: Los valores económicos a nivel local en comparación con otros países pueden variar (no mucho!) **en magnitud pero no en sentido**

3. Uso de índices de selección

Comparación de Índices de Mérito (por simplicidad solo grasa, proteína y fluido)

1) Mérito Neto USA = $\text{¢}1.71$ (g Grasa) + $\text{¢}2.23$ (g Proteína) + $\text{¢}0.018$ (g Agua+Lac+Min)
(más peso a proteína, menos peso a fluido) *Para sistemas de pago x componentes y volumen

2) Mérito para Queso USA = $\text{¢}1.71$ (g Grasa) + $\text{¢}3.19$ (g Proteína) - $\text{¢}0.0114$ (g Agua+Lac+Min)
(mucho mayor peso a proteína, castiga fluido) *Para sistemas de pago por componentes

3) Mérito para Fluido USA = $\text{¢}1.71$ (g Grasa) + $\text{¢}0.65$ (g Proteína) + $\text{¢}0.0651$ (g Agua+Lac+Min)
(mayor peso a grasa, fluido positivo) *Para sistemas de pago por volumen

Fuente: Sitio Web AIPL/USDA (2007)



Mérito Costa Rica = $\text{¢}1.458$ (g Grasa) + $\text{¢}1.458$ (g Proteína) + $\text{¢}1.187$ (g Lac+Min) + $\text{¢}0.0$ (Agua)
+ 0.068 (g Lac+Min+ Agua)

(igual peso a grasa y proteína, menor Lac y min, 0 para agua)

Fuente: 2Pinos (Feb/2007)

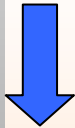
CONCLUSION: LA DIFERENCIA ENTRE INDICES NO CAMBIA DE MANERA SIGNIFICATIVA EL "RANKING" DE LOS TOROS (LAS CORRELACIONES ENTRE INDICES SON MAYORES AL 95%)

Selección a nivel de finca /Machos vs Hembras



1. TOROS

Elección del grupo de toros
IA según características y
objetivos de la finca



Elegir los toros IA adecuados
es la forma
MAS EFICAZ Y ECONOMICA
de realizar progreso genético



2. VACAS

- Selección de hembras en la finca
(optimizar **descarte voluntario!**)
- Asignación de toros según
características de cada vacas
(apareamientos **"correctivos"**)

3. Selección de los toros */Toros de dónde?*



- Es posible que algunos toros no rindan igual en sistemas locales, sobre todo en zonas de alta temperatura y humedad relativa con alta dependencia de pastoreo
- Es importante monitorear el rendimiento genético (no solo leche!) de los toros de IA en distintas zonas para obtener resultados más concluyentes

OPCIONES:

1. Selección de toros a nivel local?: Difícil de justificar. Posible, pero el costo sería alto, baja presión de selección y baja precisión.
2. Actualmente hay mayor disponibilidad de genética de países con condiciones mas similares al nuestro

Las evaluaciones de toros están disponibles en internet

1. <http://aipl.arsusda.gov/>

2. www.naab-css.org

(Se actualizan 4 veces x año)

3. Selección de toros

/Interpretación de las evaluaciones genéticas

EJEMPLO1 AIPL/USDA



USDA Evaluations for Sorted by Net Merit May, 2007

PTA para:
 Leche (lbs)
 Grasa (lbs y %)
 Proteína (lbs y %)
 Confiabilidad para Producción (%)

PTA para:
 Células Somáticas (<3 mejora)
 Tasa Preñez Hijas (% , 1%= -4 DAbiertos)
 Vida Productiva (meses)

Update Page

ID	NAAB	Name	REL		PTA Milk		PTA Fat		PTA Protein		REL Yield	PTA			Hds	Daus
			M\$	NM\$	lbs	lbs Fat %	lbs	%	SCS	DPR		PL				
HOUA000122358313	007HO06417	O-BEE MANFRED JUSTICE-ET	775	96	1128	83	0.16	61	0.10	99	2.66	2.4	6	406	8792	
HODEU000000253642	011HO08046	RAMOS	687	94	523	38	0.07	30	0.06	98	2.59	2.0	9.2	442	19140	
HOUA000132255442	204HO01013	AUTUMN-RIDGE BOJANGLES-ET	600	76	1431	99	0.14	50	0.03	87	2.89	-0.3	3.4	47	83	
HOUA000124690866	011HO05929	CARTERS-CORNER ALLY-ET	581	95	704	86	0.23	33	0.04	99	3.16	2.2	4.2	622	3473	
HOUA000132135971	014HO04148	HONEYCREST BOMBAY NIFTY-ET	577	75	1067	42	0.01	40	0.03	84	2.60	1.7	5.6	43	64	
HOUA000131823833	029HO11111	SANDY-VALLEY BOLTON-ET	540	83	2205	88	0.03	62	-0.02	92	2.89	-2.8	2	87	137	
HOUA000130558361	029HO10792	APPOLOUS JET STREAM-ET	537	83	1379	59	0.03	51	0.04	91	3.16	0.3	4.5	59	109	
HOUA000123586443	029HO10124	END-ROAD PVF BOLIVER-ET	528	92	1194	44	0.00	40	0.02	98	2.83	-0.2	5.9	365	954	
HOUA000126310001	091HO04408	MAR-BIL RUDOLPH GUSTO-ET	528	84	1097	62	0.08	39	0.02	89	3.10	1.2	5	35	79	
HOUA000130161253	001HO06833	KED MTOTO JEWEL TRES-ET	527	86	1278	67	0.08	28	-0.04	93	2.54	-0.7	3.4	86	132	
HGGBR000000598172	029HO12209	PICSTON SHOTTLE-ET	526	71	1099	54	0.05	36	0.01	75	2.56	0.2	3.6	146	219	
HOUA000127952396	001HO06854	HIDDEN-VIEW PHARISEE-TV	524	84	1414	65	0.05	46	0.01	92	2.74	-0.5	4.9	101	156	
HOUA000060280187	014HO03964	BOMAZ MARSHALL BOB 433-ET	522	76	1673	88	0.10	66	0.06	85	2.98	-0.4	1.2	46	60	
HOUA000132815961	007HO08175	WINDY-KNOLL-VIEW PRONTO-ET	509	72	1285	53	0.02	32	-0.02	83	2.95	2.0	5.1	36	71	
HOUA000132035749	014HO04099	J-K-R BW-MARSHLL BILLION-ET	507	79	1687	40	-0.08	49	-0.01	88	2.60	-0.4	3.4	52	85	
HOUA000128367894	014HO03597	KEYSTONE POTTER	506	87	1219	36	-0.03	27	-0.04	93	2.81	2.0	5.5	112	163	
HODEU000000254210	011HO05611	LANCELOT	504	88	1470	69	0.06	65	0.08	95	3.10	-0.6	2.5	559	5858	
HODEU000345461818	011HO09651	JOSE	503	67	1311	94	0.17	41	0.01	76	2.94	-1.1	2	83	102	
HOUA000131102143	029HO10681	BO-IRISH ALTON-ET	501	84	1930	57	-0.05	59	0.00	91	2.87	-1.1	2.5	60	108	
HONLD00027351045	011HO06905	ALTA TUCANO	488	78	-150	79	0.33	27	0.12	85	2.86	1.5	3	254	342	
HOUA00012296354	007HO05484	RICECREST BOONE-ET	487	99	1411	67	0.06	52	0.04	99	2.71	-0.6	2.3	122	6152	

Identificación

Mérito Neto + Rel (confiabilidad) = Valor económico combinado

número de hatos e hijas que contribuyeron al cálculo del valor genético

3. Selección de toros /Interpretación de las evaluaciones genéticas

EJEMPLO2 ABS

7HO07676 VITAL-I DURHAM LEWIS-ET
DURHAM X LINCOLN
TR TV TL TD

Identificación)+
Códigos genéticos

Producción :
Leche (lbs)
Grasa (lbs y %)
Proteína (lbs y %)
Confiabilidad para
Producción (%)

Tipo (Compuestos)
Ubre
Pies y Patas
Capac. Corporal
Carácter lechero
Vida Productiva

Reproducción:
% DBH partos difíciles novillas
% SB Mortinatos
% DPR Tasa de preñez hijas

Tipo, Evaluación Lineal por rasgo

View Photo Gallery

Production USDA (PTA-Lbs)	
Milk	289
Protein	18
% Protein	0.04
Fat	8
% Fat	-0.01
% Reliability	94
Dts/Herds	233/136
Net Merit \$	98
Fluid Merit \$	65
Cheese Merit \$	118
Somatic Cell Score	2.94

Type (PTA)	
Type	2.73
% Reliability	90
Dts/Herds	118/71
TPI	1470
Udder Comp	1.99
Feet & Leg Comp	1.40
Body Comp	2.15
Dairy Comp	2.09
Country	USA
Reg. No.	132960447
Productive Life	0.4

Calving Ease	
% DBH (Serv. Sire)	11
% Rel/Obs.	87/493
% DBH (Dtr.)	9
% Rel/Obs.	66/100
% SB (Serv. Sire)	9
% Rel/Obs.	53/241
% SB (Dtr.)	12.4
% Rel/Obs.	58/84
DPR	0.1
DPR % Reliability	67

Stature	1.85 T
Dairy Form	1.11 D
Strength	2.47 S
Body Depth	2.21 D
Rump Width	2.71 W
Rump Angle	0.23 S
Legs Side View	-0.40 P
Legs Rear View	2.67 S
Foot Angle	1.58 S
Feet & Legs Score	1.00 H
Fore Attachment	2.31 S
Rear Udder Height	2.55 H
Rear Udder Width	3.28 W
Udder Cleft	1.07 S
Udder Depth	1.49 S
Front Teat Place	0.98 C
Rear Teat Place	1.04 C
Front Teat Length	1.02 L

Indices:
Mérito Neto
Mérito para Fluido
Mérito para Queso

3. Selección de los toros

/Valores genéticos y precio para 684 toros IA Holstein ACTIVOS

Rasgo	Escala	X	Min	Máx	(Max-Min)
Mérito Neto	\$	242.3	-297.0	778.0	1075.0
Confiability	%	81.96	42	99	57.0
PTA Leche	lbs	838.1	-1754	3040	4794.0
PTA Grasa	lbs	31.7	-33	107	140.0
PTA Proteína	lbs	25.4	-33	67	100.0
Tipo	Estándar	1.52	-1.58	3.75	5.3
Ubres	Estándar	1.04	-1.82	3.35	5.2
Patas	Estándar	0.96	-2.02	3.44	5.5
Vida Productiva	meses	1.10	-4.50	8.90	13.4
Tasa de preñez de hijas	%	-0.40	-4.90	3.70	8.6
Precio/dosis	\$	23.56	5	100	95.0

- Existe gran variación en el potencial genético de los toros de IA

- Ej. 1 Diferencias de \$1000 en Mérito Neto

- Ej 2. Diferencias de 13 meses en Vida Productiva!!

- Cuidado! Muchos toros son muy buenos en unos rasgos pero deficientes en otros

La diferencia en precio promedio/dosis entre los toros con mayor Mérito Neto (10% superior) y los de menor mérito (10% inferior) neto es de (\$30- \$23)= \$7

3. Selección de toros

/Estrategia para elegir toros

1. Primero defina valores mínimos aceptables para un índice de selección (p.e Mérito Neto) y confiabilidad!

- Para confiabilidad **mínimo 90%**
- Para el índice (ej MN) el mínimo se puede establecer según:

a. Nivel genético actual de su finca:
Finca con alto potencial genético requieren mínimos más elevados

b. Posibilidades económicas:
Utilizar toros de alto mérito (y alta confiabilidad) es en realidad una de las mejores inversiones

MN 778

Finca Mayor Potencial



Finca Menor Potencial



MN -297

2. Entre los toros (disponibles aquí!) que cumplan con los mínimos, se deben elegir los que transmitan características **de tipo** que sean deficientes en las vacas de su finca (ojalá de alta **heredabilidad** y relacionadas con **vida productiva!!**):

- Ubres
- Patas y pezuñas
- Además, incluir x lo menos 1 toro con ..
- **Facilidad de parto:** para las novillas!

• **Cuántos toros?** No es conveniente servir más de 15 a 20% del hato con un solo toro, aún si este posee un alto mérito y confiabilidad

3. Selección de toros

/Toros de baja confiabilidad y toros jóvenes

Confiabilidad La confiabilidad puede utilizarse para decidir **la cantidad** de semen por comprar de un toro. A mayor confiabilidad mayor certeza y menor Riesgo

Una confiabilidad para mérito neto de 70% es bajo, significa que podría cambiar sustancialmente en una evaluación posterior (para arriba? Para abajo? **NO SABEMOS!!** Por eso mejor trabajar con toros de alta confiabilidad

- **Toros candidatos:** Aunque son de menor precio (?) significan un mayor riesgo

- Recomendaciones,

- ✓ Minimizar su uso

- ✓ Utilizar solo aquellos **con mejor pedigree**

- ✓ No es recomendable utilizarlos en novillas ya que **no hay información sobre facilidad de parto**



4. Selección de hembras en la finca

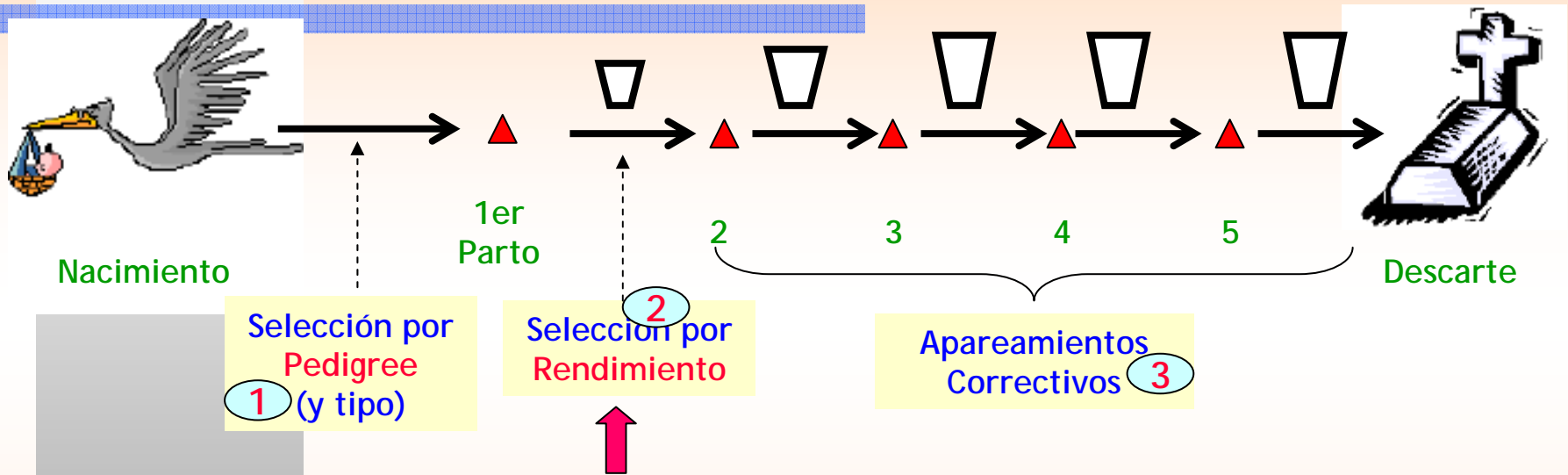
A nivel de finca la intensidad de selección en hembras es **muy baja** debido a que:

- El tamaño promedio de los hatos es **pequeño** (Costa Rica 40-50??)
- Solo se puede reemplazar aprox. entre un **20-30%** del hato
- Aprox. la **mitad** del reemplazo es **involuntario** (o más en fincas menos eficientes)!!!



Aún así, las fincas con reproducción eficiente pueden aprovechar el mejoramiento genético **EXTRA**

4. Selección de hembras en la finca



1. Etapa de crecimiento: Selección por pedigree (Mérito de padre y Madre), también por conformación

2. Primer parto: La primera lactancia es el momento más adecuado para comparar las hembras en idénticas condiciones de manejo. Importante considerar producción de sólidos.

3. Partos posteriores: Enfatizar los apareamientos correctivos para buscar el tipo ideal y eliminar progresivamente defectos de conformación del hato

5. Apareamientos correctivos

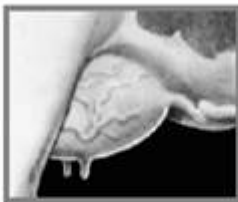
- Al evaluar tipo (conformación) cada vaca tiene fortalezas y debilidades, por lo que debería ser inseminada con toros que **complementen** sus características
- Debe darse prioridad a rasgos con **mayor correlación** con Vida Productiva:

Ubres

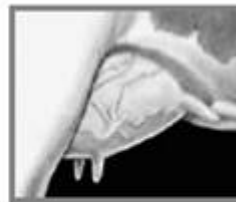
Pies y Patas



1-5 pts.
Extremely loose



25 pts.
Intermediate strength



45-50 pts.
Extremely snug & strong



1-5 pts.
Posty and straight



25 pts.
Intermediate set in hock



45-50 pts.
Extremely sickled



1-5 pts.
Extremely low



25 pts.
Intermediate height



45-50 pts.
Extremely high



1-5 pts.



45-50 pts.

Evaluación Lineal / MAS NO SIEMPRE ES MEJOR!!

Estatura		>	2.29 A
Temperamento Lechero			1.30 A
Fortaleza		>	2.64 F
Profundidad Corporal		>	2.37 M
Ancho de Anca		>	2.79 A
Angulo de Anca	<		-2.95 A
Patas, Vista Lateral			0.45 C
Patas, Vista Posterior		>	2.41 R
Angulo de la Pezuña		>	2.35 A
Eval. Patas y Pezuñas			1.59 A
Ubre Delantera		>	3.83 F
Ubre Trasera, Altura		>	3.72 A
Ubre Trasera, Anchura		>	3.61 A
Soporte de Ubre		>	2.86 F
Profundidad de Ubre		>	2.45 P
Pezones, Colocación		>	2.64 C
Pezones, Medida		>	2.26 L
	-2	0	2



Para algunos rasgos los niveles deseados son los **INTERMEDIOS**:

- Angulo de grupa
- Patas vistas de lado
- Colocación de pezones
- Tamaño de pezones
- Profundidad de ubre

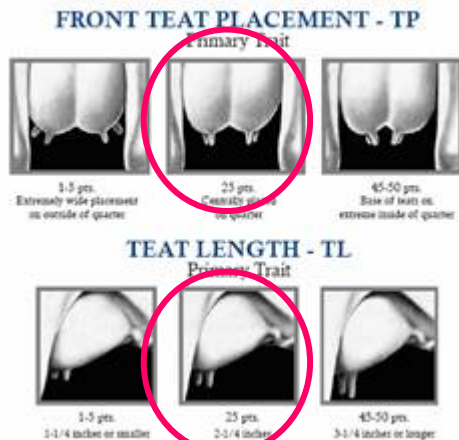
Estatura:

Actualmente el tamaño tiene un valor económico **NEGATIVO** en la mayoría de los índices de selección, debido a que las vacas más grandes son menos eficientes (sobre todo en pastoreo!)

Angularidad (Temperamento Lechero):

Actualmente se sabe que las vacas demasiado "finas" tienen más problemas reproductivos y menor vida productiva

Mayo de 2005 Interbull, NAAB



Apareamientos correctivos /Sistema de Análisis Animal aAa

Este método evalúa los toros según su capacidad de transmisión de 6 tipos de **habilidades**:

		
#1 DAIRY (Lechero) Gran aptitud para producción de leche. Más leche por tamaño. Rápida bajada de leche.	#2 TALL (Altura) Rápido crecimiento. Altura. Ubres altas.	#3 OPEN (Abierto) Espacio para la ubre. Agrega facilidad parto. Larga vida reproductiva.
		
#4 STRONG (Fuerte) Tamaño mas grande en edad madura. Buena ubre, buenas patas, pezuñas y pulmones.	#5 SMOOTH (Suave) Más apetito. Menores lesiones en patas y pezones. Fácil ordeño.	#6 STYLE (Estilo) Menos recorte pezuñas. Huesos mas durables. Carácter atento.

Cuando aparece el número de una (o +) de estas categorías en la evaluación aAa de un toro indica que este toro es capaz de transmitirla

- **Ejemplo:** Tenemos un toro que en su análisis aAa es **315426**, significa que al ser usado lo que más mejora son las características 3, 1, 5 (en orden de importancia izquierda-derecha)
- Las vacas se clasifican al revés, ya que su aAa indica las características que **necesita!**
- **Ejemplo:** El toro anterior 315426 se usaría en vacas con aAa 315 , 135 , 153, 351, 513, 531

6. Consanguinidad y factores recesivos

/Depresión por consanguinidad en parámetros productivos del ganado lechero

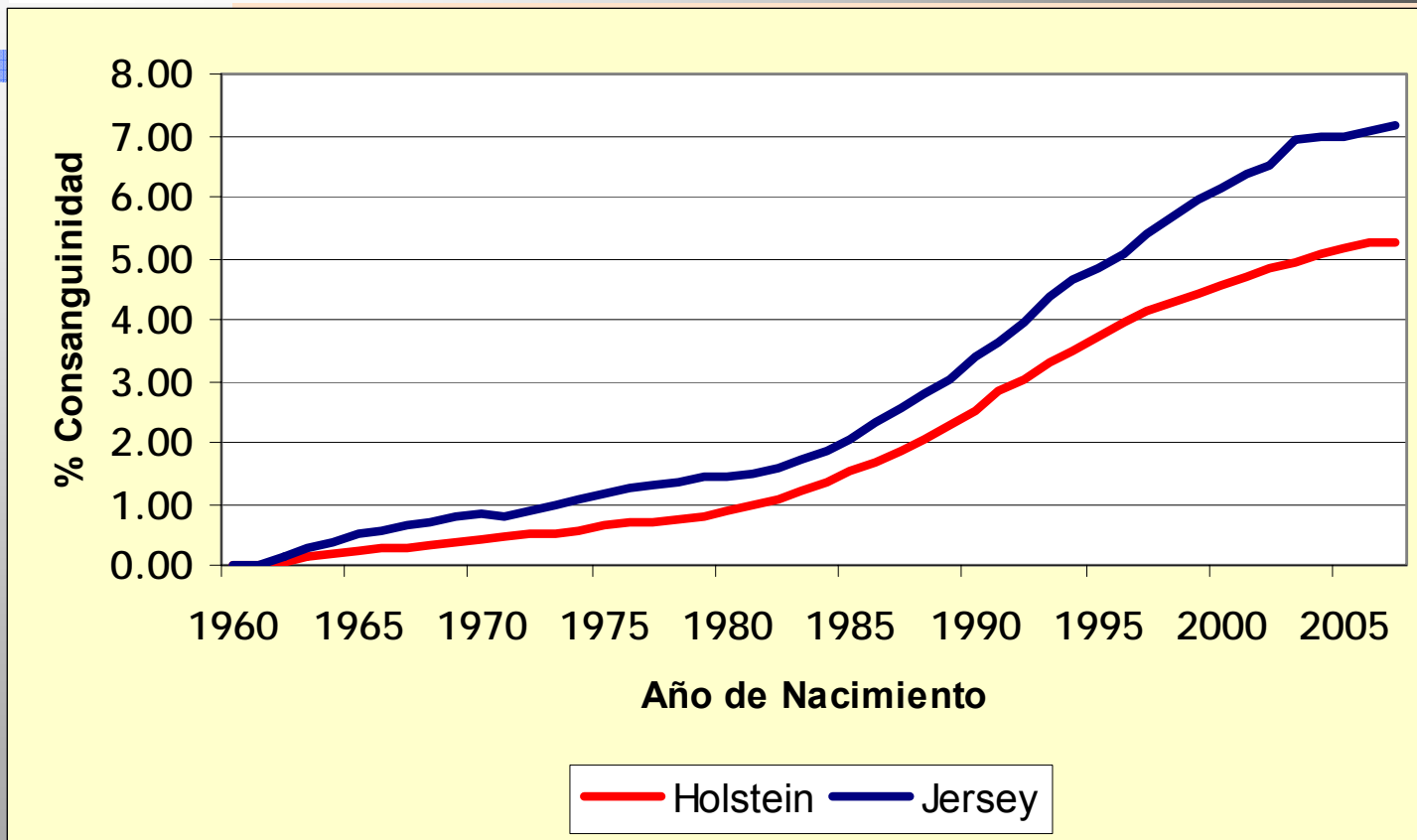
Rasgo	Unidad	Depresión x/1% aumento en consanguinidad
Edad a Primer Parto	d	+0.4
Vida Productiva	d	-13
Días en ordeño	d	-10
Prod. Leche 1ra Lac	kg	-37
Prod. grasa 1ra Lac	kg	-1
Prod. Proteína 1ra Lac	kg	-1
I.E.P	d	+0.26

La consanguinidad tiene un efecto negativo sobre la mayoría de los parámetros productivos

Ej.
Un incremento de 1% en promedio de consanguinidad reduce la producción promedio por lactancia en 37 kg por lactancia

6. Consanguinidad y factores recesivos

/Incremento en niveles de consanguinidad USA

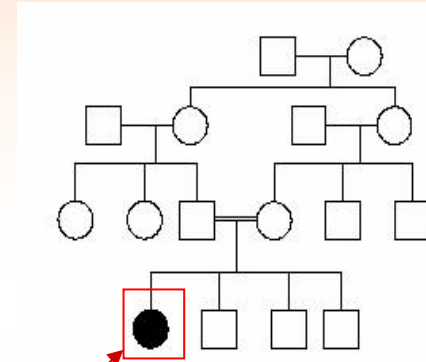


Ojo! En USA el promedio de consanguinidad actualmente es mayor del 5%

6. Consanguinidad y factores recesivos

/Niveles de consanguinidad entre cruces

Parentesco entre padres	% Consanguinidad (F) en la Progenie
Hermanos completos	25.0
Medios hermanos	12.5
Primos hermanos	6.25
Padre-progenie	25.0
Abuelo-Nieta	12.5



Individuo consanguíneo: Sus padres están emparentados

- **Recomendación:** Evitar cruzamientos que produzcan > 3% de Consanguinidad
- **Regla sencilla:** Evitar cruces entre animales con **abuelos en común**

OJO! NO PUEDE HABER CONTROL DE CONSANGUINIDAD SIN REGISTROS GENEALOGICOS PRECISOS Y CONFIABLES!!

6. Consanguinidad y factores recesivos

/Nivel de consanguinidad población local

Total de crías evaluadas: 23595

Hatos: 75

Crías consanguíneas ($F > 0$): 1400

%F	Número de crías
1.56	189
3.13	99
6.25	172
12.5	40
25.0	840

- Es difícil establecer el nivel actual de consanguinidad en las razas locales ya que en muchas fincas la información genealógica es **incompleta o errónea**
- Por la misma razón, cualquier cálculo probablemente **subestimaría** la verdadera situación
- Sin embargo la tabla adjunta muestra que los casos de consanguinidad ocurren con **bastante frecuencia**

6. Consanguinidad y factores recesivos /Códigos Genéticos en información de toros

- Algunos toros son **portadores** de genes recesivos con efectos nocivos
- Estos genes se manifiestan solamente en casos de cruces con vacas que también porten el gen recesivo (25% de crías son afectadas, 50% normales pero portadores)

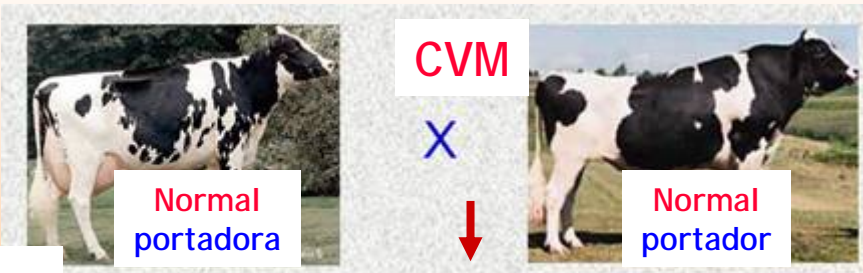
**Identificación)+
Códigos genéticos**

VITAL-J DURHAM LEWIS-ET
DURHAM X LINCOLN
TR TV TL TD



Production USDA (PTA-Lbs)		Type (PTA)		Calving Ease	
305	299	Type	2.73	% DBH (Sev. Sls)	11
Protein	18	% Reliability	90	% RelObs.	87/100
% Protein	0.04	Dts/Hrds	118/71	% DBH (Dtr)	0
Fat	8	TL	1470	% RelObs.	66/100
% Fat	-0.01	Udder Comp	1.99	% SB (Sev. Sls)	0

<u>Portadores</u>	<u>Libres</u>
BL BLAD (deficiencia leucocitos)	TL Libre
DP DUMPS (deficiencia enzimática)	TD Libre
CV CVM (malformación vertebral)	TV Libre
MF Pata de Mula	TM Libre
BD Bulldog	
DF Enanismo	
PT Porfiria	
HL Sin pelo	
PL Gestación prolongada	
IS Piel imperfecta	

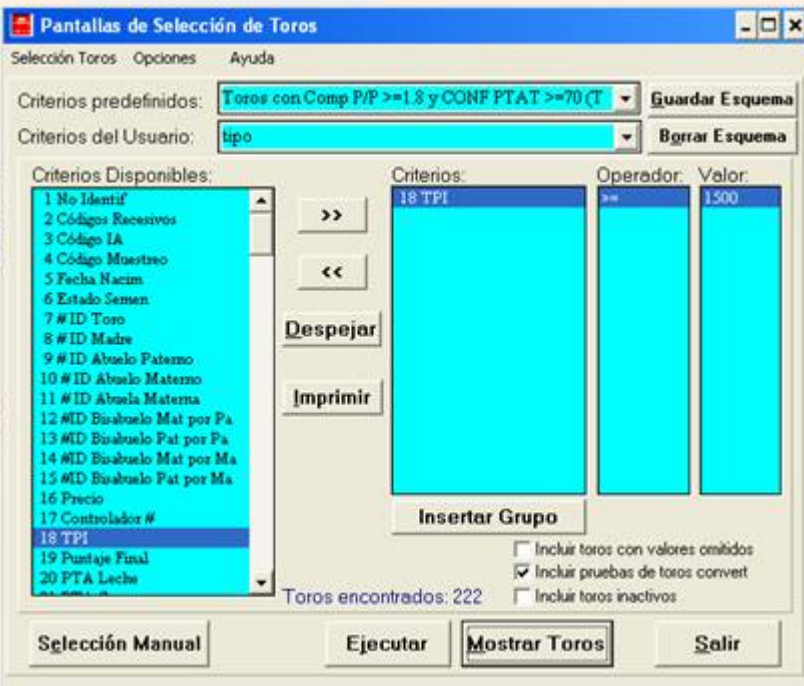


Recomendación: Evitar uso de toros portadores en vacas cuyos **padres o abuelos** son también portadores



Crías:
25% Normales
50% Normales (portadores)
25% Afectados

/Software



• Aún en pequeñas fincas es muy difícil llevar control de toda la información (pedigree, rendimiento, tipo, etc)

• Existen varios programas de cómputo que permiten:

1. Elegir toros con base en criterios mínimos (**rasgos individuales o índices**). Las evaluaciones se actualizan desde **internet**. Permiten al usuario generar sus **propios índices!!**
2. **Realizar apareamientos correctivos**: Si las hembras de su finca están clasificadas
3. **Controlar consanguinidad**: Requiere control de genealogía en su finca

MUCHAS GRACIAS!

