

**4° SEMINARIO INTERNACIONAL
SOBRE PRODUCCION DE LECHE**

**Facultad de Medicina Veterinaria
y Zootecnia**

Universidad Autónoma de Nuevo León

MEJORAMIENTO EN BOVINOS DE LECHE

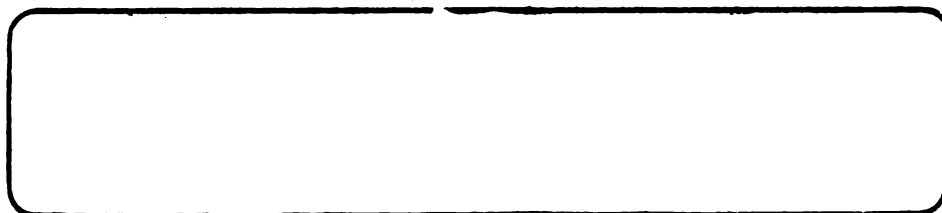
I. BASES GENETICAS Y GENERALIDADES SOBRE SELECCIÓN

**Fernando Mujica, Ph.D.
CATIE**

Monterrey, México



Universidad Autónoma de Nuevo León
 Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
 División de Estudios de Posgrado
 Ave. Lázaro Cárdenas No. 4600 Ote. Unidad Mederos
 Monterrey, Nuevo León.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
 FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Y

GOBIERNO DEL ESTADO DE NUEVO LEON
 SECRETARIA DE FOMENTO AGROPECUARIO



INVITAN AL

4º SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUCCION DE LECHE

P R O G R A M A

Diciembre 2

- | | |
|---------------|---|
| 8:00 - 9:00 | Registro de participantes. |
| 9:00 - 9:30 | Inauguración. |
| 9:30 - 10:30 | La Comisión Estatal de la Leche en Nuevo León y sus funciones.
ING. JOSE. G. MURAIRA GUTIERREZ |
| 10:30 - 11:30 | Comportamiento de becerras Holstein alimentadas con diferentes sustitutos de leche versus leche entera.
MVZ. M.Sc. RUPERTO CALDERON ESPEJEL. |
| 11:30 - 11:45 | Receso. |
| 11:45 - 12:45 | Factores importantes en la estabulación del ganado lechero.
DR. EDUARDO CHRISTENSEN CALERO. |
| 12:45 - 15:00 | Comida. |

- :00 - 16:00 Utilización de Canola en la alimentación del ganado lechero.
DR. ALFREDO NEWELL INSUA.
- :00 - 17:00 Estándares de calidad para leches destinadas a las plantas pasteurizadoras y factores que los afectan.
ING. JOSE G. SANCHEZ VILLARREAL.
- :00 - 17:15 Receso.
- :15 - 18:15 Utilización de Buffers en la alimentación de vacas lecheras.
MVZ. MC. FCO. JAVIER PICON RUBIO.

ciembre 3

- :00 - 10:00 Proteína y Energía de 2 toneladas de leche.
DR. J. TAL HUBER.
- :00 - 11:00 Manejo de la alimentación para vacas lecheras bajo stress por el calor.
DR. J. TAL HUBER.
- :00 - 11:15 Receso.
- :15 - 12:15 Aditivos en las raciones lecheras ¿ se pagan ?
DR. J. TAL HUBER.
- :15 - 13:15 Producción de leche maximizando el uso de forrajes en las raciones.
DR. JORGE KAWAS GARZA.
- :15 - 15:00 Comida.
- :00 - 16:30 Mejoramiento en bovinos de leche: Bases genéticas y generalidades - sobre selección.
DR. FERNANDO MUJICA CASTILLO.
- :30 - 17:30 Integración de un complejo industrial productor de leche.
MVZ. MIGUEL FORAT SANCHOLLE.
- :30 - 17:45 Receso.
- :45 - 19:15 Los grupos sanguíneos de los bovinos.
DR. JERRY CALDWELL.

ciembre 4

- :00 - 10:00 Aspectos contables de un establo lechero.
MVZ. FCO. JAVIER ESPINOSA LOZANO.
- :00 - 11:30 La utilización de los grupos sanguíneos en los programas de mejoramiento del ganado lechero.
DR. JERRY CALDWELL.
- :30 - 11:45 Receso.

Mezclamiento en bovinos de leche: Selección de reproductores.

DR. FERNANDO MUJICA CASTILLO.

15:00

Comida.

— 16:00

Enfermedades metabólicas de la vaca lechera.

DR. NEAL A. JORGENSEN.

— 17:00

Alimentación de la vaca seca.

DR. NEAL A. JORGENSEN.

— 17:30

Receso.

— 18:30

Metabolismo del calcio y fósforo en la vaca lechera.

DR. NEAL A. JORGENSEN.

— 19:00

Clausura con el himno a la memoria y al mas.

REFERENCISTAS:

Ing. José G. Muraira Gutiérrez, Comisión Estatal de la Leche, Unión Ganadera Regional de Nuevo León.

MVZ. M.Sc. Ruperto Calderón Espejel, Facultad de Agronomía, - U.A.N.L.

Dr. Eduardo Christensen Calero, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, U.A.N.L.

Dr. Alfredo Newell Insúa, Asesor en Nutrición Animal.

Ing. Jose G. Sánchez Villarreal, Pasteurizadora Granja las -- Puentes, S. de R.L., Monterrey, N.L.

MVZ. MC. Fco. Javier Picón Rubio, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, U.A.N.L.

Dr. J. Tal. Huber, University of Arizona, U.S.A.

Dr. Jorge Kawas Garza, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, U.A.N.L.

Dr. Fernando Mujica Castillo, C.A.T.I.E., Depto. de Zootecnia, Turrialba, Costa Rica.

MVZ. Miguel Forat Sancholle, Complejo Agropecuario Industrial de Tizayuca, Hgo.

Dr. Jerry Caldwell, Imm Gen, Inc., College Station, Texas, -- U.S.A.

MVZ. Fco. Javier Espinosa Lozano, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, U.A.N.L.

Dr. Neal A. Jorgensen, University of Wisconsin, Madison. - U.S.A.

FECHAS: 2, 3 y 4 de diciembre de 1987.

SEDE Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia,
de la U.A.N.L.

HORARIO: 9:00 a 19:00

CUOTA DE INSCRIPCION \$ 30,000.00
15,000.00 Estudiantes

VALOR CURRICULAR: Diploma de asistencia.

INFORMES E INSCRIPCION: División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Medicina
Veterinaria y Zootecnia de la U.A.N.L.

TELEFONOS: 57-62-23, 57-61-19 y 57-60-15.

COORDINADORES DEL EVENTO

DR. EDUARDO CHRISTENSEN
DR. JORGE KAWAS GARZA
MVZ. FCO. JAVIER ESPINOSA LOZANO

4º SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE
PRODUCCION DE LECHE, FMVZ-UANL

MEJORAMIENTO EN BOVINOS DE LECHE

Fernando Mujica Castillo
CATIE, Turrialba, Costa Rica

I. BASES GENETICAS Y GENERALIDADES SOBRE SELECCION

1. GENERALIDADES

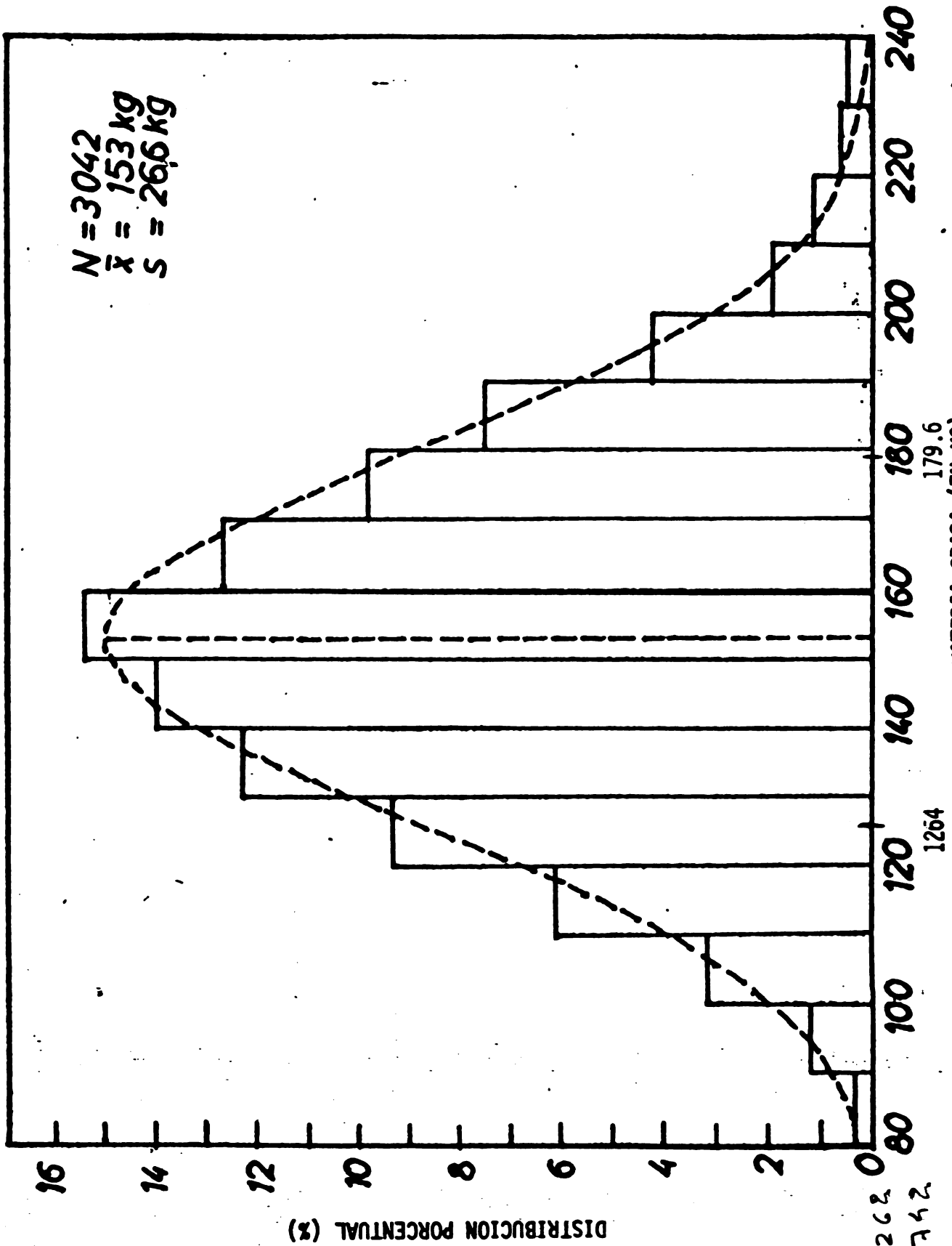
1.1. Caracteres cuantitativos y concepto de heredabilidad

La gran mayoría de los caracteres de importancia económica, tales como producción de leche, velocidad de crecimiento, etc., son del tipo cuantitativo, o sea, son influenciados por muchos genes que van sumando su acción en forma aditiva (A) aunque existen también genes con acción de dominancia (D) y de epistasia o interacción (I). Estos caracteres cuantitativos son además influenciados, con mayor o menor grado, por factores ambientales (Amb) tales como manejo, alimentación, temperatura ambiental, etc.

La acción de todos estos factores condiciona que estos caracteres presenten en los animales de una población (ejem: un rebaño) una variación continua, distribuyéndose la mayor cantidad de animales alrededor del valor medio (Ver Fig. 1); los animales con producciones muy bajas o muy altas están en la minoría.

es la interacción entre genes... de tener o (en la sobre la... lugar... de un par de... resulta la...

FIGURA 2. DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LA PRODUCCION DE 3042 VAQUILLAS HOLSTEIN EN RELACION CON SU PRODUCCION TOTAL DE MATERIA GRASA (1era. LACTANCIA).



En qué magnitud influyen los factores genéticos (aditivos) en la manifestación de un carácter ejem: producción de grasa de la leche, en relación con la acción todos los factores que influyen sobre ella, o sea incluyendo también los factores ambientales, es lo que se llama la heredabilidad (h^2) de este carácter. En términos estadísticos la h^2 se expresa por la relación de varianzas:

$$h^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_F^2} \quad \text{Siendo } \sigma_F^2 = \sigma_G^2 + \sigma_{\text{Amb}}^2$$

$$\sigma_A^2 = \text{Varianza genética aditiva}$$

$$\sigma_F^2 = \text{Varianza fenotípica}$$

$$\sigma_G^2 = \text{Varianza genotípica total}$$

$$\sigma_{\text{Amb}}^2 = \text{Varianza ambiental}$$

De esta fórmula se puede deducir que los valores de Indices de herencia, para los diferentes caracteres, difieren de población en población, pues están influenciados por factores ambientales. Lo ideal es por lo tanto, que estos valores sean estimados en las poblaciones con que se trabaja.

1.2. Objetivo del mejoramiento genético

El objetivo del mejoramiento genético es obtener cambios en la consti-

tución genética de una población, de tal forma que ésta cumpla en mejor forma las exigencias de una producción económica, bajo las condiciones imperantes en la zona. Se persigue entonces cambios "de la población", o sea, del rebaño en su conjunto y no de individuos en forma particular.

1.3. Formas de mejorar genéticamente una población

1.3.1. A través de la selección, según la cual, solo se permite la reproducción de determinados individuos de la población; aquellos que den mayor seguridad de aumentar la productividad de dicha población. Se produce entonces un cambio de la frecuencia de genes de la población, persiguiendo una mayor concentración de aquellos genes favorables a una mayor productividad.

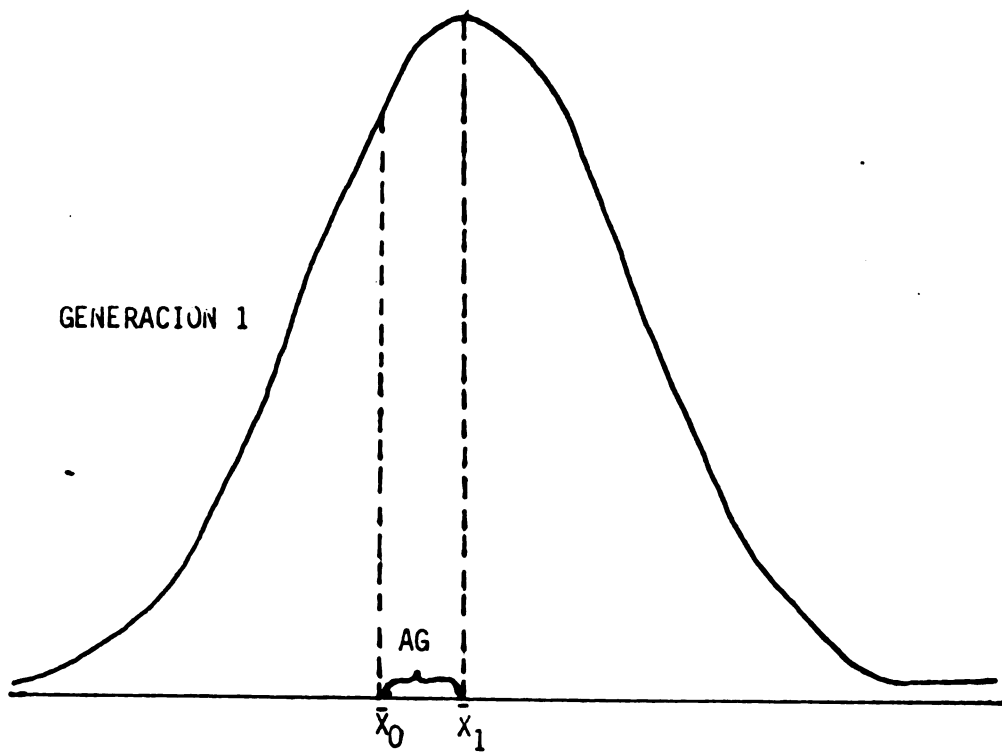
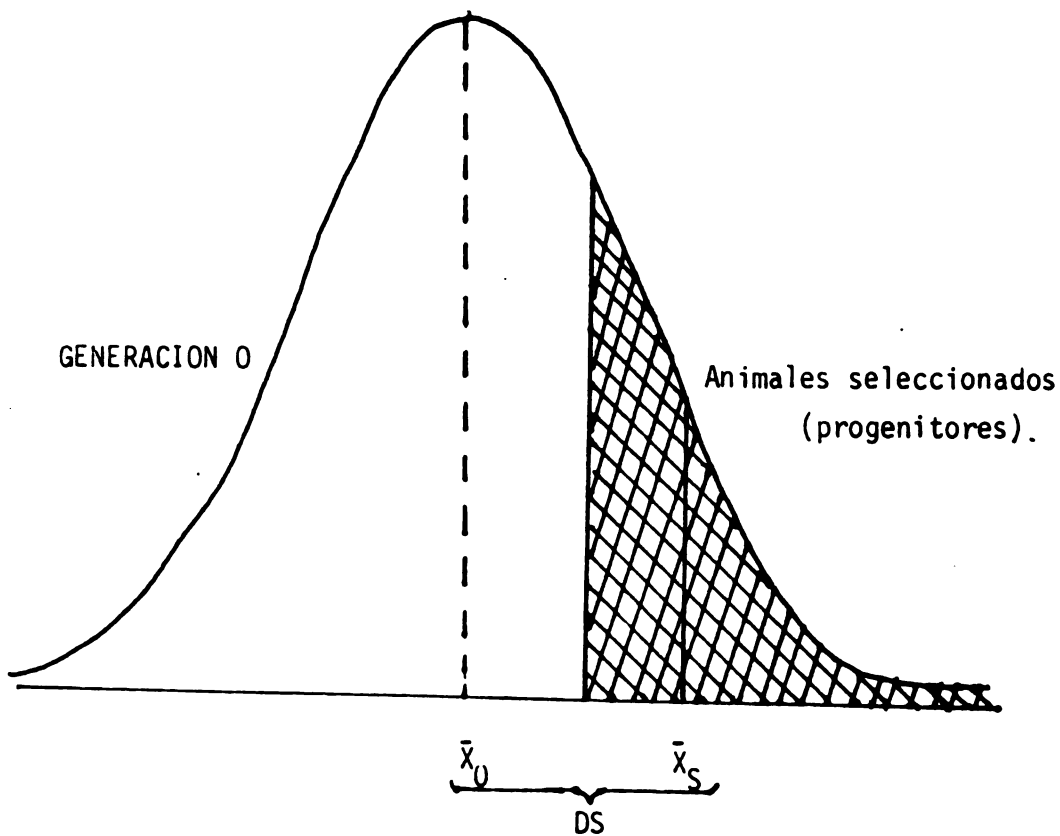
1.3.2. A través de diferentes sistemas de reproducción, dirigiendo los cruzamientos de los individuos de la población. Se produce entonces un cambio de la frecuencia de cigotos (óvulos fecundados), persiguiendo una mayor cantidad de aquellos que nos aseguran una mayor capacidad productiva de los individuos.

En la práctica, estas dos formas de mejoramiento, para incrementar la productividad de la población, se deben complementar.

1.4. Presión de selección y adelanto genético

Al seleccionar los animales, el objetivo principal es obtener el mayor adelanto genético (AG) en el menor tiempo posible, entendiéndose por AG la diferencia de producción entre la media (\bar{X}_0) de la generación parental y la media de la generación filial (\bar{X}_1) expresado en kg de leche o kg de materia grasa o gramo de aumentos de peso, etc. (Figura 2).

Figura 2. Diferencial de Selección (DS) y Adelanto Genético (AG).



$$AG = (\bar{x}_1 - \bar{x}_0) = \frac{DS \times h^2}{IG}$$

El AG depende del Diferencial de Selección (DS), de la Heredabilidad (h^2) del carácter y del Intervalo de Generación (IG).

$$AG = (\bar{X}_1 - \bar{X}_0) = \frac{DS \times h^2}{IG}$$



Por lo tanto el AG será mayor, mientras mayor sea el DS y la h^2 y menor sea el I.G.

El D.S. es la diferencia de producción entre la media de los animales seleccionados o sea, el valor fenotípico medio de los progenitores seleccionados (\bar{X}_S) y la media de la población total (\bar{X}_0) antes de ejercer la selección. Por ejemplo, mientras mayor sea la producción de leche de las vacas seleccionadas en relación con la producción media del rebaño, mayor será el D.S.

$$DS = \bar{X}_S - \bar{X}_0$$

El DS será por lo tanto mayor, mientras menos sean los animales seleccionados, o sea, mientras mayor sea la presión de selección. Si ésta es alta, se escogerán solo los animales más sobresalientes, cuya producción media (\bar{X}_S) será mucho mayor que la media de la población parental. Sin embargo, si no se desea reducir el número de animales de la población (Ejem: número de vientres del rebaño), se debe seleccionar un mínimo de animales que en producción de leche es aprox. 70% anual en el caso de las vacas y un 2-4% anual en caso de los toros (dependiendo si se usa o no IA). Para estimar el D.S. de la población se debe promediar el DS de machos y hembras.

El concepto de heredabilidad (h^2) ya está explicado en el capítulo

La selección que se efectúa en la cría de animales (vacas, toros, etc.)

1.1. De lo anteriormente expuesto, está claro que mientras mayor sea la h^2 del carácter, mayores son sus posibilidades de mejoramiento a través de una adecuada selección.

El I.G. es la edad media de los padres cuando nacen los hijos, padres de la futura generación.

En el caso de bovinos el IG es aproximadamente 3-4 años si no se usa Pruebas de Progenie. Si se usa Prueba de Progenie para seleccionar los sementales, el IG es aproximadamente 6-7 años. (o sea incluye la forma de selección).

El I.G. se alarga en forma excesiva si se mantiene los reproductores viejos (machos o hembras) por un tiempo excesivo o si el estado reproductivo de la población es muy bajo.

Ejemplo teórico de dos rebaños, uno con buena (II) y otro con deficiente (I) eficiencia reproductiva.

	<u>REBAÑO</u>	
	I	II
Vacas (n)	100	100
Becerras nacidos (n)	50	80
Hembras nacidas (n)	25	40
Mortalidad hasta edad de cría (parto) (%)	20	5
Toros o novillos para venta (n)	20	38
<u>Presión de selección</u>	Ninguna	Alta

FUENTE: Plasse (1978)

La eficiencia reproductiva del rebaño influye por lo tanto también so
bre el D.S. e I.G.

2. SELECCION

2.1. Formas de seleccionar

Existen diferentes formas de seleccionar los animales de una pobla -
ción, que presenten una mayor capacidad productiva.

2.1.1. Selección individual: Con base en los antecedentes proporcio
nados por los mismos individuos que se desea seleccionar. Esta puede diferen-
ciarse en: - Selección por tipo y/o conformación y - Selección con base en el
comportamiento productivo de los individuos, o Pruebas de Comportamiento (Ejem:
producción de leche de las vacas).

2.1.2. Selección por Pedigree o por Ancestro: Con base en los anteceu
dentes proporcionados por los padres, abuelos o bisabuelos de los individuos a
seleccionar.

2.1.3. Selección Fraternal: Con base en los antecedentes proporcio
nados por los hermanos (as) o medios hermanos (as) de los individuos a seleccio-
nar.

2.1.4. Por pruebas de Progenie: Con base en los antecedentes propor-
cionados por los hijos (as) de los individuos a seleccionar.

En la práctica se emplea una u otra forma de selección según:

- a) Los antecedentes que se cuente de los animales (registros de producción).
- b) La heredabilidad (h^2) del carácter, prefiriéndose la selección individual en caracteres con h^2 medianas a altas. Ejem: porcentajes de materia grasa o proteína en la leche.
- c) La factibilidad de medir el carácter en ambos sexos, ejm: en producción de leche para seleccionar toros, no se puede considerar la selección con base en Pruebas de Comportamiento.
- d) La factibilidad de medir el carácter solo en el animal muerto, ejem: Caracteres relacionados con la canal. En este caso se debe recurrir a Pruebas de Progenie o Selección Fraternal.

Según las consideraciones dadas, si existen las factibilidades, las diferentes formas de selección deben complementarse.

2.2. Caracteres de importancia económica

Antes de proceder a realizar la selección de los animales, se debe tener claro la orientación de la producción, ejem: solo producción de leche, producción de leche y carne, venta de mantequilla, etc.

Esto estará condicionando los caracteres que servirán como criterios para realizar la selección.

Al seleccionar estos caracteres debe considerarse:

- a. Que ellos sean heredables, o sea que los genes que los controlan sean transmisibles de padres a hijos.
- b. Que sean de importancia económica - demanda vs oferta a nivel de la sociedad.
- c. Que sean fáciles de medir bajo las condiciones normales de la finca. Por ejemplo, la producción de leche por vaca es fácil de medir, si se tiene una romana y las vacas identificadas. Sin embargo, la eficiencia de conversión de los alimentos es difícil de medir, pues para ésto se necesita controlar el consumo diario total por animal.
- d. Que no sean muchos. Debe establecerse prioridades y escoger solo los más importantes, pues entre menos son, el progreso genético que se alcanza en cada una de ellos es mayor. En producción de leche, ésta es una de las características más importantes, hacia donde hay que dirigir el esfuerzo.

2.2.1. Producción de leche: Es por supuesto el carácter de mayor importancia económica en bovinos lecheros, pero la heredabilidad de este carácter es relativamente baja ($h^2 = 0.20$); su índice de constancia o repetibilidad (r) (grado de asociación que se registra en rendimientos productivos sucesivos) es mayor, $r = 0.40 - 0.50$, lo que indica que la primera lactancia es un buen indicador de lactancias futuras.

La producción de leche está relacionada estrechamente con la persistencia de la lactancia, esto es, la mantención de la producción mes a mes durante la lactancia. Normalmente la producción llega a un máximo en los primeros 30-50 días después del parto, luego desciende, hasta terminar la lactancia después de 6 a 11 meses. Las vacas mayores productoras tienen tendencialmente una mayor persistencia de lactancia.

2.2.2. Composición de la leche, o sea, el contenido de materia grasa, proteína y sólidos totales, principalmente.

La h^2 de estos caracteres es relativamente alta (0.5 - 0.6) y su repetibilidad (r) es mayor (0.60 - 0.65). Otra ventaja para la selección es que existen altas correlaciones genéticas (condicionadas solo por los genes que influyen sobre los caracteres) y fenotípicas (condicionadas por la acción de los genes y factores ambientales) entre la cantidad de los ingredientes anteriormente nombrados. Esto significa que al seleccionar en base de la cantidad de un caracter ejem: % de grasa de la leche, también aumentan los otros dos (% proteína y % de sólidos totales). En la práctica se le da mayor importancia a uno u otro, de acuerdo a la orientación de la producción: producción de mantequilla, queso o consumo de leche fresca, en este caso se le puede dar solo importancia a la cantidad de leche.

Sin embargo, la cantidad de leche está negativamente correlacionada con el porcentaje de grasa, proteína y sólidos totales, siendo las correlaciones genéticas ($r_g = -0.20$ a -0.40) mayores que las correlaciones fenotípicas ($r_f = -.10$ a -0.30). Esto no debe confundir con el hecho que las correlaciones entre rendimiento lechero y rendimiento de grasa, proteína y sólidos no gra-

son son altas y positivas ($r_g = r_f = 0.80$).

2.2.3. Calidad del ordeño u "ordeñabilidad".

Este carácter tiene importancia en lecherías intensivas, con ordeño mecánico y está relacionado con la habilidad y velocidad de la vaca en entregar la leche ($h^2 = 0.30$) y está influenciado por aspectos morfológicos como la musculatura lisa que rodea el esfínter de las tetas (condiciona la suavidad del ordeño); además otros caracteres tales como largo de las tetas ($h^2 = 0.80$) diámetro de las tetas ($h^2 = 0.40$), distancia entre tetas ($h^2 = 0.50$) y proporción entre cantidad de leche de cuartos traseros y delanteros ($h^2 = 0.70$).

2.2.4. Eficiencia de conversión de los alimentos (concentrado-pasto).

Es un carácter de importancia económica, pero casi imposible de medir bajo condiciones prácticas, pues requiere control de la alimentación individual. Sin embargo es un carácter que se mide bajo condiciones de Estaciones de Pruebas.

La eficiencia de conversión tiene la ventaja de estar correlacionada positivamente con la producción de leche y sobre todo con los aumentos de peso ($r_f = r_g = 0.5 - 0.6$), carácter que debe ser considerado en lecherías de doble propósito, por la importancia que significa obtener novillos gordos para la venta en el menor tiempo posible y con la menor inversión (menores costos de alimentación).

2.2.5. Reproducción y fertilidad

La reproducción y fertilidad en general son de gran importancia económica, expresados o condicionados por un complejo de caracteres que tienen en común de poseer una heredabilidad muy baja; o sea en primer lugar ellos

están influenciados por condiciones de manejo y alimentación; por lo tanto muy difícil de mejorar a través de selección. Los principales son:

- Intervalo entre partos ($h^2 = 0.00 - 0.10$)
- Días entre concepción y primer servicio ($h^2 = 0.10$)
- Días entre el parto y una nueva concepción
- Días entre el parto y el primer celo ($h^2 = 0.05 - 0.30$)
- Número de servicios por concepción (si I.A.) ($h^2 = 0.05$)
- Porcentaje de "no retornos" después del primer servicio.
- Edad de la pubertad (manifestación del primer celo) ($h^2 = 0.20$)
- Edad del primer parto.

Una baja fertilidad de las vacas también puede deberse a quistes ováricos, que presentan una heredabilidad media a alta.

Problemas de fertilidad en el rebaño pueden estar condicionados también por el toro, el que puede presentar una libido muy baja o una deficiente calidad espermática.

Características del espermio del toro:

- Volumen del eyaculado: 5-6 ml (2-10 ml)
- Concentración espermática en el semen: 1200 Mill. de espermios/ml (300 - 2.000 Mill/ml).
- Motilidad: 70%
- Espermios morfológicamente normales: 80%
- Espermatozoides: 10%

2.2.6. Resistencia a enfermedades y parásitos

Por lo general relacionado con el grado de adaptación que tienen los animales bajo las condiciones imperantes en que viven. Hay claras diferencias entre razas y entre individuos de una misma raza, ejem: resistencia contra la garrapata.

Uno de los problemas mas difundidos en lecherías es la mastitis. La resistencia a la mastitis ($h^2 = 0.25 - 0.40$) está correlacionada con la conformación de la ubre, especialmente con los pezones. Vacas de ordeño más duro presentan menor susceptibilidad a contraer mastitis.

2.2.7. Defectos hereditarios

Normalmente son de carácter recesivo y condicionados por las alternativas en uno o dos locus. Por esta razón, al presentarse un defecto hereditario en un individuo, quiere decir que ambos padres son portadores de dicho gene (poseen un gen sano que es dominante y un gen deletéreo que es recesivo). La frecuencia de los genes deletéreos en una población es generalmente baja, consecuencia de la acción de la selección natural contra estos genes, a través de muchas generaciones. La selección artificial contra defectos hereditarios no puede pretender eliminar los genes de la población, sino eliminar individuos poco productivos y evitar una relativa mayor concentración de individuos con defectos hereditarios (homocigotos recesivos) en las poblaciones que queremos mejorar. Algunos defectos hereditarios: cabeza de bulldog, prognatismo, criptorquidismo, hernia, algunas pérdidas embrionarias, ubres defectuosas, rodillas juntas, patas torcidas, hombros alados, etc.

2.2.8. Tipo y conformación

Ambos conceptos no son equivalentes, pues el tipo es la apariencia general del animal, en la que se reconocen potencialidades fisiológicas ejem: tipo lechero o tipo de carne. En tanto conformación es la proporción entre las distintas partes anatómicas de un animal, indicando una buena conformación, un adecuado balance y armonía entre las diferentes partes del cuerpo.

La selección con base en el tipo y conformación de los animales constituye en muchas explotaciones el único criterio de selección. El tipo y la conformación se han constituido entonces como una única forma de selección y no como un criterio, entre otros, sobre los cuales realizar la selección.

Este tipo de selección ha sido impulsada por las exposiciones ganaderas mal orientadas, que no consideran los antecedentes productivos de los animales.

Las correlaciones entre tipo y conformación con la producción de leche son en general, prácticamente igual a cero, incluso según algunos investigadores, se presentan correlaciones negativas. Sin embargo, en vacas altas productoras existe una correlación positiva ($r= 0.20$) entre producción de leche y algunas medidas corporales, como aquellas relacionadas con la capacidad corporal de los animales, pues si ésta es mayor, habrá también mayor consumo de grandes cantidades de forraje y por consiguiente mayor producción.

La selección con base en la conformación de los animal

les tiene mayor significado, si se relaciona con el concepto de duración de la vida productiva de los animales ejem: buena conformación y solidez de extremidades y pezuñas o la conformación de ubres y pezones de las vacas, que puedan garantizar una larga vida productiva (mayor longevidad); pero no si se relaciona con aspectos estéticos de color y forma. Estos factores, sin embargo, aún tienen relevancia en explotaciones que producen pie de cría. La asociación Hols - tein tiene una clasificación descriptiva del tipo, según la cual califican las vacas en seis categorías, desde excelente (E) (90 - 100 puntos) hasta pobre (P) (64 y menos puntos).

2.3. Selección de las vacas

Los fines básicos de la selección de las vacas son establecer la siguiente clasificación:

- a) Selección de vacas destinadas fundamentalmente a la producción de leche.
- b) Selección de vacas destinadas fundamentalmente a la producción de leche y producir novillas para reemplazos (madre de madres).
- c) Selección de vacas destinadas fundamentalmente a la producción de leche, producir novillas y toros de reemplazos, los que serán utilizados en el mismo rebaño o en inseminación artificial (madre de padres).

Como ya se ha señalado anteriormente, la reposición anual de hembras generalmente recomendado, es de un 30%.

2.3.1. Procedimiento

La selección de las vacas debe ser un proceso continuo que dura toda su vida. El primer paso es su selección como vaquilla de reemplazo, proceso que debe contar con varias etapas de preselección hasta llegar a la selección definitiva como vaquilla de reemplazo, después de su primera lactancia. Posteriormente la vaca debe constantemente mostrar su capacidad de mantener un alto nivel productivo, complementado con un buen nivel reproductivo (en lo i - deal un parto al año). Etapas de selección:

- a) Antes de nacer la cría, los animales deben someterse a una preselección, pues se está particularmente interesado solo en ciertos apareamientos, para seleccionar las futuras madres de madres y madres de padres.
- b) Se debe prestar especial atención a los padres del animal a selecciónar. Los antecedentes de los abuelos y bisabuelos solo tiene objeto considerarlos, si los padres no son suficientemente conocidos ejem: si la vaca madres de primer parto y/o si el toro no es probado.
- c) Crianza y desarrollo. Durante estas etapas se debe considerar: la ausencia de defectos hereditarios, el desarrollo general de las vaquillas y la ausencia de serios problemas de conformación como criterios de pre-selección de las novillas.
- d) Pubertad y empadre. Las novillas deben presentar su primer celo a los 13-15 meses y si tienen suficiente peso (mayor de 320 kg en va

cas Holstein) pueden ser cubiertas a los 16-20 meses. Un nuevo criterio de pre-selección es si las vaquillas quedan preñadas sin mayores problemas.

- e) La selección definitiva como vaquilla de reemplazo tiene lugar al terminar la primera lactancia, con base en su prueba de comportamiento, fundamentalmente en relación con la producción de leche.

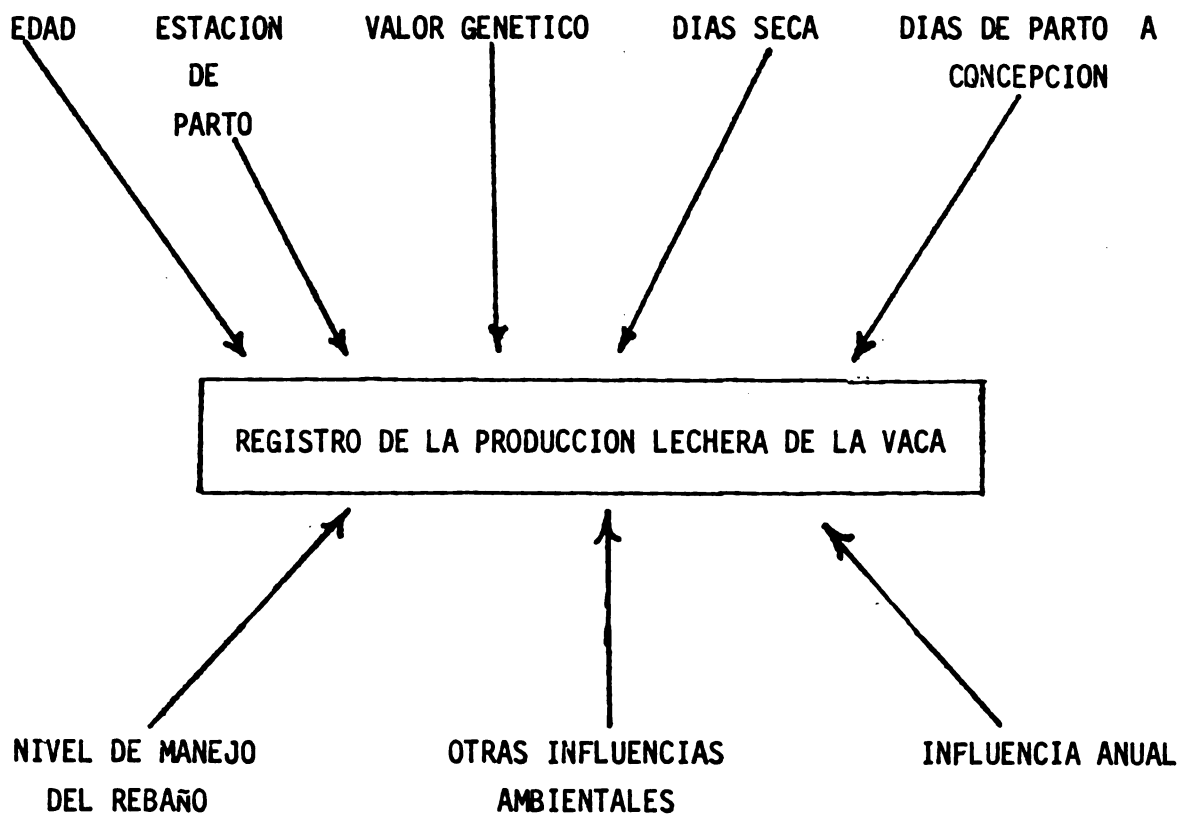
2.3.2. Selección de las vacas con base en sus registros de producción.

Corrección de factores. Al comparar producción de diferentes vacas para su selección, se debe antes estandarizar las producciones con base en correcciones de factores que la influyen, o comparar sólo lactancias efectuadas bajo las mismas condiciones ambientales (muy difícil de encontrar, especialmente en rebaños pequeños).

Los principales factores que deben ser considerados son: largo de la lactancia, porcentaje de grasa en la leche, número de ordeños al día, edad de la vaca, número de lactancias, año y época del parto, período entre partos, etc. La Figura 3. da una idea de estas relaciones.

Al comparar la producción láctea de las vacas, con el objeto de clasificarlas en cuanto a su capacidad productiva y luego proceder a seleccionarlas, se debe eliminar el efecto de estos factores que influyen sobre la producción de leche, pues de lo contrario se puede tener resultados distorcionados. Se puede caer en el error de seleccionar vacas como las mejores, aún cuando sus producciones, comparativamente más altas que las de sus compañeras de establo, no

FIGURA 3. DIAGRAMA DE ALGUNOS FACTORES QUE ENMASCARAN EL VALOR GENETICO DE UNA VACA PARA LA PRODUCCION DE LECHE



Fuente: Schmidt y Van Vleck (1975)

se deban a orígenes genéticos, sino ambientales y por lo tanto no transmisibles a la descendencia.

Por esta razón, a través de metodologías estadísticas se debe proceder a la eliminación del efecto de estos factores, sobre la producción láctea. Generalmente los primeros ajustes se realizan en cuanto a: largo de la lactancia, porcentaje de materia grasa y número de ordeños al día.

Largo de la lactancia: Generalmente la producción de leche se ajusta a los 305 días de lactancia. Sin embargo puede ajustarse a menos días ejem: 200 días, con la ventaja que los resultados se obtienen 3 y 1/2 meses antes, lo que en determinadas condiciones puede ser de relevancia.

Porcentaje de materia grasa: Generalmente la producción de leche se corrige al 4% de materia grasa (M.G.), según la fórmula de Gaines.

$$\text{Leche corregida al 4\% M.G.} = \text{Fat corrected Milk (FCM)} = 0.4 (\text{Total de leche}) + 15 (\text{Total de M.G.})$$

Ejem: 4500 kg de leche con 3.67% MG y por consiguiente 165 kg de MG
 $\text{FCM} = 0.4 (4500) + 15 (165) = 4275 \text{ kg de leche.}$

Números de ordeños: Bajo las condiciones comunes del país este factor no tiene importancia, pues casi todas las lecherías ordeñan dos veces al día.

Para eliminar el efecto de los otros factores, lo ideal es proceder a realizar un análisis de los registros de leche corregidos a 305 días y 4% MG, a través de modelos estadísticos mixtos (pues contienen factores fijos y aleatorios), utilizando paquetes estadísticos como el programa Harvey.

Si no se cuenta con medios computacionales, se puede comparar producciones generadas bajo condiciones ambientales semejantes ejem: vacas con el mismo número de partos, que han parido por primera vez con edades similares y que han tenido su parto en la misma época del año.

Otra alternativa es proceder a realizar correcciones por ejem: por edad de vacas a equivalente adulto, usando tablas generadas en otras poblaciones (USA, Europa). Esta solución es menos recomendable, pues las tablas son elaboradas bajo condiciones muy diferentes a las imperantes en el país.

Si solamente se analiza la producción de vaquillas de reemplazo, se elimina lógicamente las correcciones por edad a equivalente adulto, pero sin embargo debe considerarse la edad de este primer parto.

Una vez realizadas estas correcciones se debe proceder a clasificar las vacas con base en:

- a) La habilidad probable de producción (HPP) o más probable habilidad productora (MPHP), que estima el rendimiento productivo anticipado en los siguientes partos.
- b) El valor estimado del genotipo (VEG) o valor de transmisión esti-

mado (VTE). Este último valor determina las vacas elites, o sea "madre de sementales" o "madre de padres".

Esto se tratará con más detalle en seminario aparte.

2.4. Selección de los toros

Un viejo adagio dice "el toro es la mitad del rebaño". En la actualidad, con el uso de I.A., que da las posibilidades que un toro tenga numerosa descendencia, este adagio se confirma con creces.

Según las fuentes de mejora de un rebaño se pueden distribuir de la siguiente forma:

- padre de los toros..... 43%
- madre de los toros..... 33%
- padre de las vacas..... 18%
- madre de las vacas..... 6%

La contribución del toro es entonces un 61%, lo que indica la importancia que se le debe dar a la selección del toro en un programa de mejoramiento.

2.4.1. Procedimiento

En producción de leche, la forma ideal de estimar el valor de cría o genotípico (VG) de un toro es a través de las pruebas de descendencia.

Como primera etapa debe realizarse una pre-selección de los toros con base en su pedigree. Para esto se retienen aquellos sementales jóvenes

nes cuyo padre fue probado (con buenos o excelentes resultados) por descendencia y cuya madre es hija de un excelente toro probado, conocida por su alta producción (en lo posible vacas con varias lactancias) y cuya familia (hermanas y medias hermanas) es notable por su alta productividad.

Según el Milk Marketing Board, al clasificar los toros según su VG en 5 categorías, las probabilidades de obtener toros de alto VG es 1/5 si el toro padre es de la mejor categoría y 1/17 si el toro padre es de la categoría más baja.

En la pre-selección de los toretes debe considerarse además: ausencia de defectos hereditarios, buen desarrollo y una conformación que no presente fallas evidentes, cuyo origen sea de carácter genético, o fallas que puedan limitar la vida productiva del toro ejem: problemas irrecuperables de patas y/o pezuñas.

Los toros pre-seleccionados se pueden seleccionar definitivamente a través de Pruebas de descendencia.

Más detalle sobre el particular en seminario aparte.

BIBLIOGRAFIA

1. FALCONER, D.S. 1970. Introducción a la Genética Cuantitativa, CECSA, México.
2. HAMMOND, J.; JOHANSSON, I. y HARING, F. 1969. Haustiergenetik, Verlag Paul Parey, Berlín.
3. JOHANSSON, I.; RENDEL, J. y GRAVERT, H.O. 1966. Haustiergenetik und tierzuechtung. Ed. Paul Parey, Berlín.
4. LASLEY, J.F. 1970. Genética del Mejoramiento del Ganado. Ed. Hispanoamericana, México.
5. PLASSE, D. 1978. La selección de vacas para la producción de carne. V. Ciclo Internacional de Conferencias sobre Ganado Tropical.
6. Schmidt y VAN VLECK. 1975. Reproducción y selección del ganado vacuno lechero.