



INFORME DE DIFUSIÓN PROGRAMA FORMACION PARA LA PARTICIPACION

1 Nombre de la propuesta :

Asistencia a curso de Verano: Aspectos Económicos del Mejoramiento Genético Aplicado

1.1 Modalidad

Curso corto

1.2 Lugar donde se llevo a cabo la formación

Centre for Genetic Improvement of Livestock, Universidad de Guelph, Canadá

1.3 Rubro / Area temática de la actividad de formación

Mejoramiento Animal Aplicado, Genética Animal

1.4 Fecha en la que se efectuó la actividad de formación:

5 de julio al 9 de julio de 2001

1.5 Postulante

Mario Briones L.

1.6 Entidad Responsable

Universidad de Concepción

1.7 Coordinador

Mario Briones L.



	mejoramiento genético en Bovinos de carne, Parte II: Aspecto aplicados del mejoramiento	diseño de programas de registros orientados a metas.		Productores, Estudiantes
--	---	--	--	--------------------------

2.2. Detalle por actividad de transferencia REALIZADAS

Fecha: 31 de agosto de 2001

Lugar (Ciudad e Institución) Linares, Ganadera del Maule S. A.

Actividad (en este punto explicar con detalle la actividad realizada y mencionar la información entregada): Charla de Extensión y presentación de un programa de registros productivos.

Discusión acerca de la importancia de la definición de metas y análisis de las características y complejidad del sistema, de acuerdo con las características de cada productor.

Fecha: 24 de noviembre de 2001

Lugar (Ciudad e Institución) Chillán, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Concepción.

Actividad (en este punto explicar con detalle la actividad realizada y mencionar la información entregada): Charla de Extensión sobre Mejoramiento Genético en Caprinos de Carne, efectuada en conjunto con la Asociación Nacional de Productores de Caprinos, para la entrega de principios de mejoramiento enfocados al manejo de los recursos genéticos introducidos recientemente (Raza Boer). Se analizaron las alternativas de utilización de variabilidad genética mediante sistemas de cruzamiento y se explicaron los principios básicos de estos sistemas: aditividad, heterosis y complementariedad. Se entregó apuntes con los contenidos de la presentación y se discutieron aspectos de aplicación de los principios de mejoramiento (programas de registros productivos, importancia del mercado en la determinación de las metas de mejoramiento)

Fecha: 27 de noviembre de 2001

Lugar (Ciudad e Institución) Chillán, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Concepción.

Actividad (en este punto explicar con detalle la actividad realizada y mencionar la información entregada) Curso corto acerca de Mejoramiento Genético en Bovinos de Carne, Parte I, con participación de asistentes de empresas de transferencia tecnológica de la zona, del programa de proveedores de la empresa Carnes Ñuble S.A, productores de ganado fino, para el análisis

1.8 Identificación de los participantes de la propuesta

NOMBRE	RUT	TELEFONO FAX E-MAIL	DIRECCION POSTAL	ACTIVIDAD PRINCIPAL	FIRMA
Mario Briones Luengo	7.999.244-5	42 208840	Casilla 537 Chillán	Profesor Asociado Facultad de Medicina Veterinaria	
		42 270212			
		Mabrione@udec.cl			

2. ACTIVIDADES DE TRASFERENCIA

2.1. Resumen actividades de transferencia PROPUESTAS

FECHA	ACTIVIDAD	OBJETIVO	LUGAR	Nº y TIPO BENEFICIARIOS
31 de Agosto de 2001	Charla: Programas de registros productivos para el mejoramiento del ganado de carne	Presentar un programa de registros productivos orientado a metas de selección coherentes con los aspectos productivos y el mercado de la carne	Linares, Profo Ganadero, Ganadera del Maule, S. A.	11, Médicos Veterinarios, Técnicos y productores
24 de noviembre de 2001	Charla: Mejoramiento genético en caprinos de carne	Presentación de principios básicos de mejoramiento de caprinos de carne	Facultad de Medicina Veterinaria	15, Médicos Veterinarios, Ingenieros Agrónomos, Técnicos, Agricultores, Estudiantes
27 de noviembre de 2001	Curso corto: principios y aspectos prácticos del mejoramiento genético en Bovinos de carne, Parte I: base genéticas del mejoramiento	Analizar los principios del mejoramiento genético en Bovinos de Carne	Facultad de Medicina Veterinaria	15, Médicos Veterinarios, Técnicos Agrícolas, Productores, Estudiantes
28 de noviembre de 2001	Curso corto: principios y aspectos prácticos del	Analizar la puesta en práctica de los principios de mejoramiento a través del	Facultad de Medicina Veterinaria	12, Médicos Veterinarios, Técnicos Agrícolas,

de los principios básicos de mejoramiento genético en Bovinos de Carne, en un contexto de industria que relaciona segmentos con diferentes expectativas, Productores de Ganado Fino, Productores Comerciales, Industria Procesadora, Distribuidores y Consumidores. Se analizaron los aspectos económicos de la selección y se enfatizó el largo plazo en que deben ser elaboradas las metas de selección, para la respuesta a mercados futuros.

Fecha: 28 de noviembre de 2001

Lugar (Ciudad e Institución) Chillán, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Concepción

Actividad (en este punto explicar con detalle la actividad realizada y mencionar la información entregada) Curso corto acerca de Mejoramiento Genético en Bovinos de Carne, Parte II: enfocado a aspectos prácticos y aplicados del mejoramiento, en un enfoque de sistema productivo, con metas de largo plazo destinadas a reducir los costos y aumentar el retorno en la crianza comercial de terneros: adaptación de razas y cruzas a ambientes determinados, selección de la fertilidad y rusticidad, importancia del crecimiento y la conformación. Aspectos esenciales de los programas de registros orientados a metas de selección y aplicación de software desarrollado en el Departamento de Ciencias Pecuarias.

Fecha: 1 de septiembre de 2001

Lugar (Ciudad e Institución) Chillán, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Concepción

Actividad (en este punto explicar con detalle la actividad realizada y mencionar la información entregada) Proyecto de Extensión de la Facultad de Medicina Veterinaria: Página WEB "EXTENSIÓN EN BOVINOS DE CARNE" en la dirección <http://www.chillan.udec.cl/genetica/extension>, destinada a recoger las publicaciones de extensión, presentaciones a congresos y proyectos de investigación en el área de la producción bovina de carne. La página tiene disponibles en versiones PDF los documentos generados.

2.2. Especificar el grado de éxito de las actividades propuestas, dando razones de los problemas presentados y sugerencias para mejorar.

Todas las actividades de extensión realizadas pueden considerarse exitosas desde el punto de vista de la discusión generada y del alcance de las conclusiones de los profesionales y productores, acerca de la necesidad inmediata de iniciar programas de mejoramiento objetivos, basados en registros, en las principales especies ganaderas de nuestro país.

La asistencia a las actividades no ha sido la mejor, pese a la difusión previa y a las invitaciones personales en varios casos. Se concluye que parte de este problema se debe a la poca frecuencia de este tipo de actividades, en cuanto a la ausencia de programas de extensión de la propia Universidad de Concepción, dirigidos a profesionales y productores y orientados a aspectos prácticos de la producción animal.

Se propone y se efectúa la realización de un proyecto de extensión de la Facultad de Medicina Veterinaria, basado en una página Web, para iniciar un programa de extensión en Bovinos de Carne (<http://www.chillan.udec.cl/genetica/extension>)

2.3. Listado de documentos o materiales mostrados en las actividades y entregados a los asistentes (escrito y/o visual). (Se debe adjuntar una copia del material)

Tipo de material	Nombre o identificación	Idioma	Cantidad
Artículo de Extensión	Concepto de sistema en producción de carne bovina	Español	1
Artículo extensión	Definiciones y utilización de un catálogo de reproductores	Español	1
Artículo Extensión	Los principios genéticos de los sistemas de cruzamiento	Español	1
Artículo de Extensión	Selección de toros para el rebaño comercial	Español	1
Artículo de Extensión	Selección de vaquillas de reemplazo	Español	1
Artículo de Extensión	Uso de la Información de parientes y pedigrí	Español	1



Presentación Power Point	Las características productivas de los bovinos de carne	Español	1
Presentación Power Point	Razas de Ganado de Carne: Variabilidad Genética disponible para la Producción de Carne	Español	1
Presentación Power Point	Mejoramiento Genético en bovinos de Carne	Español	1
Presentación Power Point	Diseño de un programa de registros orientado a metas de mejoramiento	Español	1
Presentación de Power Point	Selección del toro en el rebaño de carne: enfoque de sistema	Español	1

3. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

Indicar los problemas administrativos que surgieron en la preparación y realización de las actividades de difusión.

Fecha: 29 de noviembre de 2001

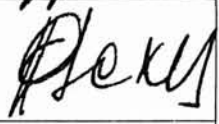
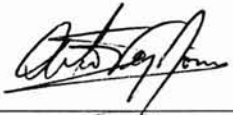
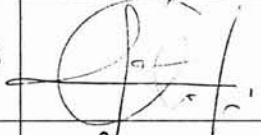
Firma responsable de la ejecución: _____

[illegible]

[illegible]

PRINCIPIOS DE MEJORAMIENTO GENETICO EN BOVINOS DE CARNE

Asistencia 27 de Noviembre de 2001

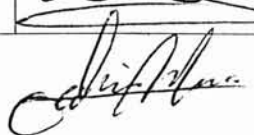
Nombre	Profesión/actividad	Dirección/fono	Firma
OSCAR TORREALBA MUJITA	MENCO VETERINARIO	CASILLA 475 CHILLAN 098837752	
Sandra Lagos R.	Medico Veterinario	Bulnes 131 depto. 43 09/4527049	
José Flores	Med Veterinario	Parcela 55 h. de Monterria Chillán	
Arturo Vega Donoso	MED. VETERINARIO AGRICULTOR.	09-8954720	
Jaime Ostia	estudiante M. Veterinario	09-7262488	
Ricardo Horta Q.	"	(09) 3614851	
Diana Burgos G.	MÉDICO VETERINARIO	274294	
Anelito Salazar R	Donador Med Vet.	09 8976438	
Andrea Pincheiro Y.	Egresada Med. vet.	091-675121	
DAVID ALVAREZ LARA	Egresado Med. Veterinaria	09-4994748	
JULIO ALLENDES J.	M. V.	225469	
LUIS SOTO L.	TEC. AGRICOLA	413658	

Patricio Molina C.

TEO
interrunabz. 413658

CRISTHIAN NAVARRETE G.

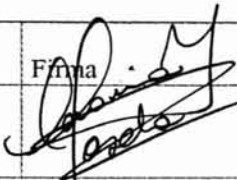
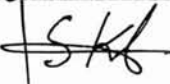
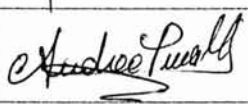
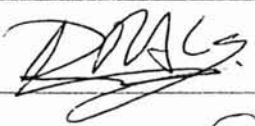
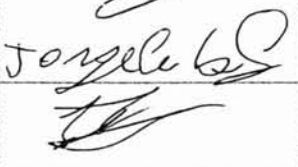
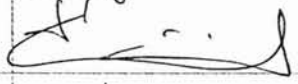
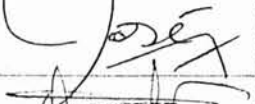
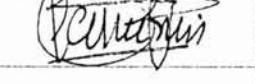
ING. CIVIL AGRICOLA cristhian_w@
hotmail.com





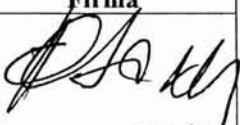
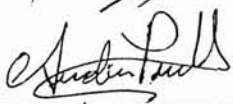
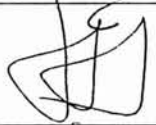
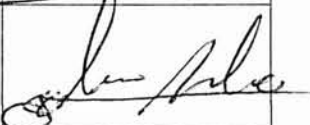
Charla de Extensión
Mejoramiento genético en caprinos de Carne.

Actividad de Extensión del Proyecto FIA-Universidad de Concepción: Curso de Verano Universidad de Guelph, Canadá. Julio 2001

Nombre	Actividad	Fono	Firma
Carolina Lasala Vega	Medicina Veterinaria (estudiante)	272996	
Gisela Krause A	M. Veterinaria Estudiante.	273793	
Andrea Pincheiro	M. Veterinaria Egresada	04675121	
DAVID ALVAREZ LARA	M. Veterinaria (EGRESADO)	09-4994748	
Jorge Leraf	AGRICULTOR	093483533	
Pedro Sepulveda	AGRICULTOR	7212167	
Genaro Torquero	Auditor Productor	71-241020	
Claudio Torquero	Productor	71-241020	
Juan L. Enríquez	Ing. Agronomo Productor	42-372449	
Jose Vega F	Agricultor	095222368	
Víctor Cañumir Vega	Méd. Veterinario	237422	

PRINCIPIOS DE MEJORAMIENTO GENETICO EN BOVINOS DE CARNE

Asistencia 27 de Noviembre de 2001

Nombre	Profesión/actividad	Dirección/fono	Firma
J F LOA	M. Vet	Panels 15 Anilema	
OSCAR TORREDA M.	M. VET.	CASERA 475 CHUMAN	
Arturo Vega Sando	M. Veter	Ninhué	
Oscar Puzos	M. Veter.	274294	
Andree Pincheiro.	Egresado Med Vet.	04675121	
JULIO ALLENDES J	M. V.	225469	
Jaime Ostia	Oficiante M. Veterinaria	09 7262488	
RICARDO HUERTA C.	"	(X) 361.4851	
LUIS SUTOL.	TEC. Bovinos	433658	
Patricia Molina	11. Bovinos	413658	

GANADERA DEL MAULE S.A.
PROFO GANADERO
MAIPU 240-A FONO FAX 73/219419
LINARES

CERTIFICADO

Eduardo Peñailillo Ortiz, Gerente de Ganadera del Maule S.A. certifica que el Dr. Mario Briones Luengo, Médico Veterinario MSc., con fecha 31/08/01 realizó la charla denominada "Programas de Registros para Mejoramiento en Ganado de Carne" con la participación de los siguientes asociados:

- Sra. Teresa Silva Carrasco
- Sr. Fernando Pérez Rodríguez
- Sr. Said Nôme Aguilera (Agrocomercial Imperio Ltda.)
- Sr. Luis Ilabaca Castro (Soc. Agrícola Mapanare Ltda.)
- Sr. Carlos Rebolledo Pereira (Soc. Agrícola Buena Vista Ltda.)
- Sra. Consuelo Montes Montes
- Sr. Jaime Maureira Alamos (Soc. Agrícola San Mariano Ltda.)
- Sr. Humberto Moreno Valdivieso
- Sr. Ricardo Moreno Valdivieso
- Sr. Juan Movillo Enderli (Serviagro Ltda.)

Se extiende el presente certificado para los fines que estime conveniente.



EDUARDO PEÑAILILLO ORTIZ
GERENTE

GANADERA DEL MAULE S.A.
MAIPU 240-A- FONO FAX 73/219419
LINARES

ANEXOS

Documentos y presentaciones

Mejoramiento genético en Bovinos de Carne

Principios básicos en la genética de la
producción de carne bovina



Dr. Mario Briones L. 2001

Antecedentes

Dr. Mario Briones L.

Médico Veterinario, MSc (Animal Breeding)

Especialidad: Genética Animal

Profesor Asociado Facultad de Medicina Veterinaria.

Actividad de Extensión asociada al proyecto FIA:

Curso de verano en Universidad de Guelph, Canadá,

Julio 2001: "Aspectos Económicos del
Mejoramiento Genético Aplicado" dictado por el
Dr. Jack Decckers, Universidad de Iowa

Dr. Mario Briones L. 2001

La carne como una industria



Dr. Mario Briones L. 2001

Importancia de las señales

- Para que la industria funcione bien todos los segmentos deben estar comunicados y no debe existir distorsiones en la comunicación. Por ejemplo, los criadores de animales finos no deberían producir animales para la exhibición, sino que los animales con más alto valor genético en las características que producen dinero al productor comercial.

Dr. Mario Briones L. 2001

Importancia de las señales

- El productor comercial, recibe presión de la industria para entregar animales de buena conformación, en alta cantidad y de modo regular. Para que estos animales le sean rentables, deben ser de rápido crecimiento y eficientes para transformar alimento en peso.

Dr. Mario Briones L. 2001

Segmento Crianza – Fase I

- Combina recursos escasos para producir un tipo de animal atractivo para el segmento engorda. Recibe indirectamente la presión de la industria por animales homogéneos y de buena conformación cárnica.
- Utiliza la variedad genética para producir de modo rentable.

Dr. Mario Briones L. 2001

Segmento Engorda – Fase II

- Compra su materia prima animal a la crianza, motivado por su propósito de producir un animal de características apropiadas para la industria y su tendencia: adecuada relación músculo:grasa, alto desarrollo muscular.

Dr. Mario Briones L. 2001

Las expectativas del productor comercial en la crianza

- **Volumen:** selección y manejo reproductivo
- **Valor:** eficiencia de ganancia, desarrollo muscular
- **Homogeneidad:** tipo, raza o cruce, manejo alimentario

Dr. Mario Briones L. 2001

Características importantes para el productor criancero

- **Tamaño de los animales:** determina la carga que soporta su sistema productivo, a través de la alimentación del rebaño de vientres, de los reemplazos y de las crías en crecimiento. A mayor tamaño, mayor gasto, a menor tamaño, menor retorno por venta de producto. Tamaño equivale a peso.

Dr. Mario Briones L. 2001

Características importantes para el productor criancero

- **Producción lechera:** La producción lechera de los vientres determina las necesidades de alimentación en el periodo de crecimiento, es decir, es parte de los costos. También produce beneficios en la venta de las crías. La producción lechera se evalúa a través de los pesos ajustados de destete

Dr. Mario Briones L. 2001

Características importantes para el productor criancero

- **Rusticidad:** se relaciona con la capacidad de los animales para mantener su productividad, principalmente la reproducción, ante condiciones limitadas y cambiantes del ambiente (alimentación). Se relaciona con la producción lechera

Dr. Mario Briones L. 2001

Características importantes para el engordero

- **Tamaño:** los animales de mayor tamaño maduro son generalmente los más atractivos para la engorda, debido a que tienen mayor velocidad de crecimiento y mayor eficiencia de conversión de alimentos. También el mayor tamaño maduro se asocia con un menor porcentaje de grasa en la canal.

Dr. Mario Briones L. 2001

Características importantes para el engordero

- **Muscularidad:** el desarrollo muscular debe ser el adecuado para lograr una alta proporción de cortes de alto valor, con una adecuada infiltración grasa

Dr. Mario Briones L. 2001

Tipos de características

- Las características como las mencionadas, peso, producción lechera, fertilidad, pertenecen a un tipo denominado características métricas o cuantitativas, lo que significa que se pueden medir utilizando escalas como kilos, litros, porcentajes, etc.

Dr. Mario Briones L. 2001

Alternativas de producción

- **Utilizar una raza pura:** significa encontrar un tipo de animal que tenga todas las características en un nivel apropiado para los recursos del predio. No es fácil equilibrar entre las características que son positivas en los vientres y negativas en el producto. Por ejemplo, el peso

Dr. Mario Briones L. 2001

Alternativas de producción

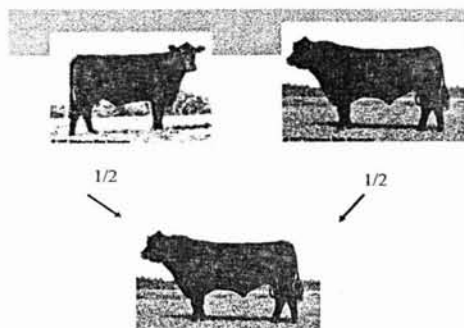
- **Utilización de cruzamientos o hibridismo:** significa normalmente emplear un tipo de vientre, puro o híbrido, que satisface los requisitos de peso, producción lechera y rusticidad y cruzarlo con un macho de una raza sobresaliente para las característica importantes en el producto: alto peso y buena conformación

Dr. Mario Briones L. 2001

Bases de los sistemas de cruzamiento

- **Aditividad:** significa que se busca una raza superior a la que tenemos para que la cría híbrida tome la mitad del valor genético de la madre y la mitad del valor del padre y presente un valor genético en el promedio de ambas. A mayor diferencia de los padres, mayor uso de la aditividad.

Dr. Mario Briones L. 2001

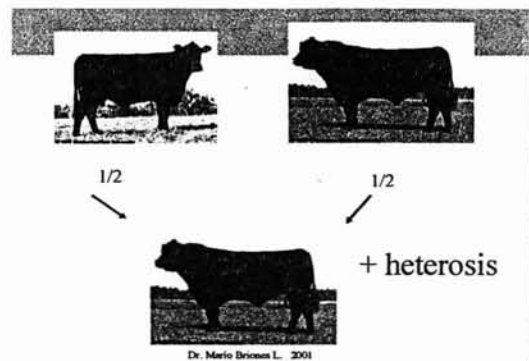


Dr. Mario Briones L. 2001

Bases de los sistemas de cruzamiento

- **Heterosis:** significa que en varias características como el peso, al cruzar dos razas la cría no tiene un valor genético en el promedio de los padres sino que un poco más alto: esta cantidad por sobre el promedio se denomina vigor híbrido. Es más alto en las características reproductivas, intermedio en las características de crecimiento y bajo en la canal

Dr. Mario Briones L. 2001



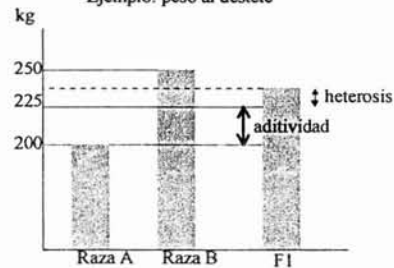
Bases de los sistemas de cruzamiento

- **Complementariedad:** es simplemente la utilización de razas con características diferentes y que en un sistema productivo se complementan para producir un máximo beneficio.

Dr. Mario Briones L. 2001

Aditividad + vigor híbrido

Ejemplo: peso al destete



Estrategias

- Uso de aditividad para elevar el nivel de la característica en las crías a un mayor nivel por efecto de un toro superior.
- El mismo cruzamiento anterior produce heterosis que beneficia a los productos por el hecho de ser híbridos (**heterosis individual**)

Dr. Mario Briones L. 2001

Estrategias

- Utilización de hembras híbridas, para utilizar la heterosis de las madres, que resulta en mejor fertilidad y habilidad (**heterosis materna**), y cruza de éstas con una tercera raza para obtener crías tri-híbridas (**heterosis individual**)

Dr. Mario Briones L. 2001

Cruzamiento absorbente

Hembra criolla x Toro Angus

↓
Hembra F1 x Toro Angus
(50:50)

↓
Hembra F2 x Toro Angus
(25:75)

↓
Hembra F3 x Toro Angus
(12.5:87.5)

Dr. Mario Briones L. 2001

Cruzamiento estático terminal

Hembra criolla x Macho Boer

↓
Machos y hembras F1
a la venta para carne

Machos F1 a venta
Hembras F1 para vientres

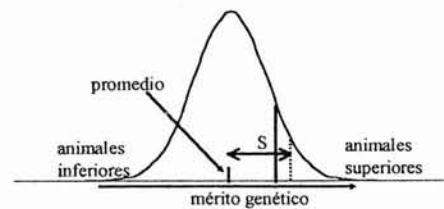
Dr. Mario Briones L. 2001

Programa de mejoramiento

- Se debe elaborar un programa completo de mejoramiento genético de las características más relacionadas con la rentabilidad:
 - Peso
 - Producción lechera
 - Rusticidad

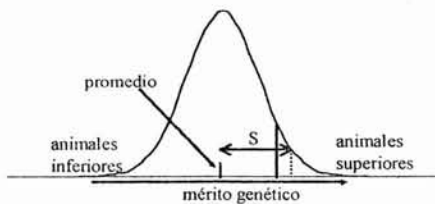
Dr. Mario Briones L. 2001

La distribución de los caracteres métricos



Dr. Mario Briones L. 2001

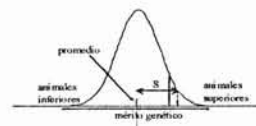
La distribución de los caracteres métricos



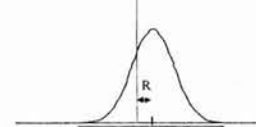
Dr. Mario Briones L. 2001

Respuesta a la selección

Generación 1



Generación 2



Dr. Mario Briones L. 2001

La superioridad de los individuos seleccionados se transmite a la siguiente generación proporcional a la heredabilidad de la característica

Ejemplo

Característica: peso de destete

Situación 1:

Promedio de la población: 200 kilos
Promedio de los individuos seleccionados: 210 kilos
Superioridad de los seleccionados: 210-200= 10 kilos

Situación 2:

Promedio de la población: 200 kilos
Promedio de los individuos seleccionados: 230 kilos
Superioridad de los seleccionados: 230-200= 30 kilos

Dr. Mario Briones L. 2001

Principios de selección

$$R = S \times h^2$$

Superioridad de los seleccionados

Respuesta a la selección

heredabilidad

Dr. Mario Briones L. 2001

heredabilidad

La heredabilidad es un valor que fluctúa entre cero y 1 e indica la proporción de la variabilidad de una característica que es heredable o transmisible.

En la práctica, indica en que grado una característica está influenciada por genes transmisibles.

La heredabilidad de las características reproductivas es baja (0-0.2).

La heredabilidad de las características de crecimiento es moderada (0.2-0.4).

La heredabilidad de las características de la canal es alta (0.4-0.6)

Dr. Mario Briones L. 2001

heredabilidad en la práctica

Por ejemplo: si la heredabilidad del peso al destete es de 0.35 (35%):

Animal A= 200 kilos Animal B= 230 kilos

← 30 kilos →

$30 \times 0.35 = 10.5$ kilos de la diferencia se deben a causas genéticas transmisibles, el resto se debe al ambiente.

Dr. Mario Briones L. 2001

Respuesta a la selección

Si el promedio de peso de destete es de 200 kilos en el rebaño y se seleccionan animales que tienen un promedio de 230 kilos, la respuesta a la selección será:

$$R = S \times h^2, \quad R = 30 \times 0.35 = 10.5$$

El promedio de peso al destete de la siguiente generación será:

Promedio de la generación anterior más la respuesta:

$$R = 200 + 10.5 = 210.5$$

Dr. Mario Briones L. 2001

Identificación de animales superiores

Fenotipo: expresión conjunta de genes y ambiente, por ejemplo: peso al año



En la diferencia entre el fenotipo de dos animales influyen los genes y el ambiente

Dr. Mario Briones L. 2001

Identificación de animales superiores

Causas por las cuales un individuo puede tener mejor fenotipo que otro:

Razones genéticas	
mejores genes	(transmisibles)
vigor híbrido	(no transmisible)
Razones ambientales	
mayor edad	(no transmisible)
mayor tiempo con la madre	(no transmisible)
madre mejor lechera	(no transmisible)
madre de varios partos	(no transmisible)
nacimiento temprano	(no transmisible)
se crió único	(no transmisible)
no se ha enfermado	(no transmisible)

Dr. Mario Briones L. 2001

Identificación de individuos superiores

La identificación de individuos superiores necesita de registros productivos y de su correcto análisis.

Por ejemplo, es posible eliminar algunos de los efectos ambientales para que permanezcan sólo las diferencias genéticas entre los individuos.

un ejemplo de esto es la estandarización de los pesos de destete a una edad fija

Dr. Mario Briones L. 2001

Identificación de animales superiores

Ejemplo: peso de destete ajustado a 205 días:

$$\text{Peso ajustado} = \frac{\text{peso al destete} - \text{peso al nacimiento}}{\text{cantidad de días entre nacimiento y destete}} \times 100 + \text{peso al nacimiento}$$

También se puede estandarizar pesos según número de partos de la madre, según tipo de crianza (único, mellizo), etc.

Dr. Mario Briones L. 2001

Identificación de animales superiores

La manera más efectiva de identificar animales superiores es observando sus crías en lo que se denomina una prueba de progenie.

Para esto es necesario cruzar los animales jóvenes con varias hembras, al azar. Luego se miden las características en las crías y se calcula la diferencia que esas crías tienen con el resto de la población. esa diferencia es debida a la superioridad (o inferioridad) genética del reproductor.

Dr. Mario Briones L. 2001

Identificación de animales superiores



Peso al destete de las crías del macho = 240 kilos

Peso al destete de la totalidad de las crías en la población o Rebaño = 200 kilos

Valor genético del macho para el peso al destete = + 80 kilos

Dr. Mario Briones L. 2001

Registros básicos para el mejoramiento

- Identificación
- Fecha de nacimiento
- Dificultad de parición
- Tipo de parto (único, mellizo)
- Sexo
- Peso al nacimiento
- Fecha de destete
- Peso al destete

Dr. Mario Briones L. 2001

LAS CARACTERISTICAS PRODUCTIVAS EN LOS BOVINOS DE CARNE

Dr. Mario Briones L.

Dr. Mario Briones L.

CARACTERES PRIMARIOS

TAMAÑO

TASA DE MADURACION

**PRODUCCION DE
LECHE**

CARACTERES SECUNDARIOS

**EFIC. REPRODUCTIVA
FAC. PARTO
MUSCULARIDAD
APT. ESTRUCTURAL
RESIST. PARASITISMO
ADAPTABILIDAD
TEMPERAMENTO
COLOR
CUERNOS**

RETORNO ECONOMICO EN PRODUCCION DE CARNE

Dr. Mario Briones L.



TAMAÑO : PESO CORPORAL

TAMAÑO

GANANCIA

MADUREZ

Dr. Mario Briones L.

TAMAÑO : PESO CORPORAL

 **TAMAÑO** **GANANCIA** **MADUREZ**

Dr. Mario Briones L.

TAMAÑO : PESO CORPORAL

 **TAMAÑO**  **GANANCIA** **MADUREZ**

Dr. Mario Briones L.

TAMAÑO : PESO CORPORAL

 **TAMAÑO**  **GANANCIA**  **MADUREZ**

Dr. Mario Briones L.

TAMAÑO : PESO CORPORAL



ETAPAS DEL CICLO PRODUCTIVO E IMPORTANCIA DE LOS CARACTERES

FASE 1: CRIANZA

ADAPTACION Y RESISTENCIA
 ALTA FERTILIDAD Y FACILIDAD DE PARTOS
 BAJO GASTO DE MANTENCION (TAMAÑO PEQUEÑO)
 PUBERTAD TEMPRANA
 PRODUCCION DE LECHE MODERADA
 LONGEVIDAD PRODUCTIVA

Dr. Mario Briones L.

ETAPAS DEL CICLO PRODUCTIVO E IMPORTANCIA DE LOS CARACTERES

FASE 2: ENGORDA O ACABADO

CRECIMIENTO RAPIDO Y EFICIENTE (GRAN TAMAÑO)
 ALTO RENDIMIENTO DE CANAL
 ALTA CALIDAD DE CANAL (BAJA PROPORCION DE GRASA)

Dr. Mario Briones L.

AGRUPACION DE RAZAS EN BASE A CRITERIOS BIOLOGICOS

	CRECIMIENTO Y TAMAÑO	RELACION GRASA MUSCULO	EDAD A LA PUBERTAD	PRODUCCION DE LECHE
JERSEY	1	1	1	1111
HEREFORD X ANGUS	11	11	111	11
SOUTH DEVON TARANTESA	1111	1111	11	1111
PARDO SUIZA GELVIEH SIMMENTAL	11111	11111	11	11111
LIMUSIN CHAROLAIS CHIANINA	11111	111111	11111	1

Dr. Mario Briones L.

CRUZAS AGRUPADAS EN TIPOS BIOLOGICOS EN BASE A CUATRO CRITERIOS PRINCIPALES Y PROMEDIOS PARA CARACTERES DE NACIMIENTO Y DESTETE. (CRUZAS DE MADRES HEREFORD Y ANGUS)

CRITERIO BIOLOGICO

GRUPO RACIAL	TASA DE CRECIMIENTO Y TAM. MAD.	PROPORCION GRASA MUSC.	EDAD A LA PUBERTAD	PROD. DE LECHE	N.UM. LARGO NAC.	DIFICULTAD DE PARTO (DIAS)	PERCENT (%)	PESO AL NACIM. (KG)	PESO AL DESTETE (KG)
JX	X	X	X	X X X X	302	282.9	2.9	82.3	31.1
HAX	XX	XX	XX	X X	962	284.0	2.9	97.3	35.7
SdX	XXX	XXX	XX	XXX	232	286.7	11.9	82.9	37.7
TX	XXX	XXX	XX	XXX	202	287.1	6.0	94.8	37.5
SwX	XX	XXX	XXXXX	XXX	325	294.0	6.2	94.3	36.0
BvX	XXX	XXX	XXXXX	XXX	349	291.7	10.0	93.5	40.9
BuX	XXXX	XXXX	XX	XXXX	253	295.0	6.4	97.2	38.8
GX	XXXX	XXXX	XX	XXXX	213	296.3	6.0	91.5	39.0
SX	XXXXX	XXXXX	XXX	XXXXX	369	287.3	14.9	86.1	40.3
MX	XXXXX	XXXXX	XXX	XXX	222	285.4	20.4	90.8	41.1
LX	XXX	XXXXX	XXXXX	X	371	289.2	9.4	91.7	38.9
CX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	X	362	287.0	18.4	86.5	41.1
CIX	XXXXX	XXXXX	XXXXX	X	238	287.5	11.8	91.1	40.5

J: JERSEY H: HEREFORD A: ANGUS Sd: SOUTH DEVON TX: TARANTESA Sw: SAHWA Bv: BRAHMAN
Bu: BROWN SMITH GX: GELVIEH SX: SIMMENTAL MX: MARZANO LX: LIMUSIN CX: CHAROLAIS CIX: CHIANINA

PROMEDIO DE GRUPOS RACIALES PARA CRECIMIENTO POSTDESTETE Y CARACTERES REPRODUCTIVOS EN VAQUILLAS.

GRUPO RACIAL	NUM.	TASA PESO 409 DIAS (1)	TASA PESO 550 DIAS (2)	TASA PESO A PUBERTAD (3)	EDAD A PUBERTAD	PORCENTAJE PREÑEZ 550 DIAS
JX	117	90	92	83	86	80.6
HAX	322	100	100	100	100	87.2
SdX	120	103	103	103	98	79.3
TX	85	103	103	100	98	96.2
Sw X	87	96	98	103	116	103.2
Bv X	103	103	108	114	120	98.2
BuX	126	103	104	99	93	83.0
GX	81	105	106	101	91	93.2
SX	157	106	107	107	100	80.4
MX	89	108	108	108	100	94.2
LX	161	102	100	109	108	76.2
CX	132	106	105	113	108	74.8
CIX	92	105	108	112	108	85.6

1: HA= 100= 308.3 KG 2: HA= 100= 350.2 KG 3: HA= 100= 282.1 KG
L. Cundiff: Exploitation and Experimental Evaluation of the World Cong. on Sheep and Beef Cattle Prod., 1982

**LOS SISTEMAS DE CRUZAMIENTO EN
LA
PRODUCCION DE CARNE BOVINA**

Dr. Mario Briones L

Dr. Mario Briones L. 2001

COMBINACION DE RAZAS

COMPLEMENTARIEDAD
ADITIVIDAD
VIGOR HIBRIDO

ALTA FERTILIDAD
+
ALTA GANANCIA

Dr. Mario Briones L. 2001

COMBINACION DE RAZAS

COMPLEMENTARIEDAD
ADITIVIDAD
VIGOR HIBRIDO

	RAZA A	RAZA B
peso al destete	200 k	240 k
		
peso al destete de las crías	220 k	

Dr. Mario Briones L. 2001

COMBINACION DE RAZAS

COMPLEMENTARIEDAD
ADITIVIDAD
VIGOR HIBRIDO

	RAZA A	RAZA B
peso al destete	200 k	240 k
	↓	↓
peso al destete de las crías	220	225 K
	→ 5 K	

Dr. Mario Briones L. 2001

ABSORCION

VACA CRIOLLA X



VACA F1 X
(50% CRIOLLO 50% ANGUS)



VACA F2 X
(25% CRIOLLO 75% ANGUS)



VACA F3 X
(12.5% CRIOLLO 87.5% ANGUS)

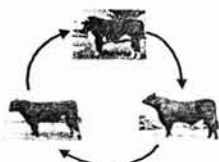


Dr. Mario Briones L. 2001

CRUZAMIENTO ROTACIONAL
DE DOS RAZAS

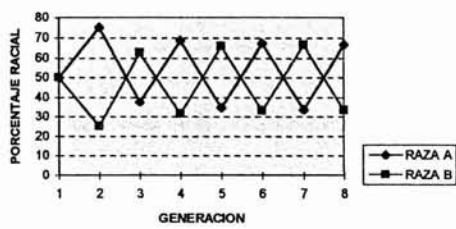


CRUZAMIENTO ROTACIONAL
DE TRES RAZAS



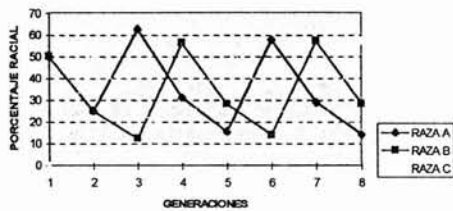
Dr. Mario Briones L. 2001

CRUZAMIENTO ROTACIONAL DE 2 RAZAS



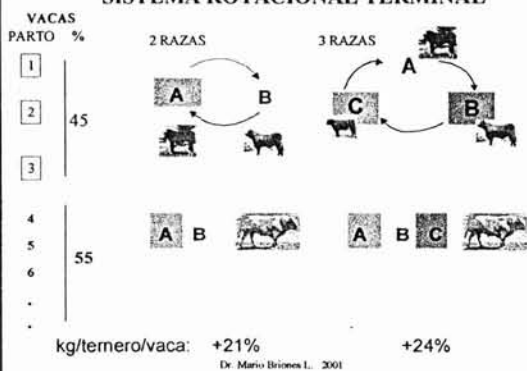
Dr. Mario Briones L. 2001

CRUZAMIENTO ROTACIONAL DE 3 RAZAS



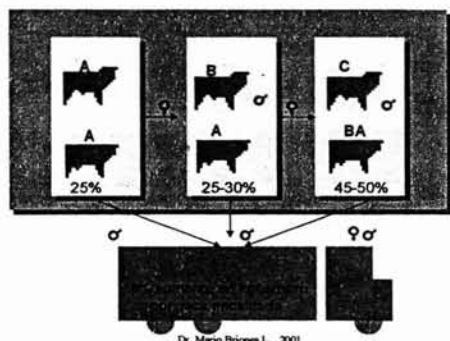
Dr. Mario Briones L. 2001

SISTEMA ROTACIONAL TERMINAL



Dr. Mario Briones L. 2001

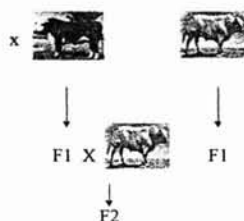
SISTEMA ESTATICO TERMINAL CERRADO



SISTEMA ESTATICO TERMINAL ABIERTO

LECHERIA

hembras en exceso
de reemplazo



CLASIFICACION SEGUN APTITUD PATERNA O MATERNA

Razas paternas	Razas maternas	Razas multipropósito
Blonde d'Aquitaine	Angus	Frisón europeo
Charolais	Ayrshire	Maine Anjou
Limusín	Brahman	Normando
Piamontés	Brangus	Pardo Suiza
	Devon	Saler
	Galloway	Santa Gertrudis
	Guernsey	Simmental
	Hereford	South Devon
	Jersey	
	Lincoln Red	
	Shorthorn	

Dr. Mario Briones L. 2001

DETERMINACION DE RAZA Y CRUZA SEGUN
RECURSOS DISPONIBLES

Menos de 50 vacas

1. Recursos mínimos: británica pura o cruce de británicas
2. Recursos medios: británica por continental
3. Recursos máximos: británica por lechera

Más de 50 vacas

1. Recursos mínimos: británica pura o tri híbrida británica
2. Recursos medios: británica x británica x continental
3. Recursos máximos: británica x continental x lechera

Dr. Mario Briones L. 2001



Razas de Ganado de Carne

Variabilidad Genética disponible para la Producción de Carne

Dr. Mario Briones L.



Razas Británicas

Habilidad Materna Alta Fertilidad Bajo Costo de Mantención

Dr. Mario Briones L.



Razas Británicas



Angus

© 1997 Oklahoma State University Dr. Mario Briones L.



Razas Británicas



Hereford

Dr. Mario Briones L.



Razas Británicas



Galloway

Dr. Mario Briones L.



Razas Británicas



South Devon

Dr. Mario Briones L.



Razas Británicas




Murray Grey

Dr. Mario Briones L.



Razas Británicas

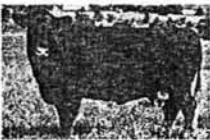



Red Poll

Dr. Mario Briones L.



Razas Británicas




Devon

Dr. Mario Briones L.



Razas Continentales Europeas

Crecimiento rápido

Alta calidad de canal

Dr. Mario Briones L.



Razas Continentales Europeas




Charolais

Dr. Mario Briones L.



Razas Continentales Europeas




Blonde d'Aquitaine

Dr. Mario Briones L.

Razas Continentales Europeas

Belgian Blue

Dr. Mario Briones L.

Razas Continentales Europeas

Maine Anjou

Dr. Mario Briones L.

Razas Continentales Europeas

Tarantesa

Dr. Mario Briones L.



Razas Continentales Europeas




Piamontés

Dr. Mario Briones L.



Razas Continentales Europeas



Normando

Dr. Mario Briones L.

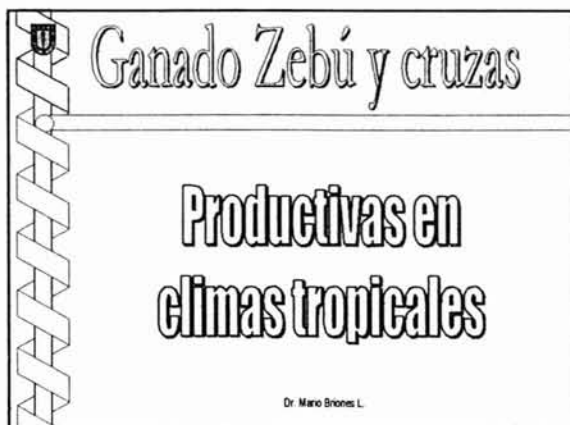


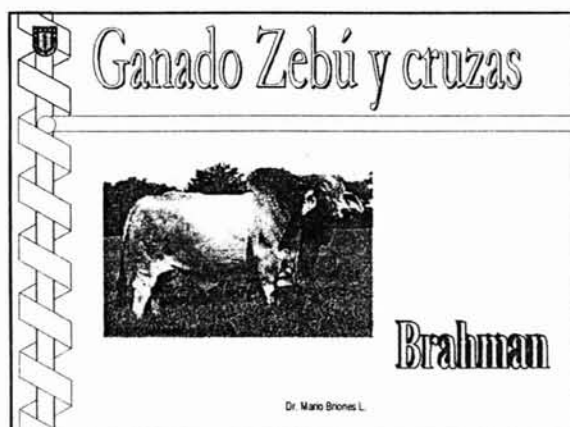
Razas Continentales Europeas




Simmental

Dr. Mario Briones L.

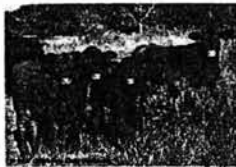








Ganado Zebú y cruzas




Santa Gertrudis

Dr. Mario Briones L.



Ganado Zebú y cruzas



Bradford

Dr. Mario Briones L.

Registros básicos para el mejoramiento

- En el rebaño:
 - Número de vacas encastadas
 - Numero de vacas paridas
 - Porcentaje de pariciones
 - Porcentaje de destete

Dr. Mario Briones L. 2001



PROGRAMA DE EXTENSION BOVINOS DE CARNE

Mejoramiento genético y reproductivo del rebaño

Mario Briones L. M.Vet. MSc.
Casilla 537 - Chillán Fono 42 208840 Fax: 42 270212

Email: mabrione@udec.cl

Definiciones y utilización de un catálogo de reproductores.

Los catálogos de reproductores son producidos y publicados por las asociaciones de criadores para proporcionar evaluaciones genéticas actualizadas de toros probados sobre la base de su progenie, dentro de la raza. El formato de los catálogos de reproductores puede variar entre una y otra raza, todos ellos utilizan el procedimiento de mejor predicción lineal insesgada para producir valores esperados de progenie con registros legítimos. Un valor de **EPD** es siempre la mejor estimación de valor genético de un animal con los datos disponibles para análisis. Los catálogos de reproductores son comparables a un catálogo de partes donde un productor con orientación a una meta puede encontrar los animales o líneas de animales con los componentes o "partes" genéticas necesarias para alcanzar sus metas.

Diferencia esperada de la progenie.

Los **EPDs** proporcionan una herramienta de comparación genética del ganado que puede ser utilizada en los rebaños finos y en los rebaños comerciales. Los valores de **EPD** expresan el mérito genético relativo de varias características del rebaño de carne. Se utilizan para comparar el comportamiento esperado de la progenies de toros (o vacas) dentro de una raza, independientemente de la edad o ubicación del rebaño.

Los **EPDs** se expresan en la unidad de medición del carácter. En otras palabras, los **EPDs** para peso de nacimiento, peso de destete o peso al año se expresan en libras o kilos. Los **EPDs** para perímetro escrotal se expresan en centímetros y los de estatura (a la cadera) generalmente se expresan en pulgadas.

En la tabla 1 se comparan los **EPDs** de los toros A y B.

Tabla 1: **EPDs** para peso al nacimiento y crecimiento de dos toros

Toro	EPD, lbs		
	BW	WW	YW
A	+1.8	+9	+13.5
B	-0.9	+2.3	+9
Diferencia	2.7	6.7	4.5

BW: Peso al nacimiento, WW: Peso al destete, YW: Peso al año

Estos **EPDs** no significan que el toro A aumentará el peso de nacimiento de los terneros de un rebaño en 1.8 kilos, ni que agregará 9 kilos al peso de destete y 13.5 kilos al peso al año. Estos valores sólo permiten predecir la diferencia en los pesos promedios de los terneros hijos de estos toros, si ambos fuesen cruzados con el mismo grupo de vacas. Al comparar los hijos de estos toros, podríamos esperar que los terneros del toro A tengan un promedio

de peso al nacimiento de 2.7 kilos más al nacimiento, 6.7 kilos más en promedio al destete y 4.5 kilos más al año de edad, comparados con los terneros hijos del toro B.

Además del valor numérico del **EPD**, en la evaluación genética de los toros de una raza determinada, se calcula un valor de exactitud (ACC, que fluctúa entre 0 y 1). Esta es una medida de la seguridad con la que el valor obtenido refleja el valor genético verdadero del animal. Como los valores de **EPD** se calculan utilizando el comportamiento individual, el comportamiento de progenitores y hermanos, en la medida que aumenta la información utilizada, la exactitud del valor de **EPD** o su confiabilidad, también aumentan. Cuando un **EPD** presenta un valor bajo de exactitud (0.1-0.3), significa que probablemente no se ha incluido información de la progenie y es más susceptible de cambiar cuando aparezca una nueva evaluación, con mayor información de progenie. Por otra parte, cuando los valores de exactitud son altos (0.8-0.99), significa que ya se ha utilizado gran cantidad de información de crías del toro y hay pocas probabilidades de que su valor de **EPD** cambie bruscamente entre una y otra evaluación.

Grupos contemporáneos.

Una ubicación apropiada de los terneros, en grupos contemporáneos, es la clave para una evaluación genética apropiada. Un grupo contemporáneo es simplemente un grupo de animales del mismo sexo que se han criado en el mismo ambiente y que se han pesado en las mismas condiciones. Al comparar el comportamiento real de los animales es importante que esta comparación sea hecha con animales del mismo grupo contemporáneo. Se requieren evaluaciones más sofisticadas para comparar individuos de diferentes grupos contemporáneos. Los programas de evaluación de una raza realizan esto evaluando un gran número de grupos contemporáneos que tengan más de un toro representado y luego unen estos grupos a través de toros comunes. El uso creciente de la inseminación artificial ha mejorado la capacidad de ligar estos grupos contemporáneos y ha influido positivamente en la exactitud de las determinaciones de **EPD**. Es importante que los productores formen e identifiquen apropiadamente los grupos contemporáneos en su programa de evaluación intra rebaño, para asegurar una correcta evaluación entre rebaños.

Las condiciones a observar para realizar una correcta formación de grupos contemporáneos son las siguientes:

1. Los animales deben ser del mismo sexo.
2. Deben ser de edades similares (no mas de 90 días de dispersión en las fechas de nacimiento).
3. Los animales deben ser manejados juntos y deben haber recibido las mismas oportunidades (similar tiempo en pastoreo, mismo alimento, mismas fechas de pesaje, etc).

Características y definiciones.

Lo principal en un catálogo de reproductores es el listado de los animales, con su valor de **EPD** y su exactitud. Debido a que en algunas asociaciones de criadores analizan características diferentes y presentan los valores de **EPD** con formatos diferentes, se presenta un ejemplo con caracteres comunes en los catálogos y su formato básico.

Tabla 1: Caracteres y definiciones

Toro ¹	Peso al nacimiento ²		Peso al destete ³		Leche		Destete materno	Peso al año	
	EPD	Acc	EPD	Acc	EPD	Acc	EPD	EDP	Acc
Toro A	+5	.95	+28	.90	+10	.70	+24	+46	.85
Toro B	+1.5	.70	+20	.60	+3.0	.15	+13	+34	.50

¹Información del toro: Los toros están listados por sus nombres de registro. También se presenta información como el número de registro, fecha de nacimiento, padre, madre del padre, criador y propietario actual.

²Peso de nacimiento: El peso de nacimiento está relacionado con la facilidad de parto. Un **EPD** alto para peso al nacimiento generalmente indica partos más difíciles.

³Exactitud: Es un indicador de la confiabilidad del valor de **EPD**. Cuando un toro tiene un valor alto de exactitud significa que se han reunido más registros de la progenie.

⁴Peso al Destete: Refleja el crecimiento predestete.

⁵Leche: El **EPD** de leche refleja la capacidad lechera de las hijas del toro, expresada en libras de temero destetado.

⁶Peso destete materno: Este valor de **EPD** predice la diferencia en peso de destete de las hijas del toro debida a la combinación de crecimiento y capacidad lechera. Es igual a la mitad del **EPD** de Peso de Destete más el **EPD** de leche.

⁷Peso al año: Este valor de **EPD** refleja diferencias en el peso ajustado de 365 días en la progenie de toros distinto y es el mejor estimador del crecimiento total.

Aunque al analizar los datos de una asociación de criadores todos los animales en la base de datos terminan con un cálculo de **EPD**, en los catálogos generalmente se publica sólo la lista de los toros activos con un nivel mínimo de exactitud. También en ocasiones se publica un suplemento a la lista principal con los toros jóvenes que no cumplen con el requisito de nivel de exactitud.

Cambios posibles.

Es importante comprender que un valor de **EPD** es una predicción de la capacidad que tiene un individuo de transmitir valor genético en una característica determinada. Como en toda predicción, existe un margen de error o posibilidad de cambio en el valor de **EPD**. Cuando la exactitud es baja este margen de error es alto. En la medida que se agregan al análisis de un toro más valores de sus crías, el margen de error se hace más pequeño. Muchas asociaciones de criadores publican una tabla de cambios posibles en los valores de **EPD** de los toros de la raza, como en el siguiente ejemplo para un toro Limusín.

Lo que esta tabla dice es que se espera que el 67% de los toros tengan **EPD** reales que caigan en el rango del valor de **EPD** más o menos el posible cambio de valor y que el 95% tenga valores dentro del rango del **EPD** más o menos dos veces el valor posible de cambio.

Tabla 3: Cambios posibles en valor (+) para EPDs de toros Limusín

	EPD peso al nacimiento	EPD peso al destete	EPD peso al año	EPD leche
Exactitud				
0.10	2.9	15.9	23.8	15.6
0.30	2.2	12.3	18.4	12.1
0.50	1.6	8.8	13.1	8.7
0.70	1.0	5.3	7.9	5.2
0.90	0.4	1.8	2.8	1.7

Por ejemplo, si un toro Limusín tiene una estimación de +12 libras con una exactitud de 0.50, tenemos una certeza de 67% de que su **EPD** real es entre 3.2 y 20.8. Si tiene un **EPD** de +12 y su exactitud es de 0.90, tenemos una certeza de 67% de que su **EPD** real está entre 10.2 y 13.8.

Las tablas de cambio posible son una excelente herramienta de manejo de riesgo. Mientras que no se puede garantizar un mínimo o un máximo para el valor de **EPD** de un carácter dado, se puede reducir el riesgo de utilizar un **EPD** que caiga fuera del rango definido como aceptable. Por ejemplo, si se está evaluando toros con un valor de exactitud de 0.70 y se necesita una certeza de 95% de que el **EPD** de lecho no caerá por debajo de 0.0, se debe utilizar toros que tengan un mínimo de **EPD** de +10.4 libras (el doble de cambio posible de 5.2). Para obtener el mismo riesgo de manejo con un toro con exactitud de 0.90 el **EPD** mínimo para leche debería ser +3.4 libras.

Tendencia genética.

En la medida que los criadores dentro de una raza ponen énfasis en varias características para construir sobre las fortalezas o solucionar las debilidades de sus animales, se va estableciendo una tendencia genética en la raza. Muchas asociaciones de criadores presentan su tendencia genética en las primeras páginas de sus catálogos de reproductores. Esto lo pueden hacer ya sea mostrando los promedios de **EPD** por año de nacimiento en una tabla (como la tabla 4) o bien graficando estos valores.

La evaluación de la tendencia de los valores de **EPD** en varias generaciones pasadas puede ser muy útil cuando se determinan las direcciones futuras, ya que indican como ha venido comportándose la raza, hacia donde apunta y que tan rápido se producen los cambios.

Tabla 4: Tendencia en los EPDs en Hereford según año de nacimiento (libras)

Año	EPD peso al nacimiento	EPD peso al destete	EPD peso al año	EPD leche
1975	0.0	0.0	0.0	0.0
1980	0.6	5.5	8.6	0.6
1985	1.8	12.9	20.7	0.8
1990	3.2	20.3	32.9	0.3

En la tabla se observa que desde 1985 a 1990 la raza Polled Hereford ha aumentado el promedio de **EPD** para peso al nacimiento en 1.4 libras, el de peso al destete en 7.4, el peso al año en 12.2 y ha disminuido el **EPD** de leche en 0.5 libras. Esto está indicando una presión de selección bastante intensa en el crecimiento con poco o ningún énfasis en la producción de leche, durante este periodo.

EPDs promedio de la raza.

La mayor parte de las asociaciones de criadores publican los valores promedio de **EPD** de los toros de su raza al inicio del catálogo. Es importante comprender que un valor de 0.0 no significa promedio de la raza. Las diferencias en tendencia genética y diferencias en el punto base de cálculo de los **EPDs** han movido el **EPD** promedio de varias características en algunas razas bastante por sobre cero.

Para los productores que están evaluando animales en más de una raza es importante comprender que los valores de **EPD** no son comparables entre razas. Un valor alto en una raza para un carácter no indica superioridad de la raza para ese carácter. Es más que nada un reflejo de la tendencia genética y del punto base para el cálculo de esa raza.

Además de los promedios de los toros, varias asociaciones de criadores publican el promedio racial de valores de **EPD** de la última generación de animales aún sin crías. Esto permite a un productor que está buscando sólo entre los individuos jóvenes sin crías, el

determinar más rápidamente su comparación con animales de edad similar. Por ejemplo, si un toro Angus joven con un **EPD** de peso de destete de +8 libras se compara con todos los toros Angus (**EPD** promedio= 7.4), aparecería sobre el promedio de la raza para esta característica. Sin embargo, si se le compara con los otros toros jóvenes sin progeñe, de la misma raza Angus (**EPD** promedio= 20.0), está bastante por debajo del promedio de los animales de su misma edad.

Distribución y percentiles.

Otra herramienta que varias asociaciones incluyen en su resumen son las tablas o gráficos de distribución de **EPD** o rango de percentiles. Estas tablas permiten a un productor evaluar rápidamente la posición de un toro dentro de la raza para un carácter dado (1% superior, 5% superior, 20% superior, etc.). La tabla de rango de percentiles es también una excelente herramienta para selección de caracteres múltiples. Por ejemplo, si un productor desea poner un fuerte énfasis en el peso al nacimiento (dificultad de pariciones) y producción lechera, manteniendo simultáneamente un promedio racial de crecimiento, él podría utilizar la tabla para identificar los **EPDs** necesarios en el 5% de la raza para el peso al nacimiento y peso al destete y en el 50% superior de la raza para pesos al destete y al año.



PROGRAMA DE EXTENSION BOVINOS DE CARNE

Mejoramiento genético y reproductivo del rebaño

Mario Briones L. M.Vet. MSc.

Casilla 537 - Chillán Fono: 42 208840 Fax: 42 270212

Email: mabrione@udec.cl

Selección de toros para el rebaño comercial

La selección de toros es la base para construir un rebaño de carne rentable. En la mayoría de los rebaños comerciales los toros son comprados y las vaquillas de reemplazo se seleccionan dentro del rebaño. El padre y la madre contribuyen en un 50% a la composición genética de cada ternero. La mitad de la contribución de la madre a su ternero proviene, a su vez, de su propio padre y un cuarto de su abuelo materno. Por esta razón, un 87.5% del material genético de un ternero proviene de 3 toros que se han comprado fuera del rebaño. Esta selección de toros es entonces la principal herramienta disponible para los productores en su propósito de cambiar el potencial genético de un rebaño.

La selección de toros puede y debe ser más exacta hoy en día. Las asociaciones de criadores han desarrollado programas que usan la información de comportamiento de los parientes de un toro, además de su propio comportamiento, para producir valores de **EPD** (Diferencias Esperadas de la Progenie). En esta sección se discuten métodos para usar esta información y los principios que deben ser utilizados al seleccionar toros para uso en monta natural.

Selección de toros.

Existen dos modos básicos de producir mejoramiento genético en un rebaño comercial de carne, uno es el hibridismo y el otro la selección. El propósito del hibridismo, como ya se analizó, es producir heterosis (o vigor híbrido). Un buen programa de cruzamientos es importante para mejorar los caracteres reproductivos y algunos productivos, como el crecimiento. La selección de animales superiores es más efectiva para cambiar características productivas y características de la canal. Un buen programa de mejoramiento para un rebaño comercial debe incluir un programa organizado de cruzamientos y la selección de toros superiores dentro de las razas elegidas.

El sistema de cruzamiento afecta el tipo de toro que se necesita. En un sistema rotacional las vaquillas son retenidas para producir reemplazos. En estos casos se usan razas de propósito general y de tamaño parecido.

El temperamento, la facilidad de parto, el tamaño moderado, la fertilidad, habilidad materna y la ganancia son todos importantes criterios para la selección de toros.

En un sistema de cruzamientos terminales se utilizan toros de razas grandes y alto crecimiento sobre vacas más pequeñas y los terneros son vendidos para engorda. El crecimiento y las características de la canal son en este caso muy importantes, mientras que las características maternas no lo son, debido a que no se retienen vaquillas para reemplazos.

Se debe planificar el sistema de cruzamientos antes de seleccionar los toros individuales.

Una vez que el sistema de cruzamiento planificado está establecido y se ha determinado el tipo de toro, llega el momento de decidir donde se comprará. Considere sólo los criaderos con buena reputación y donde puedan proporcionarle el máximo de registros de comportamiento. Los registros de comportamiento y los pedigrees son sólo tan buenos como la integridad del vendedor. El criador debería entregar los resultados de exámenes de fertilidad potencial y garantizar la calidad y fertilidad de los toros.

Crecimiento y facilidad de parto.

Normalmente, los pesos de nacimiento, destete y al año se usan para evaluar los reproductores. Los pesos reales o ajustados ayudan a comparar toros dentro del mismo grupo contemporáneo (grupo de animales del mismo rebaño, año y estación, criados juntos y en las mismas condiciones). No se puede comparar pesos reales o ajustados de toros criados en diferentes grupos contemporáneos, debido a diferencias en las condiciones ambientales como alimentación y clima. Las tasas de peso dentro de rebaño pueden utilizarse para comparar toros en el mismo grupo contemporáneo. Una tasa de 100 significa que ese toro está justo en el promedio de su grupo contemporáneo. Una tasa de 110 significa que el toro fue un 10% superior al promedio del grupo. Las tasa tampoco permiten comparar entre toros de rebaños diferentes. Por otra parte, los **EPD** calculados con toros de diferentes rebaños son válidos para comparar entre animales de diferentes predios. El valor de **EPD** de un toro para una característica es más valioso que su peso, peso ajustado o tasa. Los **EPDs** toman en cuenta no sólo las diferencias de grupo contemporáneo y de rebaño, también incluyen información de los parientes de un toro así como su comportamiento individual.

La mayor parte de las asociaciones de criadores en USA tienen programas nacionales de evaluación.

Una alta tasa de crecimiento tiene una obvia importancia en un rebaño comercial, pero se debe tener cuidado con las correlaciones genéticas entre los pesos de nacimiento, de destete, al año y maduro. La selección de animales que tengan altos valores de **EPD** para peso al destete y peso al año, sin considerar otras características, terminará, lo más probable, con dificultades de parición y vacas de gran tamaño, con alto gasto de alimento en mantención. Esta importante característica que es la tasa de crecimiento, rara vez se puede maximizar sin que haya que sacrificar comportamiento de otras características importantes. Se deben definir estándares mínimos aceptables para el crecimiento y buscar toros que combinen este crecimiento aceptable con otras características que son necesarias en el rebaño.

La facilidad potencial de los partos se evalúa de la mejor forma mediante los **EPDs** de peso al nacimiento y facilidad de parto. El peso de nacimiento explica la mayor parte de la variación en la dificultad del parto de un grupo de vacas de la misma edad y tamaño. Debido a que el peso de nacimiento está influenciado por la edad de la madre y la nutrición, los pesos reales pueden conducir a error. Los **EPDs** de peso al nacimiento son mucho más precisos para comparaciones entre rebaño. Algunas razas informan **EPD** para facilidad de parto, además del **EPD** para peso al nacimiento. El rango aceptable de **EPDs** para facilidad de parto y peso al nacimiento en diferentes razas depende del tamaño de la vaca a cubrir.

La selección de toros con bajo **EPD** para peso al nacimiento es de gran importancia cuando estos toros se van a usar con vacas pequeñas o con vaquillas al primer encaste. Debido a

que existe una correlación positiva entre los pesos de los animales en todos los momentos de su vida, se debe hacer sacrificios en el crecimiento para permanecer en un rango aceptable de dificultades de parición y pesos al nacimiento.

Los **EPDs** permiten comparaciones válidas de todos los toros de la misma raza pero no entre toros de diferentes razas. Esto es debido a que las razas tienen todas diferentes promedios de comportamiento, diferente año de base y diferentes procedimientos de evaluación. También se debe tener en cuenta que un toro con **EPD** igual a cero, rara vez está en el promedio. En la mayoría de las razas el cero corresponde al promedio de algún grupo base de animales. Es posible encontrar toros con **EPD** positivo para peso de destete y peso al año que en realidad están por debajo del promedio de todos los toros de jóvenes de esa raza. Los resúmenes o catálogos de las asociaciones incluyen los promedios actuales de las razas e información acerca de cómo utilizar los **EPDs**.

Comportamiento materno.

El comportamiento materno se expresa generalmente en términos de producción lechera. En un sentido amplio, esta característica toma en cuenta más aspectos de la vaca que sólo la producción lechera. También se incluyen características como el instinto y el comportamiento en la parición y existen grandes diferencias entre las razas en cuanto a la habilidad materna. Por esta razón, el diseño de un programa de cruzamiento y la selección de las razas son procesos muy importantes. Dentro de una raza en particular, también puede haber diferencias en la habilidad materna entre hijas de diferentes toros.

La mejor evaluación de la habilidad materna de una raza es el **EPD** para leche. La producción lechera de la vaca no se mide directamente en un programa de carne, sino que en términos de cómo afecta el peso de destete de los terneros. Un valor de **EPD** de leche para un toro es una estimación de las libras o kilos de terneros producidos por las hijas del toro y debidas a la producción lechera de éstas. Por ejemplo, el toro A tiene un **EPD** para leche de +5 kg. y el toro B tiene un **EPD** de +2 kg. Si el resto de los factores es similar, las hijas del toro A deberían producir terneros que sean 3 kg. más pesados que los terneros que destetan las hijas del toro B, debido a su mayor producción lechera.

En la medida que aumenta la producción lechera de una vaca, aumentan sus requerimientos de energía y proteína. Aumentar la producción de leche de un rebaño sin entregar la alimentación necesaria, puede conducir a una disminución en la tasa de concepción. Por esta razón, se debe elegir un rango de **EPDs** para producción lechera dentro del rango de condiciones de alimentación del predio.

Marco corporal y muscularidad.

El marco corporal y la muscularidad son características altamente heredables y en los mercados de alto grado de organización tienen un gran efecto sobre el precio de los animales antes de entrar a la engorda.

El marco corporal y la muscularidad del toro deben calzar con estas mismas características en el rebaño de vientres, de modo de producir animales que tengan un buen valor de mercado y reemplazos que se comporten bien en el ambiente del rebaño.

El marco corporal proporciona una estimación de la tasa de madurez, el tamaño maduro y el grado de desarrollo de cortes a un peso vivo determinado del animal. El marco corporal es evaluado ya sea visualmente o medido en términos de la estatura a la cadera ajustada a una edad estándar.

Los novillos de mayor marco ganan peso de manera más eficiente y con menos tejido graso que novillos de marco corporal más pequeño, a un peso dado. Por otra parte, la industria de la carne en muchos países discrimina en contra de las canales muy livianas o muy pesadas.

Además, en la medida que son más deseables los novillos de marco corporal grande, las hembras del rebaño con mayor marco corporal pueden alcanzar la pubertad más tardíamente y pueden necesitar más alimento para su gasto de mantención. Por esta razón, un aumento en el marco corporal del rebaño de vientres sin un aumento en el alimento proporcionado se traduce generalmente en una caída en la eficiencia reproductiva.

La muscularidad se determina normalmente por apreciación visual. Mientras que terneros livianos pueden ser castigados en la comercialización y resultar en un bajo grado de desarrollo de cortes, los animales con musculatura extremadamente pesada pueden estar afectados por problemas estructurales y reproductivos. Se debe evaluar la muscularidad del rebaño de vientres y determinar la muscularidad que se necesita antes de seleccionar el toro.

Corrección estructural.

Cualquier consideración acerca de la contribución genética potencial de un toro a un rebaño no tiene sentido si éste no tiene una corrección estructural y física que le permita encontrar las vacas en calor y cubrirlas. Esta característica de correcta estructura del toro no se da como una unidad sino que está compuesta por varios factores.

Los ejemplos más comunes de problemas de corrección son malas patas, pezuñas de paloma y prepucio colgante. Es importante evaluar críticamente los toros jóvenes, ya que con el tiempo sus problemas sólo tenderán a acentuarse en la medida que se hacen mayores y más pesados.

La mejor inspección de la corrección de un toro se hace desde el suelo hacia arriba. Se debe inspeccionar sus patas, pezuñas, talones, cañas, rodillas, nudos, prepucio y testículos. También se deben observar sus movimientos y se debe apreciar si pisa de modo equilibrado sobre cada pezuña.

Muchos problemas estructurales son heredables y deberían ser motivo para no seleccionar un toro cuyas hijas tendrán la posibilidad de convertirse en reemplazos del rebaño. También se pueden tolerar problemas estructurales menores en un toro terminal, en tanto no afecten su longevidad ni su capacidad para cubrir vacas. Este nivel de tolerancia debe ser determinado antes y no durante la inspección de un toro para su compra.

La evaluación visual de la corrección estructural de un toro también proporciona la oportunidad para evaluar el temperamento del animal. El temperamento es heredable y un toro con mala disposición no sólo produce problemas por sí mismo sino que también producirá hijas que complicarán el manejo del rebaño.

Fertilidad.

Se puede obtener una buena predicción de la fertilidad de un toro mediante un examen completo de fertilidad potencial, que debe incluir un examen de semen, medición del perímetro escrotal y examen físico del tracto reproductivo. El productor comercial no debe dudar en exigir al criador un resultado de examen reproductivo en todos los toros a evaluar.

Aunque es obvia la importancia de una producción de semen viable en gran cantidad, se debe tener precauciones en la interpretación del resultado del examen de toros jóvenes (12 a 15 meses). La producción de células espermáticas es un dato significativo pero la no producción de semen de buena calidad en el primer examen de un toro joven no es un

resultado concluyente. En un toro de esta edad el examen debe ser repetido después de unos días de reposo (incluso varias semanas si el toro tiene menos de 13 meses). Con frecuencia producen semen de buena calidad al ser examinados nuevamente. La extensión normal del pene, libre de adherencias prepuciales, y la ausencia de pus en el eyaculado son motivos que ya justifican el examen de semen en un toro joven.

También se debe poner como meta seleccionar un mínimo de perímetro escrotal y se deberá evitar elegir toros por debajo de ese mínimo. Este perímetro es una medida fácil de tomar y un buen indicador del volumen de eyaculado y del porcentaje de espermatozoos normales. Además, se ha demostrado que existe una fuerte correlación genética entre el perímetro escrotal de los toros y la característica de fertilidad de sus hijas, medida a través de su edad a la pubertad. El perímetro escrotal de un toro al año de edad debería ser como mínimo de 30 centímetros.

Otro componente importante de la fertilidad del toro es la libido o deseo sexual, aunque tiene poca correlación con otras características como la calidad seminal y el perímetro. Al registrar un puntaje de libido en pruebas experimentales en toros de año, se ha podido comprobar más tarde diferencias en las tasas de concepción de esos toros, en directa relación con su mayor o menor libido. Una manera fácil de evaluar esta característica es, antes del encaste real, poner el toro en contacto con un pequeño grupo de hembra ciclantes y observar si se comportan tímidamente, si son agresivos, si muestran preferencia por una sola vaca en calor ignorando a otras o si tienen una mala orientación en la monta. Este tipo de toros produce menos terneros y constituye un costo adicional para el productor de crianza.

Combinando todos los factores.

La selección del toro depende del tipo de vacas a cubrir y de los objetivos del productor. El mejor toro para un rebaño no necesariamente es el mejor para otro. Los siguientes ejemplos ilustran el efecto de la condición del rebaño sobre la selección del toro.

Productor 1. Tiene un rebaño pequeño de vacas híbridas. Trabaja en la ciudad durante el día y tiene poco tiempo para preocuparse de los animales. Tiene condiciones forrajeras promedio e instalaciones limitadas y debe usar el mismo toro sobre vaquillas y vacas maduras. Para este productor tiene gran importancia la facilidad de pariciones por lo que es necesario observar el **EPD** para peso al nacimiento y deberá aceptar alguna restricción en el peso al destete y en el peso al año para favorecer el bajo peso de nacimiento. Con su producción forrajera la producción lechera que debe mantener variará de moderada a baja y deberá evitar los extremos en marco corporal. Con sus limitaciones en construcciones el temperamento del toro también es una característica importante.

Productor 2. Tiene un rebaño de tamaño medio con vacas híbridas de marco corporal intermedio que se comporta bien con sus condiciones de manejo. Tiene buenas condiciones de forraje y necesita un toro para cubrir vacas maduras en un sistema de cruzamiento rotacional. Este productor debería equilibrar valores moderados de **EPD** para peso al nacimiento con mayores **EPDs** para peso al destete y peso al año. Deberá aceptar mayores pesos de terneros que el productor 1, para lograr conseguir pesos de destete y al año superiores. Como dispone de buenas praderas puede utilizar valores moderados de **EPD** para leche. Ya que sus vacas se están comportando bien en las condiciones ambientales,

debería elegir un toro con similares características de marco corporal y muscularidad a las vacas.

Productor 3. Tiene un rebaño grande de vacas de marco corporal medio y planea cruzar algunas de sus vacas maduras a un toro terminal. Todos estos terneros irán a un feedlot. Este productor querrá maximizar los pesos de destete y al año. El tendrá una mayor tolerancia a altos pesos de nacimiento que los productores 1 y 2 pero aún deberá evitar los valores extremadamente altos de peso al nacimiento. Ya que todas las vaquillas irán a feedlot, el valor de **EPD** para leche no es importante en el toro. Es deseable un marco corporal grande y gran desarrollo muscular.



PROGRAMA DE EXTENSION BOVINOS DE CARNE

Mejoramiento genético y reproductivo del rebaño

Mario Briones L. M.Vet. MSc.

Casilla 537 - Chillán Fono: 42 208840 Fax: 42 270212

Email: mabrione@udec.cl

Selección de vaquillas de reemplazo.

Se deben considerar los siguientes caracteres al seleccionar vaquillas de reemplazo:

1. Crecimiento temprano (peso al destete y peso al año).
2. Pubertad temprana.
3. Fertilidad.
4. Facilidad de parición.
5. Habilidad lechera.
6. Corrección estructural.
7. Temperamento.
8. Capacidad de engorda.
9. Muscularidad.
10. Marco corporal.

Crecimiento temprano- Pesos al destete y al año.

Históricamente muchos productores seleccionan sus vaquillas para reemplazo entre aquellas que tienen los pesos reales de destete más alto. Esto es por dos razones: (1) las vaquillas más grandes tienden a ser mayores, lo que significa que ellas son productos de vacas que paren temprano; (2) mientras más grande es la vaquilla, tiende a ser mejor productora de leche como vaca.

Sin embargo, existe algún riesgo en la selección de vaquillas extremadamente pesadas. Si está sobre engrasada, su producción lechera podría estar reducida debido a depósitos de grasa en la glándula mamaria en desarrollo. Más aun, las vaquillas que ganan peso muy rápidamente pueden tener un leve desbalance endocrino (hormonal) que podría disminuir su fertilidad. Siempre es posible encontrar casos en los cuales la vaquilla más pesada en el grupo de encaste no es la vaca con los niveles de productividad más altos. No obstante, un productor comercial de carne vende peso. Las investigaciones han demostrado que el peso del ternero está relacionado estrechamente con eficiencia biológica (kilos de ternero producido por kilo de **TND** - Total de Nutrientes digestibles - consumido por la unidad vaca- ternero). Sin embargo, se debe tener en mente que en la medida que se aplica una presión de selección intensa sobre el peso, en forma continuada, pueden presentarse 3 problemas: (1) mayores pesos de nacimiento, (2) mayores pesos maduros de las vacas con un aumento en los requerimientos de mantención que pueden ser demasiado altos y (3) novillos que se terminan a pesos mayores que el óptimo en la mayoría de los mercados (495 a 600 kg.).

El peso de destete y el peso al año son características de heredabilidad (transmisibilidad) moderada a alta (0.25 a 0.50) lo que significa que la selección de animales de alto crecimiento temprano es efectiva. Como guía, las vaquillas con tasa de peso de destete

inferior a 90% (promedio de rebaño 100%) deberían ser candidatas a eliminación. En un rebaño de raza pura se debería utilizar el valor de **EPD** para peso de destete y peso al año como herramientas de selección en cuanto a crecimiento.

Pubertad temprana.

Mientras más temprano comienza a ciclar una vaquilla, mejores son sus posibilidades de preñarse en una fecha que le permitirá parir a los 24 meses de edad. La pubertad temprana tiene heredabilidad moderada a alta y parece estar positivamente relacionada con la eficiencia reproductiva futura de la vaquilla.

La investigación en el Centro de Investigación de la Carne de los Estados Unidos (US MARC) ha demostrado que la edad a la pubertad tiene un rango entre los 11 a 14 meses a través de varios tipos raciales. También existe una tendencia en que las vaquillas de los tipos de alta producción lechera y baja proporción de tejido magro tienden a presentar la pubertad más temprano que las vaquillas de tipos raciales de baja producción lechera y alta proporción de tejido magro.

Investigaciones en la Universidad de Colorado han desarrollado un sistema de palpación rectal de la vaquilla un mes antes de su primer encaste asignándoles un puntaje de desarrollo reproductivo que es una estimación de su estado de desarrollo puberal. Los puntajes van de 1 a 5 donde 1 corresponde a un estado infantil y 5 el estado de una vaquilla ciclante con cuerpo lúteo palpable. Esta característica es moderadamente heredable (0.32). Lo más conveniente es eliminar las vaquillas con puntajes de 1 y 2.

También se ha demostrado que los toros con un perímetro escrotal más grande tienden a producir vaquillas que alcanzan la pubertad a una edad más temprana que las hijas de toros con bajo perímetro. Cuando está disponible la información de **EPD** para el perímetro escrotal de los toros, se debería utilizar esta información para mejorar la edad a la pubertad.

Fertilidad.

La heredabilidad de las estimaciones de fertilidad (tasa de preñez) es baja (0.0 a 0.1). Sin embargo, debido a la gran importancia económica de esta característica, no debe ser ignorada en un programa de selección.

En el largo plazo, la eliminación de las vaquillas que no se preñan en un periodo dado de encaste es una acción que mejora la fertilidad del rebaño. Al evaluar visualmente las vaquillas se debe evitar encastar aquellas que tienen un aspecto masculino ya que su fertilidad puede ser marginal.

También se debería eliminar aquellas vaquillas extremadamente finas y de aspecto frágil. No obstante todo esto, la verdadera prueba de fertilidad en un grupo de vaquillas es una alta tasa de concepción al primer servicio y una alta tasa de preñez al final del periodo de encaste. Las metas deberían ser un 60 a 70% de tasa de concepción al primer servicio y un 90 a 95% de tasa de preñez después de un encaste de no más de 65 días.

Facilidad de parición.

Un promedio nacional que puede considerarse normal de dificultades de parición o distocia en vaquillas es de un 30%, lo que resulta a su vez en un 10% de mortalidad de terneros. También existen rebaños en los cuales el porcentaje de distocia de las vaquillas supera el 50%. Además del aumento en las pérdidas de terneros, las vaquillas que necesitan ayuda al parto son más difíciles de volver a preñar debido al trauma adicional que ocurre durante el parto asistido.

Las investigaciones más recientes han demostrado que el principal factor que determina la presentación de una distocia es la relación entre el peso del ternero y área pélvica. Por esta razón, se podría teóricamente disminuir el porcentaje de distocias eliminando las vaquillas con área pélvica pequeña y cruzando el resto con toros que no produzcan terneros desproporcionadamente grandes al nacimiento.

Se puede medir el área pélvica en vaquillas y eliminar aquellas que se ubiquen por debajo de un umbral específico. Al dividir el área pélvica por un factor de 2.1 y multiplicando por 0.45 se obtiene una aproximación al tamaño del ternero que la vaquilla puede parir sin asistencia. Por ejemplo, una vaquilla con un área pélvica de 180 cm² debería ser capaz de parir sin problemas un ternero hasta de 38.5 kilos.

Al seleccionar toros para cubrir vaquillas de año, se deben elegir aquellos con el más bajo **EPD** para peso al nacimiento. Como regla general, los toros en el 15% inferior de **EPD** para peso al nacimiento de su raza pueden ser considerados como toros con facilidad de parto. Al elegir un toro joven no probado se debe dar prioridad a su **EPD** antes que a su peso real de nacimiento.

Debido a que el peso al nacimiento tiene una alta heredabilidad (0.6) es posible efectuar un gran progreso en el rebaño, en cuanto a disminuir el porcentaje de partos distócicos, utilizando toros de un marco corporal apropiado con una gran área pélvica y reteniendo las vaquillas que estos toros producen. Si se selecciona sólo sobre la base del área pélvica se puede producir un aumento en el tamaño de las vacas, lo que aumentará su gasto de mantención. Al comparar las áreas pélvicas de toros de año, se deberían ajustar a un mismo peso o una misma edad.

Al igual que en las vaquillas, se deben eliminar los toros con área pélvica por debajo de un estándar mínimo y esto debe hacerse dentro de un tamaño corporal similar. Si se permite que aumente el tamaño y el área pélvica probablemente aumentará el peso al nacimiento y el área en paralelo.

Capacidad lechera.

Se ha demostrado que existen rangos óptimos de producción lechera para ambientes determinados. Por ejemplo, donde hay abundantes recursos de alimentación es posible permitir niveles de producción lechera relativamente altos (7 a 9 kilos/día). Niveles bajos de producción lechera (4.5 a 5.5 kilos/día) se ajustan sólo a condiciones limitadas de producción forrajera (como en el secano costero).

Dentro de una raza, la manera más efectiva de aumentar la producción lechera es utilizar toros o hijos de toros que tengan un alto valor de **EPD** para leche materna y luego conservar sus hijas. Sin embargo, si una vaquilla prepuberal está sobre engrasada como resultado de amamantarse de una madre con alta producción lechera, su propia capacidad lechera puede quedar disminuida debido a un alto grado de reemplazo de tejido mamario por grasa. La producción lechera no es una característica de heredabilidad tan alta como el crecimiento y fluctúa entre 0.15 a 0.3. Por esta razón, el progreso en la selección de un rebaño de mayor producción lechera será más lento que el progreso en la selección de animales de mayor tamaño. Para el productor comercial, la manera más fácil de aumentar la producción lechera de sus vacas es el cruzamiento con toros de razas de alta producción lechera.

Corrección estructural.

La corrección estructural de las vaquillas contribuye a su longevidad, y esta característica a su vez, está relacionada con la eficiencia del rebaño. Sin embargo, hay un amplio rango de aceptabilidad en las características físicas relacionadas con la corrección estructural.

El esqueleto. Problemas comunes en las patas son el crecimiento excesivo, las pezuñas doblada, patas pequeñas, cañas débiles, talones bajos. Problemas comunes de los miembros posteriores son patas en poste (rectas) pezuñas en forma de hoz, patas curvadas en arco o rodillas juntas. Problemas comunes de los miembros anteriores son los hombros estrechos, rodillas de chivato, rodillas cerradas, pié de paloma y hombros abiertos. Además, algunas de estas condiciones están relacionadas. Por ejemplo, algunos animales son demasiado rectos en todo su esqueleto y tienen patas rectas, hombros estrechos, rodillas de chivato y cañas erguidas. Cuando esta condición es severa, se puede reducir la vida productiva de la vaca en el rebaño.

Ojos. La pigmentación del párpado y de la piel alrededor del ojo es una característica positiva, debido a la tendencia a la presentación de cáncer a la piel en los animales no pigmentados. Esta pigmentación tiene una heredabilidad moderada (0.3 a 0.4). En áreas de alta radiación solar también se suele preferir los animales con pestañas pobladas y se discrimina contra los animales de ojos prominentes.

Mandíbula. Los defectos de la mandíbula son poco comunes. Ocasionalmente se puede observar prognatismo inferior. Esta condición puede afectar la habilidad del animal para alimentarse.

Sistema mamario. Es difícil evaluar el sistema mamario en una vaquilla virgen. Es aconsejable eliminar aquellas vaquillas donde los pezones son poco visibles y aparecen hundidos en una capa de pelo largo y tejido graso. Se deben eliminar también aquellas vaquillas hijas de vacas con ubres pendulosas y ubres similares a las ubres de las cabras.

Temperamento.

El temperamento de las vacas es una característica transmisible con heredabilidad entre 0.15 y 0.4. Los animales con mal temperamento son peligrosos y difíciles de manejar. Más aún, en vacas extremadamente nerviosas se puede afectar la tasa de concepción cuando se utiliza inseminación artificial. Lo aconsejable es eliminar las vaquillas con mal temperamento.

Capacidad de engorda.

Las vaquillas que engordan fácilmente son aptas para mantenerse en el rebaño. Pueden mantener la condición corporal con forrajes de baja calidad y una menor cantidad de energía en el alimento. También son más aptas para preñarse dentro del tiempo correcto cada temporada. Más allá de cierto punto sin embargo, la aptitud de una vaquilla para engordar atenta contra la atracción de los consumidores por cortes más magros. También es probable que la fertilidad se reduzca en vaquillas muy gordas.

La meta es evitar los dos extremos: (1) las vaquillas que son notoriamente delgadas en apariencia y (2) las vaquillas con predisposición a sobre engordar.

Al comprar vaquillas de reemplazo es importante saber como fueron alimentadas antes de tomar decisiones acerca de su condición o capacidad de engorda. Si han recibido una dieta adecuada, su condición debería ser mínimo de 5 puntos (en escala de 1 a 9).

Muscularidad.

En los últimos años ha existido un énfasis creciente en un mayor desarrollo muscular, que está relacionado con la relación músculo-grasa en la canal. Algunos resultados de investigación sugieren que en el largo plazo la extrema presión de selección para obtener desarrollo muscular tendrá un impacto negativo sobre caracteres reproductivos (pubertad, fertilidad y facilidad de parto). Aquí, nuevamente la clave es evitar los extremos: (1) las vaquillas que son obviamente muy estrechas, planas y con baja musculatura y (2) las vaquillas que son extremadamente gruesas, bastas y de musculatura muy definida. Sin embargo, las vaquillas de las razas denominadas de doble musculatura deberían estar en el extremo de la definición de muscularidad.

Marco corporal.

El marco corporal, medido como la estatura a la cadera, es una característica altamente heredable (0.5 a 0.6) y responde fácilmente a la selección. El marco corporal promedio de la población de ganado comercial se estima en alrededor de 5 en una escala de 1 a 9. La mayor parte de la población debería ubicarse entre 3.0 y 7.0.

El marco corporal puede ser utilizado para estimar el peso al cual los animales jóvenes alcanzarán un grado final de mercado, como el grado Choice en la calificación norteamericana. La industria de la carne tiende a discriminar actualmente las canales que se escapen de un rango de 270 a 405 kilos. Las canales que clasifican como Choice en este rango provienen con mayor probabilidad de animales con puntaje de marco correa entre 4+ y 7-.

En un rebaño comercial es aconsejable eliminar vaquillas por debajo de un marco de 4 y por sobre un marco de 7. En un rebaño puro el marco apropiado varía según la raza.

Tasas de reemplazo y momento para las decisiones.

Asumiendo una tasa de eliminación de un 14 a 20% anual del rebaño, un porcentaje promedio de destete de 80 a 90% y una tasa promedio de 90 a 95% en las vaquillas, es necesario retener entre un 35 a un 55% de las vaquillas para mantener el tamaño estable. Para dejar un margen que permita seleccionar en otros caracteres aparte de la fertilidad es necesario retener entre 1/2 y 2/3 de las vaquillas al momento del destete.

Tabla 1: Resumen de algunas características de las vaquillas de carne.

Característica	Tipo racial	
	Tamaño moderado, producción de leche moderada	Tamaño grande, alta producción lechera
Peso mínimo al destete, kg.	190	225
Tasa mínima al destete %	90	90
Peso mínimo al año, kg.	270	338
Edad máxima a la pubertad, meses	14	14
Área pélvica mínima al encaste, cm ²	160	190
Condición corporal mínima al encaste	5	5
Peso mínimo al encaste (65% maduro), kg.	315	395
Edad máxima a la concepción, meses	14.5	14.5
Máximo de servicios por concepción	2	2
Peso mínimo al parto (85% maduro), kg.	405	520
Marco corporal mínimo	4	5
Marco corporal máximo	6	7
Producción leche 205 días promedio kg.	5.4	7.6
Peso maduro de la vaca, condición 5, kg	472	607

Estas vaquillas deben ser alimentadas con una dieta de crecimiento de modo que ganen un promedio de entre 560 y 675 gramos por día entre el destete y la pubertad (12 a 14 meses), momento en el cual se puede hacer una segunda selección.

Otro corte se puede hacer luego del examen de gestación una vez que ha terminado el encaste. Una eliminación final de vaquillas se debe hacer al momento en que las vaquillas destetan su primer ternero.



PROGRAMA DE EXTENSION BOVINOS DE CARNE

Mejoramiento genético y reproductivo del rebaño

Mario Briones L. M.Vet. MSc.
Casilla 537 - Chillán Fono: 42 208840 Fax: 42 270212

Email: mabrione@udec.cl

Uso de la información de parientes y pedigrí en un programa de mejoramiento.

Las asociaciones ganaderas norteamericanas acumulan anualmente cientos de miles de registros de comportamiento de criadores en Estados Unidos y Canadá. Estos registros proporcionan a los productores de carne una poderosa herramienta de manejo para la toma de decisiones de selección y reemplazo de animales en sus rebaños. Los registros se utilizan para calcular el mérito genético de los animales de una raza y esta gran cantidad de información aparejada con metodología computacional y estadística ha permitido que las asociaciones de criadores puedan producir informes de pedigrí para prácticamente cada animal en cada raza.

Un pedigrí de comportamiento resume los registros particulares del propio animal así como los registros de sus ancestros, medios hermanos, hermanos completos y progenie. La información de comportamiento se proporciona adicionalmente a la información de pedigrí. Las organizaciones de criadores combinan sistemáticamente la información de comportamiento y producen listas de Diferencias Esperadas de la Progenie (**EPD**) o valores de cría, sobre los pedigríes.

De este modo, los pedigríes de comportamiento transforman los pedigríes tradicionales presentando los datos significativos de una manera lógica. La información de pedigrí es útil tanto para los productores comerciales como para los productores de ganado fino en la toma de decisiones respecto a los reemplazos de machos y hembras.

Evaluación genética - Diferencias esperadas de la progenie.

La diferencia esperada de la progenie se utiliza para expresar la habilidad de transmisión genética de un animal y es una medida del valor genético (superioridad) de ese animal. Un **EPD** es una indicación de la cantidad de mérito genético que el animal pasará a sus crías. Los **EPDs** son informados por las asociaciones de criadores como un valor positivo o negativo en unidades consistentes con el carácter medido, tales como libras o kilos de peso de destete. Por ejemplo, un toro con un **EPD** para peso de destete de +25.0 lbs. producirá progenie que en promedio debería pesar 25 libras más a los 205 días de edad, comparada con progenie de un toro con un **EPD** de 0.0 para peso al destete, al ser cruzado con un grupo comparable de vacas. Del mismo modo, un toro con un **EPD** de +5.0 lb para peso al nacimiento producirá progenie que debería ser en promedio 5 libras más pesada al nacimiento, comparada con progenie de un toro con un **EPD** de 0.0 lb para peso al nacimiento.

Dentro de una raza los **EPDs** pueden ser utilizados para comparar y ordenar animales dentro de un rebaño o dentro de la raza, pero no pueden ser utilizados para comparar

animales entre razas. Un **EPD** de +10.0 lb para peso al destete en una raza puede reflejar un nivel enteramente diferente de mérito genético para peso al destete en otra raza.

Los **EPDs** para un carácter dado se calculan utilizando los registros de comportamiento propio del animal y el comportamiento de antecesores, hermanos completos, medios hermanos y progenie. De este modo, el **EPD** de un animal para un carácter dado es el mejor estimador individual del mérito genético del animal para ese carácter debido a que toda la información genética disponible y conocida se ha utilizado en el procedimiento de evaluación. Los **EPDs** de animales jóvenes, sin crías, sin registros individuales de comportamiento, son calculados sólo sobre la base de la información de sus ancestros. Sin embargo, en la medida que están disponibles la información propia y la información de las crías, la cantidad de peso o ponderación que se da a la información de los antepasados va disminuyendo. Los animales son re evaluados periódicamente en la medida que se agregan registros a las bases de dato de comportamiento de la raza.

Exactitud de los EPDs.

La cantidad de información utilizada en la estimación de un **EPD** se refleja en el valor de exactitud (**ACC**) para el carácter.

En la medida que hay más información disponible, aumenta la exactitud del **EPD** y la relación entre el **EPD** y el mérito genético verdadero del animal se hace más estrecha. Normalmente, la exactitud de las estimaciones para animales jóvenes y sin crías es menor debido a la baja cantidad de registros utilizada.

Los valores de exactitud de todos los caracteres varían entre 0 y 1. Mientras mayor es el valor de exactitud, mayor es la relación entre el **EPD** y el mérito genético real del animal. Normalmente los toros tienen un mayor valor de exactitud que las hembras, debido al número relativamente mayor de registros producidos.

Clasificación de los EPDs.

Los **EPDs** pueden ser clasificados como directos o maternos. Los **EPDs** directos predicen caracteres del toro mientras que los **EPDs** maternos predicen caracteres de las hijas del toro. Las diferencias entre los **EPDs** directos y maternos también se relacionan con la fuente de los datos utilizados en su cálculo. Los valores directos son calculados para la facilidad de parto, el peso de nacimiento, peso al destete, peso al año, perímetro escrotal, largo de la gestación, etc. Los valores maternos son calculados para los caracteres de facilidad de parto, leche y peso de destete. Sin embargo, no todas las asociaciones de razas calculan **EPDs** para cada uno de estos caracteres.

El valor de **EPD** de facilidad de parto directa es una estimación de la facilidad de parto como carácter del toro o la capacidad del ternero de nacer. El valor de **EPD** de facilidad de parto materna es una estimación de facilidad de parto como carácter de la madre o la habilidad de la vaca de parir el ternero. La facilidad de parto materna y directa son efectivamente diferentes y deberían tratarse como caracteres diferentes. El **EPD** para peso al nacimiento es una estimación del mérito genético para peso al nacimiento y puede ser utilizado como un predictor de la facilidad de parto directa.

Dos factores genéticos tiene impacto en el peso al destete de un ternero; el mérito genético del ternero para la tasa de crecimiento (directo), y el mérito genético de la madre para la producción lechera (materno). El **EPD** para peso al destete directo es el mejor estimador del crecimiento pre destete, mientras que el **EPD** para la producción de leche es el mejor estimador del mérito genético de la influencia materna de la madre (habilidad de

producción lechera, primariamente) sobre el peso de destete de la progenie. Algunas asociaciones de criadores calculan un **EPD** para peso de destete materno (total materno) además del **EPD** para la producción de leche, materno. El **EPD** para peso de destete materno incluye la mitad del efecto directo o efecto del crecimiento sobre el peso de destete y la totalidad del efecto materno o producción de leche.

Información utilizada para calcular los EPDs.

Los **EPDs** directos son calculados combinando varias fuentes de información: registros individuales, hermanos completos, medios hermanos paternos (hermanos y hermanas, hijos del mismo toro); medios hermanos maternos (hermanos y hermanas, hijos de la misma madre) e información de la progenie. Los registros del individuo provienen de un rebaño. Los registros de medios hermanos maternos provienen también de un rebaño a menos que la madre haya cambiado de propiedad. Sin embargo, los registros de medios hermanos paternos y de progenie para algunos toros provienen de numerosos rebaños que han utilizado el toro y entregado información a la asociación.

El número de registros productivos recogidos en diferentes rebaños aumenta de modo significativo la exactitud de los valores de **EPD**. Por ejemplo, los registros de 20 medios hermanos paternos son aproximadamente iguales en términos del efecto sobre la exactitud del **EPD**. Sin embargo, los registros de 20 crías significan un 70% de la influencia sobre el **EDP** (y la exactitud) para un toro con registro de comportamiento individual y 20 registros adicionales de medios hermanos.

Los **EPDs** maternos para un toro utilizando los puntajes de facilidad de parto o registros de peso de destete de la progenie de las hijas del toro, hijas de su abuelo paterno, hijas del abuelo materno e hijas del mismo toro. Si el individuo es un toro joven sin hijas en producción, la información de las crías de su madre sustituye los registros de la progenie de sus hijas. Sin embargo, la fuente individual más importante que contribuye al **EPD** materno de un toro probado son los registros de las crías de sus propias hijas.

Información productiva de pedigrí.

Cada raza utiliza un formato único para sus pedigríes de comportamiento productivo. Sin embargo, la información contenida en sus pedigríes es similar en todas las razas. Típicamente, un pedigrí de comportamiento productivo consiste en un pedigrí convencional de tres generaciones incluyendo el padre y la madre del individuo e información completa del pedigrí de ambos abuelos y abuelas. Otra información incluida es el nombre del animal, criador, sexo, fecha de nacimiento y número de registro.

La ventaja de un pedigrí de comportamiento productivo es que expande la información de un pedigrí convencional y proporciona un resumen detallado de la productividad del animal. Los pedigríes de comportamiento productivo pueden ser diferentes en la presentación y cantidad de información pero todos incluyen **EPDs** para todos los caracteres evaluados en el individuo, padre y madre. Por ejemplo, la mayor parte de los pedigríes de comportamiento productivo incluyen los **EPDs** para peso al nacimiento, peso al destete directo, leche materna y peso al año para el individuo, su padre y su madre. También pueden incluirse otros **EPDs**. Por ejemplo, peso de destete materno (leche más crecimiento), facilidad de parto, perímetro escrotal y/o características de canal.

Se incluye otra información de comportamiento, aparte del **EPD** de los caracteres. La mayor parte de los pedigríes de comportamiento incluye un resumen de valores de comportamiento promedio o tasas para el individuo y sus padres. Por ejemplo un pedigrí de

comportamiento de un toro Angus incluye los puntajes individuales de facilidad de parto, el tamaño del grupo contemporáneo, y las tasas de peso al nacimiento, peso al destete y peso al año, del individuo y sus padres. Además, el pedigrí de comportamiento de un toro Angus incluye los promedios de dificultad de parición de las crías, peso al destete, peso al año, facilidad de parto materna y peso de destete materno e incluye el número de rebaños o de grupos contemporáneos y el número de crías en cada puntaje o tasa.. Los promedios de las crías se incluyen para el individuo y sus padres y abuelo paterno y materno. El pedigrí de comportamiento en Angus incluye además los **EPDs** para peso de canal, marmoleo y área de ojo del lomo e incluye los promedios de peso de canal para los animales con **EPDs** de canal. Los pedigríes de comportamiento en la Asociación Americana de Hereford incluyen los pesos de nacimiento de la progenie y el promedio de marco corporal pero no incluyen actualmente ninguna información sobre comportamiento de canal o **EPDs** para caracteres de canal.

Utilización de un pedigrí de comportamiento.

Los pedigríes de comportamiento tienen muchas aplicaciones para los criadores y los productores comerciales, al momento de tomar decisiones de selección. La ventaja de este tipo de pedigrí es que tanto la información de comportamiento productivo y de pedigrí están resumidas de una manera eficiente y organizada. Se presentan los **EPDs** para el individuo y sus padres, lo que permite al productor analizar la productividad del individuo y de sus ancestros directos.

El resumen completo de **EPDs** proporcionado por el pedigrí tiene muchas aplicaciones en las decisiones de selección que toma un productor. Esta información es útil al evaluar un toro en conjunto con sus valores de **EPD** en un catálogo de reproductores.

Para muchos productores, la aplicación más útil de un pedigrí de comportamiento es la evaluación de toros o vacas jóvenes como posibles reemplazos para el rebaño de crianza. Los toros jóvenes y las vaquillas con frecuencia tienen poca o nula información de sus crías y en consecuencia tienen valores de **EPD** con exactitudes relativamente bajas para muchos caracteres.

Utilización para la obtención de comportamiento superior consistente.

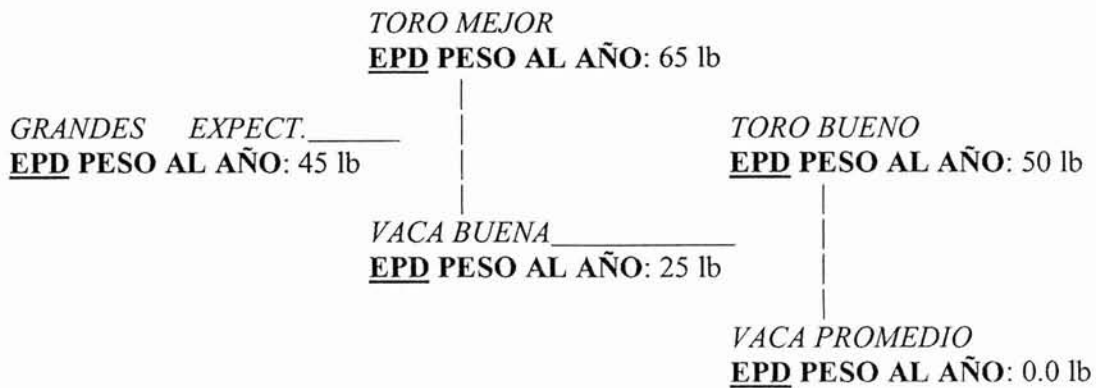
Un uso corriente de los pedigríes de comportamiento se da en la creación de líneas de animales genéticamente superiores. Esta utilización consiste en usar en un rebaño, en forma sucesiva, toros que sobresalen en las mismas características. En otras palabras, cruzar lo mejor con lo mejor. Por ejemplo, si se quiere mejorar el mérito genético del rebaño en el peso al año se deben cruzar toros con alto **EPD** para peso al año con vaquillas hijas de toros con alto **EPD** para la misma característica.

En la figura 1 se observa que el ternero que se llama *GRANDES EXPECTATIVAS* es el producto que, supuestamente, se obtendrá. Su abuela materna fue la *VACA PROMEDIO*. Ella se cruzó con el *TORO BUENO*, que tenía un **EPD** para peso al año de +50 lb. Esta cruce produjo la *VACA BUENA*. Basándonos en principios de la herencia, el ternero promedio producto de esta cruce debería tener un **EPD** para peso al año de +35 lb [**EPD** de la *VACA BUENA* = $1/2 \times (\text{EPD del TORO BUENO}) + 1/2 \times (\text{EPD de la VACA PROMEDIO})$]. En la próxima generación, la cruce de la *VACA BUENA* con el *TORO MEJOR* producirá el ternero *GRANDES EXPECTATIVAS*. El *TORO MEJOR* tiene un **EPD** para peso al año de +65 lb. Esta cruce, en promedio, producirá terneros que tendrán un **EPD** para peso al año de +45 lb [$45 \text{ lb} = 1/2 \times 65 \text{ lb (EPD del TORO MEJOR)} + 1/2 \times 25 \text{ lb}$

(**EPD** estimado de la *VACA BUENA*)). Los valores de **EPD** del padre y la madre se han reducido a la mitad ya que cada uno de ellos contribuye con el 50% del material genético de sus crías.

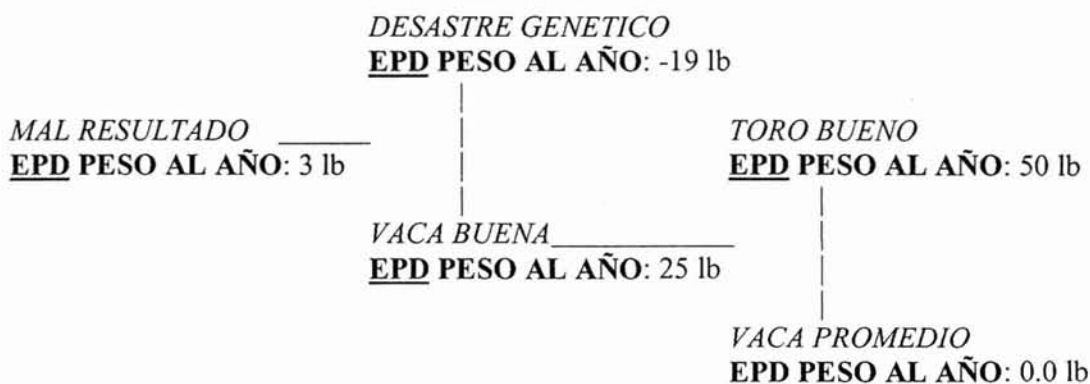
Si se produce un gran número de terneros de esta cruce, se esperaría que ellos tengan en promedio un **EPD** para peso al año de +45 lb. Sin embargo, siempre existirá algún grado de variación en estos valores. Algunos terneros tendrán un valor de **EPD** mayor de +45 y otros tendrán valores inferiores a +45. Basándonos en principios estadísticos, se puede decir que aproximadamente un 68% de los terneros tendrá un valor de **EPD** entre +30 y +60 lb y un 95% de ellos tendrá valores de **EPD** entre +15 y +75 lb. Del mismo modo, menos de un 2.5% de estos terneros tendrá valores de **EPD** por sobre +75 y menos de un 2.5% tendrá valores menores de +15%. Esta conjunción o reunión de pedigríes ofrece una tremenda oportunidad para los productores de construir animales genéticamente superiores, si se utilizan los **EPDs** correctamente.

Figura 1: Pedigrí de GRANDES EXPECTATIVAS

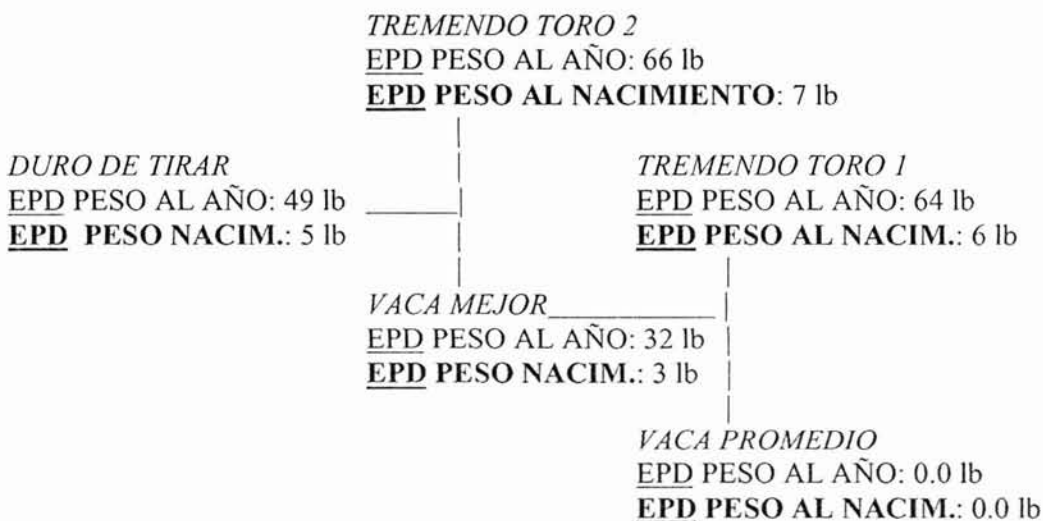


El **EPD** proyectado para peso al año del ternero *GRANDES EXPECTATIVAS* es un ejemplo de lo que se llama Índice de Pedigrí. Cuando no se conoce nada sobre el ternero excepto el valor de **EPD** de su padre y el de su abuelo materno, el valor de Índice de Pedigrí que puede calcularse es la mejor estimación de su mérito genético. La información de registro productivo de la madre y los propios registros de *GRANDES EXPECTATIVAS* pueden ser utilizados para mejorar la confianza en la evaluación de este mismo individuo. Esta información es incluida en un pedigrí de comportamiento. La figura 2 muestra el efecto de la selección incorrecta de toro sobre los valores de cría de un rebaño.

Por ejemplo, tomemos la *VACA BUENA* en el ejemplo previo y crucémosla con *DESASTRE GENETICO* que tiene un valor de **EPD** para peso al año de -19 lb. Se espera que, en promedio, las crías de esta cruce tengan un **EPD** para peso al año de +3 lb. Los productores con frecuencia hacen cruzamientos como el que ha producido la *VACA BUENA*. Sin embargo, debido a cambios en sus metas de selección, o cuando otra característica se hace más importante para ellos, se pueden usar toros en estas vacas que son inferiores al promedio para el mérito genético del crecimiento. Cuando la selección genética no es efectiva, el progreso genético se reduce y con frecuencia se revierte.

Figura 2: pedigrí de *MAL RESULTADO*

La selección de una sola característica en un programa de mejoramiento puede ser un problema debido a las correlaciones genéticas no deseables. Por este motivo, la utilización de pedigríes para la selección de un solo carácter puede producir algunos problemas no deseados. Por ejemplo, existe una correlación genética positiva entre el peso al año y el peso al nacimiento. Esto significa que la selección para aumentar el peso al año también producirá un aumento en el peso de nacimiento, si no se pone un énfasis negativo sobre este último. El peso al nacimiento está muy ligado con la presentación de partos distócicos. Un productor que esté interesado solamente en obtener altos valores de **EPD** para peso al año puede también estar generando altos valores de **EPD** para peso al nacimiento si selecciona estrictamente sobre la base de los valores de **EPD** para la característica de su interés, como se muestra en la figura 3.

Figura 3: Pedigrí de *DURO DE TIRAR*

El problema del ternero *DURO DE TIRAR* se presenta debido a que existe una distribución en los valores de **EPD** alrededor de su promedio esperado. En la figura 3, el **EPD** proyectado para peso al nacimiento es de 5 lb, pero el 68% de los terneros resultantes de

esta craza tendrán **EPDs** para peso al nacimiento entre +3.4 y 6.6 lb. Mientras la selección para peso al año ha sido tremendamente exitosa, también ha ocurrido un aumento en el valor de **EPD** para peso al nacimiento, debido a la correlación genética positiva entre ambas características.

Todas las correlaciones genéticas entre caracteres económicamente importantes deben ser consideradas cuando un criador decide conducir un programa de mejoramiento que se base en pedigríes para una característica simple. Se debe estar consciente de otros caracteres que pueden estar afectando positiva o negativamente y pueden tener impacto sobre valor genético o económico del rebaño.

Los **EPDs** hacen que la selección de características múltiples sea fácil. Agrupando los pedigríes de animales que tengan un valor de **EPD** aceptable para peso al nacimiento y **EPDs** moderados a altos para crecimiento, es posible desarrollar líneas de ganado uniformes que presenten partos relativamente fáciles y alto comportamiento en el crecimiento.

Este mismo principio se aplica a muchas otras combinaciones de caracteres.



PROGRAMA DE EXTENSION BOVINOS DE CARNE

Mejoramiento genético y reproductivo del rebaño

Mario Briones L. M.Vet. MSc.

Casilla 537 - Chillán Fono 42 208840 Fax: 42 270212

Email: mabrione@udec.cl

El concepto de sistema en la producción de carne bovina

En años recientes los productores de ganado comercial y ganado fino en los países desarrollados han enfatizado el aumento en la producción de sus animales. Más leche, crecimiento más rápido y mayor tamaño maduro. Por lo tanto, han adoptado prácticas de manejo y han cruzado sus animales con este propósito en mente. Como resultado, los pesos y las ganancias han aumentado en rebaños orientados a la producción. En muchos casos, sin embargo, los aumentos en rentabilidad no han ido paralelos con los aumentos en la producción.

El concepto de sistema en la producción de carne bovina incorpora la orientación de que hay más factores que considerar en la empresa ganadera que solamente el nivel de producción. Lo que es más importante es la eficiencia general de la empresa, en otras palabras, el retorno neto. Mientras el nivel de producción y los precios de mercado son factores importantes que afectan la rentabilidad, también lo son los costos de producción.

El concepto de "sistema" implica que la operación del rebaño de carne es realmente un sistema de muchos componentes, todos los cuales juegan un papel en la determinación del retorno neto. Estos componentes pueden ser categorizados de la siguiente forma:

1. Ambiente natural (forraje y clima).
2. Costos, precios y requerimientos de mercado.
3. Tipo de animales.
4. Sistema de cruzamientos (cruzamiento rotacional o uso de toros terminales para la producción de terneros para mercado, etc.).
5. Prácticas de manejo (suplementación, retención de propiedad, procesamiento, suministros, calidad de la mano de obra, etc.).

Un sistema de producción de carne es muy complejo debido al gran número de factores que lo afectan y al alto grado de interacción de estos factores. Por ejemplo, la práctica de manejo de creep feeding puede ser aconsejable para un tipo de ganado en un ambiente determinado, dadas ciertos rangos de costos para el alimento y precios para los animales suplementados. Un cambio en el tipo de animales, el ambiente o los factores económicos y el creep feeding puede dejar de ser rentable.

Para utilizar efectivamente el concepto de sistema, un productor debe ver la operación en su totalidad y comprender como sus partes componentes interactúan para afectar en último término la rentabilidad.

Los animales que más se ajustan al concepto de sistema son aquellos que son más rentables. Estos son los que se complementan con todos los otros componentes de la operación. Deben ser compatibles con el ambiente, con los requerimientos de mercado, el sistema de

cruzamientos y las prácticas particulares de manejo. Debido a que hay muchas combinaciones posibles de estos factores, no puede haber animales que sean universalmente "los mejores".

La determinación exacta de cual es el "mejor" animal para una situación específica es difícil, debido a la gran cantidad de características que son de importancia en la producción de carne y debido a la gran cantidad de interacciones entre ellas. Por ejemplo, un gran tamaño y una producción lechera abundante contribuyen a grandes pesos de destete, pero crean un alto grado de estrés que puede afectar la fertilidad. Los animales que son más productivos, en el sentido de producir terneros más grandes, más magros, y de crecimiento más rápido, tienen más riesgo reproductivo. Por esta razón, un elemento principal en el concepto de sistema, en su aplicación al tipo de animal, es evitar los extremos en los caracteres productivos. Los animales muy grandes, muy magros y muy lecheros no son, en la mayoría de los casos, los más rentables. Lo óptimo para estos caracteres son los niveles intermedios de comportamiento.

El concepto de sistema en producción de carne bovina presenta desafíos tanto para los productores comerciales como para los productores de ganado fino. Para el productor comercial, el desafío es combinar las alternativas de animales y de manejos de una manera que maximice el retorno neto. Para el productor de ganado fino, el desafío es producir el tipo de animales que mejor se ajusta a los sistemas de producción de los productores comerciales. Esto implica seleccionar animales para propósitos específicos. Un criador puede estar produciendo animales para el secano interior, otro para la precordillera, otro para la zona sur, etc. Uno puede especializarse en toros para vaquillas de primera parición, otro en toros terminales y otro en ganado de propósito general. Sin embargo, todos ellos pueden ser criadores que utilicen un "sistema" de producción.

La tabla 1 representa una caracterización de ambientes productivos y un ordenamiento de rangos óptimos de ambientes. Los ambientes productivos están categorizados de acuerdo con la disponibilidad de alimento y el grado de estrés ambiental. La disponibilidad de alimentos se refiere a la cantidad, calidad y regularidad de tanto el forraje natural como los suplementos. Los factores relacionados con el estrés incluyen efectos tales como el calor, frío, humedad, parásitos y enfermedades. La calidad y cantidad de la mano de obra puede ser clasificada también como un factor relacionado con el estrés. Por ejemplo, una atención mínima o inapropiada al parto impone un estrés sobre los animales que están presentando un parto difícil.

Tabla 1: Optimo potencial genético para el ganado en diversos ambientes productivos y diferente papel como raza.

Disponibilidad de alimento	Estrés ambiental ^a	Caracteres					
		Producción lechera	Tamaño maduro	Capacidad para almacenar reservas ^b	Adaptabilidad al estrés ^c	Facilidad de parto	Rendimiento de tejido magro
Alta	Bajo	Media a Alta	Bajo a Alto	Baja a Alta	Media	Media a Alta	Alto
	Alto	Media	Bajo a Alto	Baja a Alta	Alta	Alta	Medio a Alto
Media	Bajo	Media +	Medio	Media a Alta	Media	Media a Alta	Media a Alta
	Alto	Media -	Medio	Medio	Alta	Alto	Medio
Baja	Bajo	Baja a Media	Bajo a Medio	Alta	Media	Media a Alta	Medio
	Alto	Bajo	Baja	Alta	Alta	Alta	Bajo a Medio
Papel de la raza en sistemas de cruzamiento							
Materna		Baja a Media	Bajo a Medio	Media a Alta	Media a Alta	Alta	Bajo a Medio
Paterna		Baja a Media	Alto	Bajo	Media a alta	Media	Alta

^aCalor, frío, parásitos, enfermedad y calidad y cantidad de la mano de obra.

^bCapacidad para acumular grasa y regular los requerimientos de energía con los cambios (estacionales) de disponibilidad de alimento.

^cTolerancia fisiológica al calor, frío, parásitos, enfermedad, barro y otros tipos de estrés.

Los seis caracteres listados en la tabla 1 son producción lechera, tamaño maduro, capacidad para almacenar reservas, adaptabilidad al estrés, facilidad de parto y rendimiento de tejido magro. Los rangos típicos para los niveles bajo, medio y alto de tamaño maduro en vacas son 360 a 450 kilos, 450 a 540 kilos y 540 a 630 kilos, respectivamente. La capacidad para almacenar reservas se refiere a la capacidad de la vaca de depositar grasa para usarla durante periodos de reducción en la disponibilidad de alimentos y de disminuir sus requerimientos energéticos durante estos periodos. La adaptabilidad al estrés se refiere a la capacidad de un animal de resistir a los tipos de estrés ya mencionados.

Claramente, existen más de seis características de importancia en la producción de carne. Para el propósito de la tabla 1, sin embargo, se ha supuesto que los animales son fértiles, aptos y comercializables. Los animales se consideran comercializables en este contexto si los pesos de procesamiento se ubican dentro de los rangos actualmente aceptables. Hoy en día, en los mercados mundiales, un rango aceptable para pesos vivos está entre 405 y 630 kilos; y para pesos de canal, entre 248 y 383 kilos.

Los rangos recomendables que aparecen en la tabla 1 para los caracteres en diversos ambientes productivos son apropiados para ganado de propósito general - el tipo de animal de la mayoría de los sistemas rotacionales de cruzamiento. La segunda parte de la tabla 1 señala los rangos para los tipos de ganado utilizado en sistemas de cruzamiento terminal. "Materno" se refiere a las vacas madres utilizadas en este sistema y "paterno" indica el toro utilizado para producir terneros que son estrictamente para mercado. Las recomendaciones mostradas para este tipo de animales de propósito especial no son eliminadas por el ambiente productivo, pero se debe reconocer que el ambiente productivo tiene un peso sobre el nivel óptimo de este tipo de animales, así como sobre los animales de propósito general.

En la tabla 1 se puede observar un número de relaciones entre ambientes productivos y niveles óptimos para los caracteres. A mejor ambiente - tanto en términos de disponibilidad de alimentos como grado de estrés - es mayor el nivel óptimo de producción de leche. El tamaño maduro óptimo también aumenta con un aumento en la disponibilidad de alimento. El estrés ambiental probablemente sólo limita el tamaño maduro cuando la disponibilidad de alimento es baja. Para llevar el ejemplo a los extremos, no tiene sentido explotar cruza lecheras grandes en el desierto o razas pequeñas con baja producción lechera en áreas donde el alimento es abundante a lo largo de todo el año.

La capacidad para almacenar reservas es crítica cuando la disponibilidad de alimentos es baja. Los animales sin esta habilidad con frecuencia no tienen la condición suficiente para ser preñados nuevamente con facilidad. Por otro lado, vacas que son fáciles de mantener en un ambiente de baja alimentación pueden volverse gordas en ambientes de alta disponibilidad de alimento y bajo estrés.

Ya que el rendimiento de tejido magro y la capacidad de almacenar reservas son incompatibles, el nivel óptimo de la primera característica varía con la disponibilidad de alimento. Un animal más magro es deseable cuando la disponibilidad de alimento sea alta pero cuando los recursos son escasos es necesario que las vacas tengan la capacidad de engordar fácilmente.

La capacidad para resistir el estrés es siempre importante, particularmente en los ambientes de alto estrés. La tolerancia al calor, por ejemplo, es crítica en las regiones calurosas y húmedas. En algunos casos, la facilidad de partos tiene importancia creciente a mayores niveles de estrés. Cuando los terneros hijos de toros terminales son más grandes o cuando la mano de obra al momento del parto es escasa, la facilidad de parto tiene mucha importancia.

Las recomendaciones para los toros y vacas en los programas de cruzamiento con toros terminales son algo diferentes de aquellas recomendaciones para los programas de ganado de propósito general.

Los animales "maternos" se caracterizan por mayores niveles de adaptabilidad al ambiente natural, es decir, mayor habilidad para depositar grasa y menor proporción de tejido magro. La producción lechera en estas vacas no debería ser notablemente distinta de la producción lechera de vacas de propósito general en las mismas condiciones ambientales, pero el ganado materno será normalmente de menor tamaño para aprovechar la ventaja del aumento en la eficiencia de producción al entregar terneros terminales de crecimiento rápido y ser vacas pequeñas de bajo costo de mantención. La facilidad de parto es, obviamente, muy importante en estos animales ya que serán cruzados con toros de gran tamaño.

Los caracteres que deben ser enfatizados en los propios toros terminales (animales "paternos") son la tasa de crecimiento y el rendimiento de tejido magro. La producción lechera y la capacidad de almacenar reservas son características relativamente sin importancia. No se deben descartar la facilidad de parto y la resistencia al estrés. Un alto porcentaje de producción de terneros es igualmente importante en un sistema de cruzamientos terminales.

La tabla 1 no está completa debido a que existen aspectos adicionales del ambiente productivo que van más allá de la disponibilidad de alimento y del nivel de estrés. Estos incluyen: propiedad (venta de terneros al destete versus la retención de propiedad durante el procesamiento), la base para determinación de beneficio (retorno sobre la inversión versus retorno sobre los costos de producción); costo relativo de los alimentos y los precios relativos pagados por diferentes clases de animales. Estos factores añaden una considerable complejidad al problema de ajustar ganado a las condiciones del ambiente productivo. La tabla 1 sirve sólo como una guía para tomar decisiones en esta área.

El comportamiento reproductivo puede ser un barómetro para comprobar si nuestro ganado es compatible con nuestro ambiente productivo. Una baja tasa de concepción y una baja producción neta de terneros son indicadores de incompatibilidad. Una manera de evaluar el comportamiento reproductivo de un rebaño o de un grupo genético dentro de un rebaño -

como una cruza, por ejemplo - es construir una tabla de distribución de pariciones. La tabla 2 muestra un ejemplo hipotético para dos grupos de animales en el mismo ambiente.

Tabla 2: Distribución de las pariciones de dos grupos de vacas en un mismo predio

Edad de la madre	Número	1	2	3	Secas
Porcentaje del periodo de pariciones					
Grupo I					
2	40	60	30	5	5
3	30	40	35	15	10
4	25	40	30	15	10
5+	105	60	25	10	5
Todas	200	56	28	10	6
Grupo II					
2	60	50	35	10	5
3	45	15	30	30	20
4	25	30	30	20	20
5+	70	40	25	20	16
Todas	200	36	30	18	16

Los valores en la tabla 2 representan vacas en cada grupo de edad que paren en cada uno de los 3 periodos de 21 días de la temporada de partos y el porcentaje de cada grupo etario seco al final del encaste previo. El grupo I muestra una distribución de pariciones correspondiente a animales muy fértiles; los porcentajes son altos temprano en la temporada para cada grupo de edad, las tasas de concepción con altas y se necesitan relativamente pocas vaquillas para reemplazar las vacas secas. El grupo II aparece menos fértil. Las vacas paren más tarde en la temporada, se preñan menos y se necesitan más reemplazos para mantener el tamaño del rebaño. Sólo un 15% de las vacas de 3 años en el grupo II parieron durante el primer periodo de la estación de partos, lo que indica un problema en el encaste de las vaquillas de primera parición.

La distribución de partos del grupo II tiende a indicar que estos animales no están bien adaptados al ambiente. Quizás producen mucha leche o simplemente son muy grandes para la cantidad de forraje disponible. El propietario debería considerar ya sea un cambio en el tipo de animales o el uso de prácticas de manejo que sean más apropiadas para el tipo de animal existente.

Una tabla de distribución de pariciones no puede informar todo lo que se necesita saber acerca de la compatibilidad entre los animales y el ambiente productivo. El único indicador de "sistema" verdadero de compatibilidad no es la fertilidad sino que el margen inferior del retorno neto de la operación. Los productores que deseen usar con seriedad el concepto de sistema en la producción de carne bovina deben mantener los registros necesarios para analizar la rentabilidad de los diferentes tipos de animales y alternativas de manejo. Esto significa mantener un control estrecho de los costos y retornos para cada combinación de animales y manejo.

Los costos que pueden ser medidos de modo lógico sobre una base individual (costos por cabeza) - como los costos de los suplementos y los costos veterinarios, por ejemplo - son relativamente fáciles de calcular. Los costos fijos son más difíciles de definir. Estos son costos más asociados con la operación como un todo antes que con animales individuales,

como por ejemplo los intereses, impuestos y en mayor o menor medida los costos de la mano de obra y de equipos. A pesar de la naturaleza "fija" de estos costos, deben ser considerados si el uso de diferentes tipos de animales dicta un cambio en el tamaño del rebaño. Por ejemplo, si una operación particular soporta un número menor de vacas grandes que de vacas pequeñas, entonces cada vaca grande debe ser cargada con una fracción mayor de los costos fijos, comparada con las vacas más pequeñas.

Mientras los registros de los costos e ingresos pueden identificar tipos de animales y manejos rentables y no rentables, se necesita información adicional para determinar porqué una práctica de manejo o un tipo de animal en particular son o no rentables. Para la comparación de los tipos de animales la tabla 2 puede ser útil. Otras estadísticas útiles son las pérdidas de terneros y los porcentajes de producción neta de terneros, la tasa de reemplazos, los pesos de destete, los pesos de venta, el tamaño del rebaño, el tiempo en engorda, la conversión de alimentos, los grados de calidad y rendimiento y los precios de mercado de los tipos de producto vendido.

En esta época de altos costos y bajos retornos, ningún productor serio puede arriesgarse a no adoptar la metodología de sistema para la producción de carne bovina. Sólo entendiendo los diferentes componentes del sistema y los efectos que estos componentes tienen unos sobre otros, se puede tomar decisiones apropiadas en la selección de tipos de animales y alternativas de manejo. Los productores exitosos ya no pueden darse el lujo de simplemente seguir tendencias o mantener la filosofía de "*mientras más, mejor*". Se deben analizar los sistemas de producción, mantener registros bien diseñados y se debe estar pronto a actuar sobre la base de la información que se desprende de los registros.



PROGRAMA DE EXTENSION BOVINOS DE CARNE

Mejoramiento genético y reproductivo del rebaño

Mario Briones L. M.Vet. MSc.

Casilla 537 - Chillán Fono: 42 208840 Fax: 42 270212

Email: mabrione@udec.cl

Los principios genéticos de los sistemas de cruzamiento.

Los sistemas de cruzamiento se basan en la cruce de dos individuos de diferente constitución genética. Se utilizan ampliamente en la producción comercial de carne debido a los beneficios que aportan a los productores de ganado de crianza. El mejoramiento en la eficiencia puede ser dramático se utilizan las razas apropiadas. Los sistemas de cruzamiento no eliminan la necesidad de contar con ganado puro sobresaliente ya que los sistemas eficientes requieren de animales puros superiores bien caracterizados. El hibridaje en ganado de carne no recibió un amplio respaldo hasta hace unas pocas décadas. Hoy en día una alta proporción del ganado comercial es híbrida en los países donde la ganadería tiene un gran desarrollo.

El hibridismo es un tipo de una clase mayor de sistemas de cruzamiento que se denomina exocruza. La exocruza tiene un efecto opuesto al de la consanguinidad y está definida como la cruce de animales relativamente poco relacionados entre sí. Otras formas de exocruza incluyen: 1) cruzamiento en línea, que es el cruzamiento de miembros de diferentes familias dentro de una raza. 2) cruzamiento absorbente, que es la cruce de toros de una raza dada con vacas de un tipo en particular y sus hijas en cada generación, con el fin de propagar la raza de interés y 3) la hibridización, que es la cruce de individuos de diferentes especies.

El hibridismo es beneficioso por dos razones principales. Primero, un sistema de hibridismo bien diseñado permite al productor combinar las características deseables de las razas involucradas en la cruce mientras se enmascaran algunas de las desventajas de las razas. Esto se llama a veces complementariedad de las razas. El segundo beneficio surge de la heterosis, que se denomina también vigor híbrido. Adicionalmente a estos beneficios primarios, el hibridismo también permite a un productor cambiar un rebaño rápidamente con la introducción de nuevas razas.

Definición de heterosis.

La heterosis es una medida del comportamiento superior de los animales híbridos relativo al promedio de las razas puras incluidas en la cruce. La causa probable de la mayoría de las heterosis es la cancelación de los efectos de los genes inferiores debido a la combinación de genes de las razas diferentes. La heterosis puede resultar en un producto mejor que cualquier de las razas parentales o simplemente mejor que el promedio de las dos. Por ejemplo, un ternero híbrido Hereford x Angus generalmente puede crecer más rápido que un ternero Hereford o Angus puro. Sin embargo, un ternero híbrido Charolais x Angus no puede crecer tan rápido como uno Charolais puro y no puede alcanzar el grado de marmoleo de uno Angus, pero será probablemente mejor en ambas características que el promedio de las razas puras para ambas características.

Esta diferencia se expresa generalmente como un porcentaje del comportamiento promedio de las razas puras. La siguiente es la fórmula general:

$$\% \text{ de heterosis} = \frac{\text{Promedio de los híbridos} - \text{Promedio de las razas puras}}{\text{promedio de las razas puras}} \times 100$$

El ejemplo 1 ilustra el cálculo del porcentaje de heterosis.

Se tiene el comportamiento promedio de peso de destete de dos razas arbitrarias. En este ejemplo el valor de 4.7% de heterosis significa que el comportamiento promedio de la progenie híbrida es un 4.7% mayor que el promedio de las razas parentales.

Ejemplo 1. Heterosis para peso al destete.

Raza A: 205 kilos

Raza B: 200 kilos

Promedio de las razas puras= (205+200)/2= 202.5 kilos

Promedio de los híbridos= 212 kilos

% de heterosis= ((212-202.5)/202.5)*100= 4.7%

Tipos de heterosis.

La heterosis surge en tres situaciones en la cruce. La heterosis individual es la ventaja del animal individual con relación al promedio de las razas puras. Por ejemplo, un ternero Limusín x Hereford puede crecer más rápido que el promedio de los terneros puros Limusín y Hereford.

La heterosis materna es la ventaja de la madre híbrida sobre el promedio de las madres puras. Por ejemplo, una vaca híbrida Hereford x Angus es generalmente una mejor madre (mejor % de destete, mayor producción lechera, etc.) que el promedio de las madres puras Hereford y Angus.

La heterosis paterna es la ventaja del toro híbrido sobre el promedio de los toros puros. Este tipo de heterosis tiene generalmente un efecto sobre la tasa de concepción y sobre aspectos de la reproducción del macho. El progenitor paterno no tiene ningún efecto ambiental directo sobre la sobrevivencia de los terneros y los beneficios son más limitados que los de la heterosis materna. No obstante los beneficios de una mayor tasa de concepción pueden ser sustanciales, principalmente si se usan toros jóvenes.

Se han realizado numerosos experimentos para investigar los efectos del hibridismo en el ganado de carne. Estos experimentos producen estimaciones de heterosis así como comparaciones entre las razas involucradas. La tabla 1 resume los resultados de porcentaje de heterosis para varias características en diferentes localidades. La heterosis puede tener un valor positivo o negativo.

Los valores de heterosis de la tabla 1 han sido derivados principalmente de experimentos que incluyen razas Británicas y/o Europeas.

Tabla 1: Heterosis en ganado de carne.

Carácter	Heterosis %	
	Materna	Individual
% Parición	3.4	6.6
Sobrevivencia de terneros	1.7	2.0
Peso al nacimiento	2.7	1.6
Dificultad de parición	2.0	0
Producción lechera	-	9.0
Productividad total de la vaca	-	25
Ganancia diaria post destete (feedlot)	3.9	-1.4
Ganancia diaria post destete (pastoreo)	6.4	-
Peso al año (feedlot)	3.8	2.9
Peso al año (pastoreo)	4.5	-
Area de ojo del lomo	2.8	-
Espesor de grasa	2.3	-
Grado de calidad	0.7	-
Porcentaje de rendimiento	0.6	-
Rendimiento de cortes (%)	0.6	-

No todos los caracteres muestran el mismo grado de heterosis. Los niveles de heterosis pueden ser agrupados en tres clases.

Las características reproductivas muestran generalmente altos grados de heterosis. Los caracteres de crecimiento muestran heterosis moderada mientras que las características de la canal rara vez muestran algo de heterosis. Esta regla general respecto de los niveles de heterosis sigue un patrón inverso a los niveles de heredabilidad de los caracteres. Esto significa que los caracteres con baja heredabilidad, como los caracteres reproductivos, muestran los niveles más altos de heterosis y aquellos con heredabilidad más alta como los caracteres de calidad de canal, muestran los niveles más bajos de heterosis. También, los caracteres que presentan los grados más altos de heterosis son aquellos más afectados por la consanguinidad. Esto tiene sentido ya que la heredabilidad depende de genes con acción aditiva mientras la heterosis y la depresión por consanguinidad dependen de acciones no aditivas de los genes, como la epistasis y la dominancia. La heterosis también requiere de diferencias genéticas entre los individuos involucrados en la cruce.

Base genética de la heterosis.

La base genética de la heterosis es el opuesto del origen de la depresión por consanguinidad. La consanguinidad tiende a producir un aumento en los pares de genes que son homocigotos en los animales (la cría recibe el mismo gen de cada progenitor). En contraste, la heterosis tiende a producir un aumento en los pares de genes que son heterocigotos en los animales (en este caso la cría recibe genes diferentes de cada uno de los padres). Esto se produce por el hecho de que las diferentes razas tienen diferentes frecuencias de sus genes. Las razas que son genéticamente muy diferentes tienen la tendencia a producir crías más heterocigotas y, en consecuencia, mayor heterosis al ser cruzadas. Esta heterocigosidad resultará en mejor comportamiento si el carácter no está afectado por acción genética no aditiva (dominancia y epistasis) y el alelo recesivo presenta un menor nivel de comportamiento. La dominancia existe cuando el individuo heterocigoto no es exactamente en el punto intermedio entre ambos homocigotos. Esto es análogo a la relación de dominancia que resulta en las crías negras de una cruce entre un toro negro y una vaca roja, donde se ha enmascarado el rojo.

Uso de las cifras de heterosis.

Los niveles de heterosis se presentan como porcentajes y pueden ser utilizados para calcular el comportamiento esperado de los individuos híbridos. En el primer paso se calcula el comportamiento esperado de las razas puras. Esto se puede hacer, de modo simple, multiplicando cada valor racial por la proporción en la cual contribuye a la cruce:

Cruza de dos razas: Hereford x Angus.

Comportamiento esperado de la cruce = $1/2 H + 1/2 A + \text{heterosis}$

El valor de heterosis que se debe agregar es la heterosis individual. Esto se hace multiplicando el promedio de la raza pura por el porcentaje de heterosis y añadiéndolo al promedio de las razas puras. Si la madre es híbrida también, la heterosis materna deberá ser incluida del mismo modo que la heterosis individual. El ejemplo 2 muestra el procedimiento:

Ejemplo 2: Cálculo del peso esperado de destete de terneros híbridos.

Heterosis individual: 4.7%

Heterosis materna: 4.2%

Cruza de dos razas (Toro puro A x vaca pura B)

Raza A: 207 kilos

Raza B: 216 kilos

Promedio de las razas puras: $1/2(207) + 1/2(216) = 211.5$

Heterosis individual = $0.047 \times 211.5 = 9.9$ kilos

Promedio esperado de la cruce = Promedio de las razas puras + heterosis individual

Comportamiento esperado de la progenie híbrida = $211.5 + 9.9 = 221.4$ kilos

Cruza de tres razas (Toro puro C x vaca híbrida AB)

Raza C: 225 kilos

Promedio de las razas puras = $1/2(225) + 1/2(207) + 1/2(216) = 216$

Promedio esperado de la cruce = Promedio de la raza pura + heterosis individual + heterosis materna

Heterosis individual = $0.047(216) = 10.2$ kilos

$216 + 10.2 = 226.2$

Heterosis materna = $0.042(226.2) = 9.5$

Comportamiento esperado de los híbridos = $226.2 + 10.2 + 9.5 = 245.9$ kilos

Este ejemplo simple asume que las tres razas se comportan igual como padres y como madres. Es decir, asume ausencia de complementariedad. Este supuesto simplifica los cálculos pero no es muy útil en situaciones prácticas. Por ejemplo, está bastante bien establecido que la cruce de un toro Charolais con una vaca Angus se comportará

Calcular el comportamiento con los valores raciales directos y maternos

$$225 + 1/2(27) + 1/2(-22.5) + 1/2(13.5) + 1/2(4.5) + 1/2(13.5)=$$

$$225 + 13.5 -11.25 + 6.75 + 2.25 + 6.75= 240.8 \text{ kilos}$$

Agregar la heterosis individual:

$$240.8 + 0.047(240.8)= 252.1 \text{ kilos}$$

Agregar la heterosis materna para calcular el comportamiento predicho:

$$252.1 + 0.042(252.1)= 262.7 \text{ kilos}$$

Los valores relativos de los efectos directos y maternos dependerán de los mecanismos biológicos de los caracteres. Algunos de ellos, como la ganancia diaria post destete, están determinados principalmente por el genotipo del individuo. Estos caracteres reciben poca influencia de los efectos maternos. Otras características, tales como el porcentaje de parición, están determinados esencialmente por la madre, por lo tanto tendrán un gran efecto materno en relación con el efecto directo. En el caso del peso al destete, hay un gran efecto de los componentes directos y maternos.

Pérdida de la heterosis.

Los ejemplos presentados hasta aquí han sido para situaciones donde la heterosis individual o materna están completamente ausentes o presentes y este no es siempre el caso. La heterosis (proveniente de la dominancia) es dependiente de los pares de genes que deben tener miembros originados en dos razas diferentes. En las retrocruzas, los cruzamientos rotacionales y las razas compuestas, no todos los pares de genes estarán constituidos por genes que provienen de razas diferentes. Se puede predecir fácilmente la proporción de heterosis disponible (que surge de la dominancia) examinando el grado de heterocigosidad. En una craza típica de dos razas, todos los pares de genes tendrán un miembro de cada raza parental y tendrán más posibilidades de ser heterocigotos o venir de diferentes raza.

Cruza de Hereford x Angus (con 8 pares de genes)

Hereford		x	Angus		=	Híbrido	
[H]	[H]		[A]	[A]		[H]	[A]
[H]	[H]		[A]	[A]		[H]	[A]
[H]	[H]		[A]	[A]		[H]	[A]
[H]	[H]	x	[A]	[A]	=	[H]	[A]
[H]	[H]		[A]	[A]		[H]	[A]
[H]	[H]		[A]	[A]		[H]	[A]
[H]	[H]		[A]	[A]		[H]	[A]
[H]	[H]		[A]	[A]		[H]	[A]

Este ejemplo muestra un par de cromosomas (con 8 genes en cada cromosoma) en cada animal. El animal de raza Hereford tiene sólo genes Hereford y el Angus tiene sólo

genes Angus. El Híbrido tiene genes Hereford en un cromosoma y genes Angus en el otro cromosoma de modo que cada par de genes tiene un miembro originado en cada raza parental. Este ternero es completamente híbrido. Si este animal es una ternera y es retrocruzada con un toro Hereford (como se muestra más abajo) se producirá un fenómeno de combinación que se llama crossing over y segregación al azar de modo que el óvulo producido por la ternera tendrá la mitad de los genes Hereford y la mitad de los genes Angus. Este resultado dará la siguiente combinación genética.

Hereford		x	Híbrido		=	Retrocruza	
[H]	[H]		[H]	[A]		[H]	[H]
[H]	[H]		[H]	[A]		[H]	[H]
[H]	[H]		[H]	[A]		[H]	[H]
[H]	[H]	x	[H]	[A]	=	[H]	[H]
[H]	[H]		[H]	[A]		[H]	[A]
[H]	[H]		[H]	[A]		[H]	[A]
[H]	[H]		[H]	[A]		[H]	[A]
[H]	[H]		[H]	[A]		[H]	[A]

Los pares de genes de este ternero serán la mitad H x A y la otra mitad H x H. Se puede decir que la mitad de los pares de genes del ternero son híbridos. Como resultado, sólo está presente la mitad de la heterosis. La madre es resultado de la cruce Hereford x Angus y por lo tanto está presente la totalidad de la heterosis materna.

La cantidad de heterosis que puede ser utilizada se puede calcular considerando la proporción de los pares de genes que son híbridos en el individuo. La retrocruza H x HA tiene la mitad de los pares de genes híbridos por lo tanto se está ocupando un 50% de la heterosis individual. La hembra es completamente híbrida, por lo tanto se está utilizando un 100% de la heterosis materna. Si se toman vaquillas de la retrocruza y se cubren con un toro Charolais, habrá un 100% de heterosis individual en los productos ya que todos los pares de genes tendrán un miembro Charolais y el otro miembro Hereford o Angus. Cualquier sistema de cruzamiento en que la raza del toro y la raza de la vaca tengan factores comunes, perderán algo de heterosis.

Un punto de confusión para muchos productores es la pérdida de heterosis cuando se forma una raza compuesta. En este caso, habrá una pérdida de heterosis, tal como está descrito anteriormente, debido a las retrocruzas. Sin embargo, una vez que la raza esté establecida y los cruzamientos sean entre individuos que tienen similar constitución genética, el nivel de heterocigosidad y la heterosis resultante debería permanecer constante. Por ejemplo, si se forma un tipo compuesto con dos razas, con igual proporción de ambas razas, el nivel de heterosis se estabilizará en 50%. Esto será verdad hasta que la selección y la consanguinidad comienzan a mover la composición genética de la raza compuesta hacia la homocigosidad.

La pérdida de heterosis descrita en esta sección es la parte debida a la dominancia. La epístasis puede conducir a aumento o disminución en la pérdida de heterosis, dependiendo de la naturaleza de la epístasis. Los informes de investigación sobre epístasis no son muy numerosos pero se ha descubierto que tiene un grado de importancia. El efecto práctico de esta influencia epistática es que la predicción del nivel de heterosis estará sesgado o equivocado en alguna medida.

Uso de los principios genéticos del hibridismo.

Los sistemas de cruzamientos efectivos serán aquellos que aprovechan los recursos de los recursos genéticos disponibles y mantienen altos niveles de heterosis. Los productores deben escoger razas para el rebaño materno que calcen con el ambiente y razas de toros que produzcan los terneros con el mayor valor comercial y con el menor riesgo de distocia. La elección de las razas y el uso apropiado de la heterosis son puntos críticos en el desarrollo de un programa. Hay trabajos de investigación que demuestran experimentalmente que el total de kilos de ternero producidos por vaca en el rebaño de crianza puede aumentar entre un 20 a 25% con un sistema de cruzamiento efectivo. El costo de un buen programa no es diferente del de uno malo. Los productores deben escoger las razas en forma racional, maximizar el uso de la heterosis y desarrollar sistemas de cruzamiento organizados si quieren seguir siendo competitivos.