



Universidad de la Republica
FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTIMACION DE PARAMETROS GENETICOS
EN RODEOS LECHEROS.

por

Gustavo BERNHEIM JASTROB

TESIS

1992

MONTEVIDEO

URUGUAY



T. 2183

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTIMACION DE PARAMETROS GENETICOS

EN RODEOS LECHEROS

DEPARTAMENTO DE
DOCUMENTACION Y
BIBLIOTECA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Por

Gustavo BERNHEIM JASTROB

TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título
de Ingeniero Agrónomo.
(Orientación Agrícola-Ganadera).

Montevideo

URUGUAY

1992

Tesis aprobada por:

Director:

Luis M. Salvarrey

Nombre completo y firma

Edgardo L. Cardozo

Nombre completo y firma

Gonzalo E. Gonzalez

Nombre completo y firma

Fecha:

9 de junio de 1992

Autor:

Gustavo Bernheim Jastrob

Nombre completo y firma

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
PAGINA DE APROBACION.....	I
TABLA DE CONTENIDO.....	II
LISTA DE CUADROS.....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	V
<u>I. INTRODUCCION</u>	1
<u>II. REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	3
A. PARAMETROS GENETICOS.....	3
1. Heredabilidad.....	3
2. Utilidad del coeficiente de heredabilidad.....	4
B. ESTIMACION DE LA HEREDABILIDAD.....	4
1. Modelos	5
2. Modelos más usados en genética.....	6
2.1. Efectos Fijos.....	7
2.2. Efectos Aleatorios.....	8
C. COMPONENTES DE VARIANZA.....	10
1. Método 1 de Henderson.....	11
2. Método 2 de Henderson.....	12
3. Método 3 de Henderson.....	12
4. Maximum Likelihood.....	12
5. Restricted Maximum Likelihood.....	13
6. Minimum Variance Quadratic Unbiased Estimation.....	13
7. Mérito relativo de cada método.....	13
D. EFECTOS DE LA SELECCION.....	14
1. Sobre la distribución y varianza muestrales.....	14
2. Sobre el uso de más de una lactancia por animal.	15
E. ESTIMACION DE PARAMETROS GENETICOS A NIVEL INTERNACIONAL.....	17
1. Producción de leche.....	17
2. Producción de grasa.....	20
F. CONTROL LECHERO EN URUGUAY.....	21
G. ANALISIS DE REGISTROS LECHEROS EN NUESTRO PAIS.....	22
1. Efectos no Genéticos.....	22

1.1. Estación de Parto.....	22
1.2. Año de Parto.....	23
2. Efectos Genéticos.....	23
III. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	24
A. MATERIALES DISPONIBLES.....	24
1. Datos.....	24
2. Hardware.....	24
3. Software.....	25
B. MODELO UTILIZADO.....	25
1. Factores Genéticos.....	25
2. Factores Fijos	26
C. PROCESAMIENTO DE LOS REGISTROS.....	28
1. Restricciones Impuestas.....	28
2. Descripción de la Base de Datos A.....	29
IV. <u>RESULTADOS</u>	32
A. NECESIDAD DE NUEVAS RESTRICCIONES.....	32
B. PRODUCCION DE LECHE.....	38
1. Análisis de varianza.....	38
2. Estimaciones de heredabilidad.....	40
C. PRODUCCION DE GRASA.....	41
1. Análisis de varianza.....	41
2. Estimaciones de heredabilidad.....	42
V. <u>DISCUSION</u>	43
A. ANALISIS DE LA BASE DE DATOS DEL SISTEMA DE CONTRALOR LECHERO.....	43
B. ESTIMACIONES LOGRADAS PARA LA HEREDABILIDAD.....	44
1. Control sobre lactancias seleccionadas.....	44
2. Dependencia en la matriz de diseño y efectos confundidos.....	45
3. Apareos no aleatorios y el uso del Modelo Padre..	46
4. Carencias del software.....	47
VI. <u>CONCLUSIONES</u>	48
VII. <u>RESUMEN</u>	49
VIII. <u>ABSTRACT</u>	50
IX. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	51

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro NO</u>	<u>Página</u>
1. Resumen de trabajos de estimación de heredabilidad para la producción de leche realizados a nivel internacional.....	18
2. Heredabilidad de la producción de leche según el nivel de producción de los rodeos.....	19
3. Resumen de trabajos de estimación de heredabilidad para la producción de grasa realizados a nivel internacional.....	20
4. Factores de interés para la creación de un modelo en la Base de Datos A.....	29
5. Factores de interés para la creación de un modelo en la Base de Datos B.....	33
6. Factores de interés para la creación de un modelo en la Base de Datos C.....	36
7. Análisis de varianza para la producción de leche en la Base de Datos B.....	38
8. Análisis de varianza para la producción de leche en la Base de Datos C.....	39
9. Estimadores logrados para la heredabilidad de la producción de leche y sus respectivos errores estándar según la base de datos y modelo utilizados.....	40
10. Análisis de varianza para la producción de grasa en la Base de Datos B.....	41
11. Análisis de varianza para la producción de grasa en la Base de Datos C.....	42
12. Estimadores logrados para la heredabilidad de la producción de grasa y sus respectivos errores estándar según la base de datos y modelo utilizados.....	42

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura NO</u>	<u>Página</u>
1. Porcentaje de rodeos con distintas cantidades de registros en la base de datos A.....	30
2. Distribución de la producción de leche en la Base de Datos A.....	31
3. Distribución de la producción de grasa en la Base de Datos A.....	31
4. Porcentaje de rodeos con distintas cantidades de registros en la base de datos B.....	34
5. Distribución de la producción de leche en la Base de Datos B.....	35
6. Distribución de la producción de grasa en la Base de Datos B.....	35
7. Porcentaje de rodeos con distintas cantidades de registros en la base de datos C.....	36
8. Distribución de la producción de leche en la Base de Datos C.....	37
9. Distribución de la producción de grasa en la Base de Datos C.....	37

1) INTRODUCCION

La industria láctea en nuestro país se ha expandido en forma muy importante durante los últimos años, destinándose una parte creciente de la producción al mercado internacional, y constituyendo una fuente creciente de divisas para el país.

Uno de los factores que determinan el nivel de producción de leche es el potencial genético de los rodeos; y su mejoramiento se destaca por tener un efecto permanente y acumulativo.

El Uruguay carece de un programa nacional de mejoramiento genético para ganado lechero; cuyo punto culminante sería la instauración de un sistema de prueba de progenie (la prueba de toros jóvenes a través del control de sus hijas en diferentes rodeos). Para que una prueba de este tipo alcance su máxima eficiencia es necesario determinar previamente estimaciones de parámetros genéticos y factores de corrección por efectos ambientales para las condiciones de nuestro país, ya que la bibliografía internacional demuestra que estos parámetros no tienen un valor que pueda considerarse universal.

Gianola (1991), plantea que este tipo de estimaciones pueden ser logradas cada vez con mayor eficiencia, debido al avance de las técnicas de análisis estadístico en los últimos años, pero que el cuello de botella en el Uruguay radica en la insuficiencia y la pobre calidad del contralor lechero, lo que determina la carencia de bases de datos representativas de las condiciones del país de tamaño y calidad adecuadas.

El objetivo de este trabajo es:

- intentar obtener una estimación primaria de la heredabilidad de la producción de leche y grasa para las condiciones de nuestro país.
- identificar las limitantes existentes (tanto a nivel de contralor lechero; como en cuanto a la tecnología de procesamiento) que deben ser superadas con la finalidad de ajustar una estimación más exacta.

11) REVISION BIBLIOGRAFICA

A) PARAMETROS GENETICOS

Warwick y Legates (1979), afirman que la variabilidad observada en un carácter es la resultante de la acción de los genes individuales y sus combinaciones en respuesta a las condiciones ambientales.

Según Falconer (1974), la teoría genética que provee las bases para la dirección de programas de mejoramiento aplicados reside en la partición de la varianza fenotípica observada en componentes atribuibles al genotipo y al ambiente. Entre los primeros se encuentra la varianza genética aditiva, la varianza debida a las desviaciones por dominancia y la varianza genotípica residual o epistática. Los componentes atribuibles al ambiente comprenden a toda la variación de origen no genético.

El mismo autor se refiere a la interacción entre genotipo y ambiente; fenómeno por el cual una diferencia específica de ambiente genera respuestas diferentes a través de los genotipos. Sostiene que en condiciones en las cuales las diferencias entre ambientes no sean demasiado grandes este componente es incluido dentro de la varianza ambiental.

1) HEREDABILIDAD

En base a los conceptos vertidos anteriormente; Falconer (1974), define como heredabilidad (en un sentido estricto), a la fracción de la varianza fenotípica observada que es debida a efectos genéticos aditivos. Como se trata de un cociente entre fuentes de variación, su valor es descriptivo de un carácter, en una población y en un momento determinado, pudiendo ser alterado tanto por cambios en la varianza

genética aditiva como en cualquiera de los componentes del denominador.

2) UTILIDAD DEL COEFICIENTE DE HEREDABILIDAD

Lasley (1978), Falconer (1974), Warwick y Legates (1979), Swalve y Van Vleck (1987), sostienen que la única porción de superioridad en los valores fenotípicos de los animales susceptible de ser recobrada en su progenie en un proceso de selección es aquella que sea debida a diferencias genéticas aditivas.

Por ser la relación existente entre la variación genética aditiva y la variación total para una población y carácter determinados, la heredabilidad permite:

- Estimar el valor de un individuo como reproductor a partir de su valor fenotípico.
- Nos indica la susceptibilidad de un carácter particular a la presión de selección.
- Permite optar entre varios planes de mejoramiento y predecir la respuesta a esperar si se utiliza cada uno de ellos

B) ESTIMACION DE LA HEREDABILIDAD

Kempthorne y Tandon (1953), Falconer (1974), Warwick y Legates (1979), sostienen que la base de todos los procedimientos para estimar la heredabilidad consiste siempre en evaluar cuanto más parecidos son los individuos de mayor grado de parentesco con respecto a los individuos no emparentados.

Según Henderson (1985), la obtención de estimaciones de heredabilidad exige la disponibilidad de registros de

animales emparentados. El autor señala que las relaciones de parentesco tradicionalmente utilizadas han sido la existente entre parejas progenitor-descendiente y entre medio hermanos paternos; pero plantea que los métodos más modernos permiten el uso de otras relaciones de parentesco en forma adicional a las antes mencionadas y conducen a la estimación más exacta de los parámetros genéticos.

1) MODELOS

Según Gianola (1991), un modelo es una representación matemática de los factores que afectan a un registro de producción, clasificándose entre univariados y multivariados de acuerdo al número de caracteres que incluyan.

Sorensen y Kennedy (1984), explican la utilidad de los modelos matemáticos en la necesidad de discriminar las diferentes fuentes de variación que se superponen en los registros de producción normalmente disponibles.

Salvarrey (no publicado), afirma que detrás de cada uno de los modelos genéticos más importantes hay un modelo lineal implícito.

Searle (1971), sostiene que para que las variables independientes de naturaleza nominal puedan tomar un valor numérico, es necesario introducir un criterio subjetivo o arbitrario. Para diferenciarlas de las variables que toman valores numéricos en forma natural, utiliza el término "factor", análogamente a los valores que puede tomar un factor los denomina "niveles".

Utilizando esta terminología, el autor distingue tres tipos diferentes de modelos lineales:

LOS MODELOS FIJOS. En los cuales los niveles de los factores son de interés por sí mismos en el análisis.

LOS MODELOS ALEATORIOS. En este caso los niveles de los factores son tomados al azar de una población con variabilidad interna, y el objetivo del análisis es sacar inferencias acerca de la población a la que pertenecen los mismos.

LOS MODELOS MIXTOS. Que incluyen factores de los dos tipos descriptos anteriormente.

2) MODELOS MAS USADOS EN GENETICA

Everett y Keown (1984), sostienen que la utilización de modelos mixtos en los EEUU permitió conseguir una ganancia genética anual entre 1957 y 1982 de 31 kg. leche/año.

Henderson (1985), afirma que los modelos más comúnmente usados en mejoramiento animal son modelos lineales mixtos de la siguiente forma:

$$y = X\beta + Zu + e$$

Donde:

- y = vector de registros, de dimensión $n \times 1$
- β = vector que representa los factores fijos.
- u = vector que representa los factores aleatorios.
- e = vector que representa los efectos residuales.
- X y Z = matrices de coeficientes de β y u.
- u y e no están correlacionadas, sus medias son nulas y sus varianzas son matrices no singulares G y R.

Henderson (1973), aclara que este modelo es completamente general en el sentido de que términos pueden ser incluidos y de cuales van a ser considerados como fijos y cuales como aleatorios. Respecto a la definición concreta del modelo; el autor asegura que si bien cuanto mas completo sea el mismo habrá menores posibilidades de sesgo, los costos de computación serán cada vez mayores.

2.1) EFECTOS FIJOS

Van Vleck (1983), distingue dos tipos de efectos fijos: aquellos como la edad ó largo de lactancia, de los cuales es posible contar con factores de corrección estimados a través de bases de datos preexistentes y los que como manejo, año y estación de parto, se generan simultáneamente con los registros de producción y por lo tanto deben ser incluidos en los modelos.

Según White et al. (1981), el efecto de los rodeos, años, estaciones y sus interacciones explican del 30 al 50% de la variación en los registros de producción de duración estandarizada y corregidos por edad. Los mismos autores afirman que la capacidad de eliminar la mayoría de esa variación con modelos manejables ha representado una contribución de fundamental importancia y es un requerimiento crítico en los métodos mejorados de evaluación.

Para Bereskin y Freeman (1965), la razón de considerar los efectos de rodeo, año y estación como un único efecto conjunto formado por cada combinación diferente de los anteriores surge del gran efecto de la interacción entre los mismos encontrado aún en zonas geográficamente muy homogéneas.

Los mismos autores afirman que el agrupamiento de meses en estaciones debe basarse principalmente en el criterio de maximizar la varianza entre estaciones, minimizar la varianza entre meses dentro de una estación y minimizar la varianza residual.

2.2) EFECTOS ALEATORIOS

Salvarrey (no publicado), menciona los modelos que él considera como los más usados en genética animal; haciendo referencia a los distintos efectos aleatorios que ellos contemplan:

El Modelo Padre:

$$y_{ijk} = \mu + H_i + S_j + e_{ijk}$$

Donde:

y_{ijk} = es el vector de los registros.

H_i = representa los factores fijos incluidos en el modelo.

S_j = es el efecto aleatorio del jésimo padre.

e_{ijk} = representa los efectos residuales.

Según Sorensen y Kennedy (1984), este modelo asume que la progenie está emparentada solamente a través de su padre; de lo que se deriva que en el caso de que los apareos no sean aleatorios queda incluido dentro del efecto padre el efecto que en realidad es debido a las diferentes madres que se asignan en forma diferencial.

Modelos que incluyen el efecto de ambos padres:

$$y_{ijkl} = \mu + H_i + S_j + D_k + SD_{jk} + e_{ijkl}$$

Donde:

y_{ijkl} = es el vector de los registros.

H_i = representa los factores fijos incluidos en el modelo.

S_j = es el efecto aleatorio del jésimo padre.

D_k = es el efecto aleatorio de la késima madre.

SD_{jk} = es el efecto aleatorio de la interacción.

e_{ijkl} = representa los efectos residuales.

El modelo que incluye el efecto madre anidado en el efecto padre:

$$y_{ijkl} = \mu + H_i + S_j + D_{jk} + e_{ijkl}$$

Donde:

y_{ijkl} = es el vector de los registros.

H_i = representa los factores fijos incluidos en el modelo.

S_j = es el efecto aleatorio del jésimo padre.

D_{jk} = es el efecto aleatorio de la késima madre dentro del jésimo padre.

e_{ijkl} = representa los efectos residuales.

El Modelo Animal:

$$y_{ijk} = \mu + H_i + a_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

y_{ijk} = es el vector de los registros.

H_i = representa los factores fijos incluidos en el modelo.

a_{ij} = es un término aleatorio que incluye los valores genéticos aditivos de cada animal.

e_{ijk} = vector que representa los efectos residuales.

Henderson (1986), Swalve y Van Vleck (1987), Van Vleck et al. (1988), Wade y Van Vleck (1989), afirman que el Modelo Animal permite incluir todas las relaciones de parentesco conocidas entre los animales simultáneamente, lo que posibilita a su vez obtener el mismo nivel de precisión en la estimación con un tamaño de muestra mucho menor.

Tempero (1990), recomienda el uso de un Modelo Animal para la evaluación genética del ganado lechero en las condiciones de nuestro país mencionando que el gran problema asociado con el uso del mismo es la necesidad de contar con equipos de computación de gran poder.

C) COMPONENTES DE VARIANZA

Según Searle (1971), dado un modelo que incluya factores aleatorios, se llama componente de varianza, a la porción de la varianza de la variable de respuesta asociada a cada uno de los factores aleatorios incluidos en el modelo.

Lin y McAllister (1984), afirman que para lograr estimaciones de parámetros genéticos, tales como la heredabilidad, es necesario contar con alguna metodología que permita la estimación previa de los componentes de varianza que afectan al carácter bajo estudio.

Henderson (1990), afirma que los genetistas animales han estado a la vanguardia del uso y del desarrollo de métodos de estimación de componentes de varianza. Según este autor los métodos primitivos consistían en igualar los cuadrados medios de un análisis de varianza convencional para datos balanceados a sus esperanzas; siendo el principal problema que raramente se disponía de este tipo de datos.

Lin y McAllister (1984), aseguran que hasta 1967 para la estimación de componentes de varianza con datos desbalanceados, fueron utilizados casi exclusivamente los métodos propuestos por Henderson en 1953.

De acuerdo con Sorensen y Kennedy (1984), éstos son estimadores basados en análisis de varianza que usan correlaciones intraclase entre familias de hermanos con modelos que incluyen elementos fijos y aleatorios.

1) METODO 1 DE HENDERSON

De acuerdo con Henderson (1953), se obtienen las sumas de cuadrados como en un ANOVA para datos ortogonales; se las iguala a sus esperanzas obtenidas asumiendo un modelo de efectos exclusivamente aleatorios y de esta manera se despejan las varianzas. El problema de este método según su autor es que produce estimadores sesgados si hay elementos fijos o correlacionados en el modelo.

2) METODO 2 DE HENDERSON

De acuerdo con Henderson (1953), se obtienen estimadores para los efectos fijos a través de mínimos cuadrados, se corrigen los datos con estas estimaciones y luego usando los datos corregidos en lugar de los originales se procede como en el método 1. Según el autor este método sigue produciendo estimadores sesgados en el caso de haber interacción entre los efectos fijos y aleatorios incluidos en el modelo.

3) METODO 3 DE HENDERSON

De acuerdo con Henderson (1953), se calculan los cuadrados medios a través de la suma de cuadrados secuencial en un análisis convencional de mínimos cuadrados para datos ortogonales, se igualan a sus esperanzas y así se despejan las varianzas. Según Thompson (1979), este método usa un modelo de efectos fijos para generar sumas de cuadrados y luego encuentra sus esperanzas bajo un modelo mixto. Cuando se deben estimar más de dos componentes se pueden encontrar más sumas de cuadrados que los componentes a estimar y no siempre es obvio cuales sumas de cuadrados deberían usarse.

Henderson (1990), sostiene que los métodos 1 y 3 han sido ampliamente utilizados en mejoramiento animal. Atribuye gran parte de su popularidad al hecho de que dos paquetes de procesamiento estadístico como son el sistema SAS y el LSMLMW los hayan implementado.

4) MAXIMUM LIKELIHOOD (ML)

Thompson (1979), afirma que este método fue propuesto por Hartley y Rao en 1967 y le critica el hecho de asumir que los efectos fijos son conocidos cuando en realidad son estimados. Según Lin y McAllister (1984), las estimaciones producidas por este método son sesgadas porque usa el total de registros



como grados de libertad para la estimación de la varianza residual, sin tomar en cuenta los grados de libertad asociados al ajuste de los efectos fijos en el modelo mixto.

5) RESTRICTED MAXIMUM LIKELIHOOD (REML)

De acuerdo con Thompson (1979), fue propuesto por Patterson y Thompson en 1971 y tiene en cuenta la pérdida de grados de libertad causada por la estimación de los efectos fijos. Según Swalve y Van Vleck (1987), los estimadores producidos por REML en contraste a los producidos por ML no son sesgados por la estimación de los efectos fijos incluidos en el modelo.

6) MINIMUM VARIANCE QUADRATIC UNBIASED ESTIMATION (MIVQUE)

Thompson (1979), afirma que el MIVQUE fue propuesto en 1971 por Rao. Sorensen y Kennedy (1984), sostienen que este método tiene las propiedades deseables asociadas con los estimadores del tipo ML pero que tiene la desventaja de que debe contarse con estimaciones previas de las relaciones entre los componentes de varianza. Según los autores citados la necesidad del conocimiento previo de estas relaciones puede reducirse usando procedimientos iterativos como el REML.

7) MERITO RELATIVO DE CADA METODO (en ausencia de selección)

En cuanto al mérito relativo de cada uno de los métodos citados, Henderson (1974), afirma que si existiera alguno que minimizara la varianza muestral, lo cual es imposible a no ser en el caso ortogonal, éste sería el método de opción.

Henderson (1990), sostiene que la primera solución general al problema de la minimización de las varianzas muestrales en el caso no ortogonal es el MIVQUE de Rao y que si tenemos una idea razonablemente buena acerca de las proporciones entre

Fuentes de varianza probablemente el MIVQUE sería el mejor método.

Según Sorensen y Kennedy (1984), en la ausencia de selección y siempre que se cuente con estimaciones previas apropiadas MIVQUE produce las menores varianzas muestrales entre todos los estimadores cuadráticos insesgados.

Lin y McAllister (1984), afirman que para aplicaciones prácticas los estimadores producidos por REML y MIVQUE podrían ser considerados iguales aunque el MIVQUE no requiere iteración lo que lo hace preferible debido al ahorro de tiempo.

D) EFECTOS DE LA SELECCION

1) SOBRE LA DISTRIBUCION Y VARIANZA MUESTRALES

Aisbett (1984), plantea que la selección de registros, tanto a nivel de la etapa productiva como en una etapa de preparación para un eventual análisis (edición), puede provocar que la distribución de los rendimientos en la base de datos resultante no corresponda con la de la población original. El autor cita el caso de una población de registros lecheros en la que se asume una distribución normal y se seleccionan solamente aquellas lactancias que sobrepasen un nivel mínimo de producción. La muestra resultante tendrá una distribución "normal truncada por la izquierda" que se caracteriza por tener una media mayor y una varianza menor a la de la población original. Si la disminución en la varianza total afecta en forma diferencial al componente de varianza genético aditivo que a los otros componentes, una eventual estimación de heredabilidad realizada sobre esta muestra sería sesgada.

2) SOBRE EL USO DE MAS DE UNA LACTANCIA POR ANIMAL

Henderson (1973), afirma que si los animales con altos registros en sus primeras lactancias son descartados con menor intensidad que aquellos con bajos registros, se deben utilizar solamente registros de primeras lactancias.

De acuerdo con Rothschild et al. (1979), el uso de registros de vacas seleccionadas sesga los tres métodos de Henderson. Este hecho promovió el desarrollo de nuevos métodos que permitieran lograr estimaciones de componentes de varianza insesgadas en el caso de la existencia de selección.

Swalve y Van Vleck (1987), plantean la necesidad de utilizar un método que permita aprovechar toda la información disponible cuando existen registros de más de una lactancia por animal. Los mismos autores sostienen que la mayoría de los procedimientos de estimación de valores genéticos en ganado lechero, utilizan solamente registros de primeras lactancias y que en el caso de querer usar más de una lactancia por animal, deberían utilizarse métodos de estimación de componentes de varianza tales como MIVQUE, ML ó REML ya que en tal situación el método 3 de Henderson produciría estimaciones sesgadas.

Según Thompson (1979), REML produce estimaciones insesgadas aún si hay selección de vacas en su primera lactancia.

Sorensen y Kennedy (1984), sostienen que en contraste con los estimadores del tipo de Análisis de Varianza, los del tipo de Maximum Likelihood aparentan ser libres de algunas formas de sesgo por selección. Citan los trabajos de simulación de Rothschild et al. (1979) y Meyer y Thompson (1984), en los cuales a algunos animales se les permitió tener un segundo

registro sobre la base de su primero y los estimadores del tipo ML produjeron estimadores de componentes de varianza en cercano acuerdo con los parámetros de la población.

Henderson (1985), le adjudica al REML la capacidad de estimar los parámetros genéticos de la población de base aún en los casos en que ésta esté sujeta a un proceso de selección. Afirma que en los últimos años se le ha concedido ampliamente a REML el mérito de ser el método de opción en genética animal, siempre y cuando sea posible computarlo.

Sorensen y Kennedy (1984), afirman que utilizando MIVQUE con un Modelo Animal y una matriz de parentezco completa se pueden obtener estimadores insesgados aún en el caso de la existencia de selección. Plantean que el problema de los grandes requerimientos computacionales que se enfrentan con la utilización de MIVQUE ó REML y un Modelo Animal pueden ser sorteados a través del uso de un modelo reparametrizado como el Modelo Animal Reducido (RAM) descrito en 1980 por Quaas y Pollak.

Henderson (1985), sostiene que si las exigencias computacionales son demasiadas para una base de datos y un modelo en particular, es posible encontrar un modelo equivalente que sea factible de procesarse, mencionando al RAM de Quaas y Pollak como un ejemplo remarcable del uso de modelos lineales equivalentes para reducir la labor computacional.

E) ESTIMACION DE PARAMETROS GENETICOS A NIVEL INTERNACIONAL

1) PRODUCCION DE LECHE

White et al. (1980) afirman que las heredabilidades generalmente aceptadas para la producción de leche y grasa son en ambos casos de 0,25.

El cuadro 1 muestra el resumen de una serie de trabajos de estimación realizados en diferentes partes del mundo ordenados en forma creciente según los valores a que arriban. En primer lugar es importante observar que las cifras están siempre en el rango comprendido entre 0.07 y 0,37. En segundo lugar se destaca que las estimaciones logradas en Colombia y España (países de menor nivel de producción) son mucho menores a las logradas en Estados Unidos, Canadá y Holanda.

Cuadro 1 : Resumen de trabajos de estimación de heredabilidad para la producción de leche realizados a nivel internacional

AUTOR	LUGAR Y PERIODO ABARCADO	NUMERO DE REGISTROS	ESTIMACION DE HEREDABILIDAD PROD. LECHE
Abubakar et al. (1986)	Colombia (1975-1983)	1.526	0,07
Carabaño et al. (1989)	España (1975-1983)	10.780	0,16
Lofgren et al. (1985)	EEUU (1964-1985)	56.767	0,16 a 0,22
De Jager y Kennedy (1987)	Canadá (1973-1983)	32.077	0,28
Meinert et al. (1989)	Holanda (1981-1985)	19.360	0,28
Van Vleck y Dong (1988)	Nueva York (1981-1988)	8.044	0,32
Swalve y Van Vleck (1987)	Nueva York (1977-1984)	a)3.070 b)2.900	0,33 0,34
Van Vleck et al. (1985)	NE de EEUU (1960-1982)	197.338	0,34
Cue et al. (1987)	Canadá		0,36
Carabaño et al. (1989)	EEUU (1967-1983)	a)800.821 b)762.152	0,29 0,37
Van Vleck et al. (1988)	EEUU (1970-1977) (1978-1985)	25.377 25.241	0,34 0,29
Seykora y McDaniel (1983)	EEUU (1950-1980)	5.802	0,27 y 0,35 (usa 2 modelos)

Estos resultados coinciden con la posición de Maijala y Hanna (1974), quienes sostienen que las estimaciones de heredabilidad para países de baja producción son generalmente menores que las de los países de alta producción, y con la de Van Vleck et al. (1988), quienes afirman que los valores de la heredabilidad aumentan sustancialmente a medida que el nivel de producción de los rodeos es mayor.

Carabaño et al. (1989), explican éste fenómeno considerando el hecho de que en condiciones de bajo nivel de producción las diferencias de índole genético no pueden manifestarse debido a la existencia de un techo determinado por las condiciones ambientales.

En el cuadro 2 se resume una serie de trabajos en los que los investigadores encontraron que el valor de la heredabilidad es diferente según el nivel de producción de los rodeos.

Cuadro 2 : Heredabilidad de la producción de leche según el nivel de producción de los rodeos.

AUTOR	LUGAR Y PERIODO ABARCADO	NUMERO DE REGISTROS	NIVEL	
			BAJO	ALTO
De Veer y Van Vleck (1987)	NE de EEUU (1970-1984)	150.602	0,12	0,32
Hill et.al. (1983)	G. Bretaña		0,24	0,30
Wade y Van Vleck (1989)	EEUU (1975-1984)	345.701	0,29	0,40

2) PRODUCCION DE GRASA

El cuadro 3 muestra un resumen análogo al del cuadro 2 pero para producción de grasa. Si bien el número de trabajos citados en este caso es menor, también se reporta una correlación entre el valor de la heredabilidad y el nivel de producción de los rodeos. El rango del cuadro comprende valores entre 0,14 y 0,40.

Cuadro 3 : Resumen de trabajos de estimación de heredabilidad para la producción de grasa realizados a nivel internacional

AUTOR	LUGAR Y PERIODO ABARCADO	NUMERO DE REGISTROS	ESTIMACION DE HEREDABILIDAD PROD. GRASA
Carabaño et al. (1989)	España (1975-1983)	10.780	0,14
Carabaño et al. (1989)	EEUU (1967-1983)	a)800.821 b)762.152	0,28 0,33
Seykora y McDaniel (1983)	EEUU (1950-1980)	5.802	0,29 y 0,33 (usa 2 modelos)
De Jager y Kennedy (1987)	Canadá (1973-1983)	32.077	0,31
Van Vleck et al. (1988)	EEUU (1970-1977) (1978-1985)	25.377 25.241	0,37 0,29
Van Vleck y Dong (1988)	EEUU	8.044	0,37
Meinert et al. (1989)	Holanda (1981-1985)	19.360	0,40

G) CONTROL LECHERO EN URUGUAY

Según Gianola (1991), la insuficiencia y la pobre calidad del contralor lechero es la principal limitante para el mejoramiento genético en las condiciones del Uruguay; planteándose una situación tal, que la tecnología de procesamiento existe y está esperando que se generen bases de datos representativas y de calidad adecuada.

Martínez (1978), afirma que el servicio de contralor de la producción lechera ha funcionado en el Uruguay a partir del año 1925 con un carácter de servicio oficial, reglamentándose el funcionamiento de este servicio por decreto en el año 1948. El 18 de marzo de 1971 se modifica la estructura del mismo, creándose el departamento de contralor de la producción lechera y la Comisión Honoraria, momento desde el cual comienzan a tener ingerencia los productores ya que dicha comisión se integraba en forma mixta. Según Pastori y Paullier (1980), en el año 1976 éste pasó a ser una dependencia del CIAAB con el nombre de COMEPROLE (Contralor y Mejoramiento de la Producción Lechera), y desde julio de 1979 el programa está en manos de la Asociación Rural del Uruguay, primer momento en el que quedó en la órbita privada.

Según Salvarrey (no publicado), la finalidad predominante en el programa de la A.R.U. es el contralor; no la investigación ni la extensión, aunque estas posibilidades estén contempladas.

Tempero (1990), afirma que en el año 1989-90 participaron del servicio 155 productores y 13000 vacas y considera que la participación de los productores en el sistema es muy baja por lo que éste debe ser revisado. El mismo autor asegura que cualquier sistema de registros lecheros o plan de

mejoramiento genético para lograr ser exitoso en primer lugar debe obtener la confianza de los productores. De acuerdo con Salvarrey (no publicado), los numerosos intentos de creación de centros de procesamiento de datos independientes son una prueba de que este objetivo no ha sido alcanzado por el organismo.

H) ANALISIS DE REGISTROS LECHEROS EN NUESTRO PAIS

1) EFECTOS NO GENETICOS

1.1) ESTACION DE PARTO

Fernandez y Molinari (1978), analizando 1050 registros de primeras lactancias generadas en un solo rodeo entre 1958 y 1975 encontraron diferencias significativas al 1% entre las cuatro estaciones del año para la variable producción de leche. La producción era mayor en partos de otoño-invierno que en los de primavera-verano.

Berruti y Grignola (1987), trabajando con 10500 registros del archivo de lactancias terminadas de la oficina de contralor lechero de la Asociación Rural del Uruguay provenientes de 120 rodeos y generados entre los años 1969 a 1983, encontraron que en los partos de otoño-invierno la producción de leche era 6 a 8% mayor y la producción de grasa 6 a 7,5% mayor que en los partos de primavera-verano.

Carrau y Veronesi (1991), trabajando con la base de datos descrita por Berruti y Grignola (1987), y para las variables producción de leche y grasa, encontraron diferencias significativas al 1% entre partos de primavera-verano y de otoño-invierno y entre partos de primavera-verano y otoño; pero las diferencias entre partos de otoño e invierno solo fueron significativas al 5%. Los autores consideran que no es

conveniente tomar estaciones de parto como semestrales pues de esta manera se agrupan meses con diferencias estadísticas significativas.

1.2) AÑO DE PARTO

Vasallo (1972), trabajando con una base de datos de 544 registros generados en la Unidad de Lechería del C.I.A.A.B. entre los años 1964 y 1970 encontró un efecto significativo al 1% del efecto del año de parto sobre la producción de leche y grasa.

Carrau y Veronesi (1991), afirman que la significación del efecto año de parto en la totalidad de los trabajos nacionales que ellos consultaron es al 1%.

2) EFECTOS GENETICOS

Salvarrey (no publicado), utilizando un Modelo Padre, analizó 984 registros generados entre los años 1984 y 1989 en un establecimiento comercial de la zona de Paysandú. Encontró un valor para la heredabilidad de la producción de leche de 0,37. El autor plantea que los valores tan altos pueden tener como causa el hecho de tratarse de registros de un solo rodeo, ó bien que los valores uruguayos realmente difieran de los encontrados bajo las condiciones de otros países.

111) MATERIALES Y METODOS

A) MATERIALES DISPONIBLES

1) DATOS

La base de datos original consistía en registros de 12619 lactancias provenientes de la Oficina de Contralor Lechero de la Asociación Rural del Uruguay. La información incluida en la misma abarcaba:

- identificación de la vaca.
- su fecha de nacimiento.
- su fecha de parto.
- identificación de su padre y madre.
- establecimiento y zona del mismo.
- duración de la lactancia (en días).
- número de lactancia.
- fecha de secado.
- número de ordeñes diarios.
- producción de leche y grasa real.
- proyección de la producción de leche y grasa a 305 días.
- proyección de la producción de leche y grasa a 305 días corregida por equivalente adulto.

2) HARDWARE

El trabajo se realizó en un computador personal Epson Equity 386SX Plus (con una memoria RAM básica de 640 KB expandible a 2 MB) perteneciente a la Unidad de Biometría de La Estanzuela (el sistema operativo utilizado fué MS-DOS versión 4.01).

3) SOFTWARE

MANEJO DE BASES DE DATOS. Se utilizó el programa y lenguaje de programación dBase III PLUS versión 1.0 y los procedimientos FREQ CHART y MEANS del Sistema SAS.

PROCESAMIENTO ESTADISTICO. Se disponía en un principio de dos paquetes de procesamiento estadístico: del sistema SAS (1986), y del LSMLMW de Harvey (1987). El primero no pudo ser utilizado debido a problemas con el reconocimiento de la memoria expandida.

Según Harvey (1987), el programa LSMLMW permite realizar estimaciones de componentes de varianza para los efectos aleatorios incluidos en los modelos que se le planteen utilizando el método 3 de Henderson con la severa limitante de que el máximo número de niveles de factores fijos que se pueden incluir en el análisis es de 99.

PROCESAMIENTO DE TEXTOS. Fué realizado con el programa WordPerfect versión 5.1. Se incluyó material gráfico generado con el programa Harvard Graphics.

B) MODELO UTILIZADO

1) FACTORES GENETICOS

El modelo genético asumido fué un Modelo Padre por lo que la única relación de parentezco considerada fué la existente entre medio-hermanas paternas.

En base a la estimación del componente de varianza para el efecto aleatorio del padre (varianza entre familias de medio-hermanos) y el componente de varianza residual, que expresa la variabilidad existente dentro de la progenie de un

mismo padre, se puede estimar la heredabilidad como:

$$h^2 = \frac{4\sigma^2_{\text{padre}}}{\sigma^2_{\text{padre}} + \sigma^2_{\text{residual}}}$$

El LSMLMW utiliza el Método 3 de Henderson para generar los cuadrados medios atribuibles a cada uno de los efectos incluidos en el modelo. El componente de varianza para el efecto residual es estimado por el cuadrado medio residual; el componente de varianza para el efecto del padre es estimado como:

$$\sigma^2_{\text{padre}} = \frac{\text{CM padre} - \text{CM residual}}{k}$$

donde k = número efectivo de hijas por padre

2) FACTORES FIJOS

Los efectos del largo de lactancia y edad al parto no fueron tenidos en cuenta en este análisis debido a que se utilizaron registros corregidos a un standard de 305 días y equivalente adulto.

El objetivo inicial era incluir dentro del vector de factores fijos al efecto conjunto rodeo-año-estación de parto; ya que de esta manera se aísla no solamente los efectos individuales de estos tres factores, sino que también se consideran sus interacciones:

(modelo I : con interacciones)

$$y_{ijk} = \mu + HYS_i + S_j + e_{ijk}$$

Donde:

y_{ijk} = es el vector de los registros.

HYS_i = es el efecto fijo del i ésimo rodeo-año-estación.

S_j = es el efecto aleatorio del j ésimo padre.

e_{ijk} = representa los efectos residuales.

La limitante impuesta por el software obligó a manejar en primera instancia un modelo que solamente consideraba los efectos rodeo, año y estación por separado:

(modelo II : efectos principales; sin interacción)

$$y_{ijklm} = \mu + R_i + A_j + E_k + S_l + e_{ijklm}$$

Donde:

y_{ijklm} = es el vector de los registros.

R_i = es el efecto fijo del i ésimo rodeo.

A_j = es el efecto fijo del j ésimo año.

E_k = es el efecto fijo de la k ésima estación.

S_l = es el efecto aleatorio del l ésimo padre.

e_{ijklm} = representa los efectos residuales.

C) PROCESAMIENTO DE LOS REGISTROS

1) RESTRICCIONES IMPUESTAS

Se eliminaron de la base de datos aquellos registros que no cumplieran con las siguientes condiciones:

- tener una correcta identificación de padre.
- 2 ordeños diarios.
- duración mínima de lactancia de 150 días.
- fecha de parto entre 1987 y 1990 inclusive.
- tratarse de primeras lactancias.
- edad al parto entre 24 y 48 meses

DEFINICION DE ESTACIONES Y HYS. Las diferentes fechas de parto fueron arbitrariamente agrupadas en dos estaciones con el motivo de reducir el número de niveles de los factores fijos y así poder trabajar dentro del límite impuesto por el LSMLMW. Las estaciones definidas fueron:

ESTACION 1 (primavera-verano); agrupa los meses de octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo.

ESTACION 2 (otoño-invierno); agrupa los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto y setiembre.

Uniendo los factores rodeo, año de parto y estación de parto se generó un nuevo factor, que tiene un valor particular para cada combinación diferente de rodeos con años y con estaciones, que fué denominado HYS.

Como restricción adicional a las descritas anteriormente se exigió que los toros tuvieran al menos 10 hijas en 5 combinaciones diferentes del factor rodeo-año-estación. De esta manera se generó una base de datos que se denominó Base de Datos A.

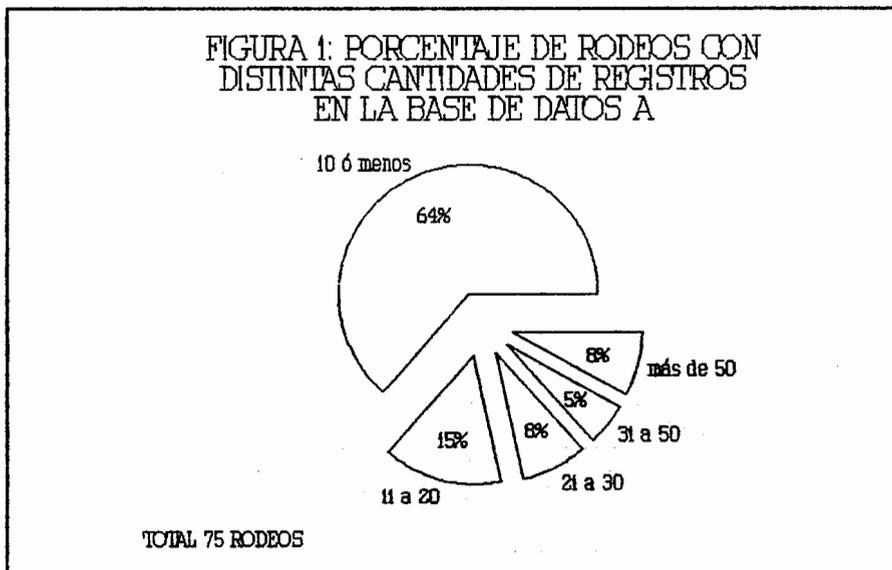
2) DESCRIPCION DE LA BASE DE DATOS A

El cuadro 4 muestra el total de registros y el número de niveles de los factores padre, rodeo, año y estación en la referida base de datos:

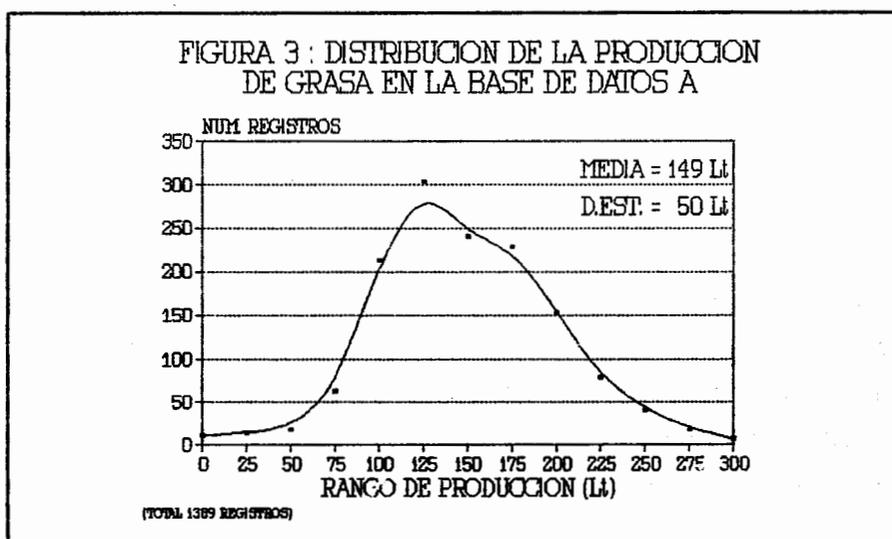
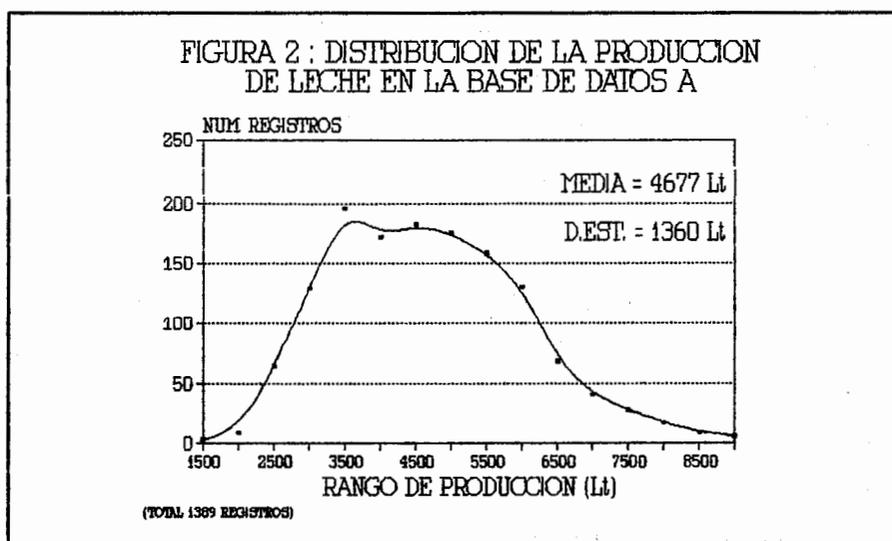
CUADRO 4: FACTORES DE INTERES PARA LA CREACION DE UN MODELO EN LA BASE DE DATOS A	
<u>FACTOR</u>	<u>NIVELES</u>
RODEO	75
AÑO	4
ESTACION	2
PADRE	49
TOTAL DE REGISTROS	1389

La figura 1 agrupa los rodeos de la Base de Datos A según la cantidad de registros. La misma permite observar que el 64% de los rodeos incluidos tienen 10 ó menos registros.

Considerando que la base abarca un período de 4 años, se aprecia que la cantidad de animales que representa a cada rodeo, es con seguridad un pequeño porcentaje de la población total de animales que estuvieron en producción en el período. Este hecho hace surgir el cuestionamiento de si los animales que son incluidos en el programa de contralor lechero han sido seleccionados con algún criterio, como ser un nivel mínimo de producción. De ser este el caso, y teniendo en cuenta el planteo de Aisbett (1984), las inferencias que se puedan hacer acerca de la población total serán con seguridad sesgadas, lo que es un problema grave y pone en duda los resultados que se puedan obtener en un eventual intento de procesamiento.



Las figuras 2 y 3 muestran la forma y parámetros de la distribución de las variables producción de leche y grasa en la Base de Datos A. Las mismas permiten visualizar que en ambos casos la distribución puede asumirse como Normal.



IV) RESULTADOS

A) NECESIDAD DE NUEVAS RESTRICCIONES

Al intentar procesar la Base de Datos A, el LSMLMW detectó un problema de dependencia en la matriz de diseño. Esto significa que si bien matemáticamente el procesamiento pudo haberse realizado, el bajo grado de conexión entre alguno de los factores del modelo hubiera determinado que el efecto de los mismos quedara confundido.

Para estudiar la distribución cruzada entre factores, e identificar entre cuales podía existir un problema de efectos confundidos, se utilizó el PROC FREQ del sistema SAS. Se observó que el origen más probable de la dependencia era el bajo grado de conexión entre los factores padre y rodeo. Por lo tanto; como intento de superar el obstáculo se impusieron nuevas restricciones sobre la Base de Datos A. El criterio fué exigir un mínimo de padres representados en un rodeo para que éste permanezca, manteniendo simultáneamente sobre los padres el requisito de contar con al menos 10 registros en 5 clases diferentes del factor rodeo-año-estación. De esta manera quedaron generadas dos nuevas bases de datos.

Base de Datos B: que abarca solamente aquellos rodeos que tengan registros al menos de 3 padres diferentes.

Base de Datos C: que abarca solamente aquellos rodeos que tengan al menos registros de 4 padres diferentes. El motivo de incluir esta base tan restringida fué que ésta contiene sólo 96 clases del factor HYS, lo que ofreció la oportunidad de realizar un procesamiento en base al modelo originalmente planteado.

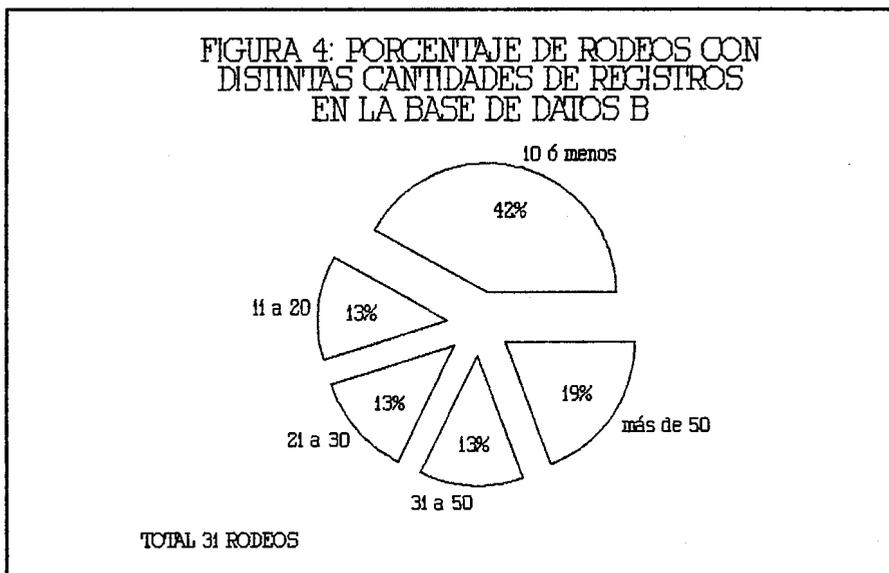
DESCRIPCION DE LAS BASES DE DATOS B Y C. En forma análoga que con la Base de datos A, se intentará describir gráficamente las nuevas bases de datos generadas.

Los cuadros 5 y 6 muestran como van disminuyendo el número de registros y niveles de los factores padre, rodeo, año y estación a medida que se van aumentando las restricciones.

CUADRO 5: FACTORES DE INTERES PARA LA CREACION DE UN MODELO EN LA BASE DE DATOS B	
<u>FACTOR</u>	<u>NIVELES</u>
RODEO	31
AÑO	4
ESTACION	2
PADRE	41
HYS	164
TOTAL DE REGISTROS	1142

Las figuras 4 y 7 muestran que la proporción de rodeos con bajo número de registros va disminuyendo en forma importante. Esto es lógico de esperar si consideramos que la restricción que genera las nuevas bases de datos es justamente exigir a los rodeos un mínimo de 3 ó 4 padres (según el caso). De todas maneras el número absoluto de rodeos con alta cantidad de registros permanece constante.

FIGURA 4: PORCENTAJE DE RODEOS CON DISTINTAS CANTIDADES DE REGISTROS EN LA BASE DE DATOS B



Las figuras 5 y 8 comparadas con la figura 2 son útiles para explorar si las restricciones impuestas alteran de alguna manera la distribución de la variable producción de leche en la base de datos de trabajo. Dada la complejidad de una prueba de comparación entre varianzas de poblaciones no independientes, los valores observados se asumen como prueba de que éste parámetro de la distribución no fué alterado.

Las figuras 6 y 9 comparadas con la figura 3 permiten el mismo estudio exploratorio descrito en el párrafo anterior pero para la variable producción de grasa.

FIGURA 5 : DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION DE LECHE EN LA BASE DE DATOS B

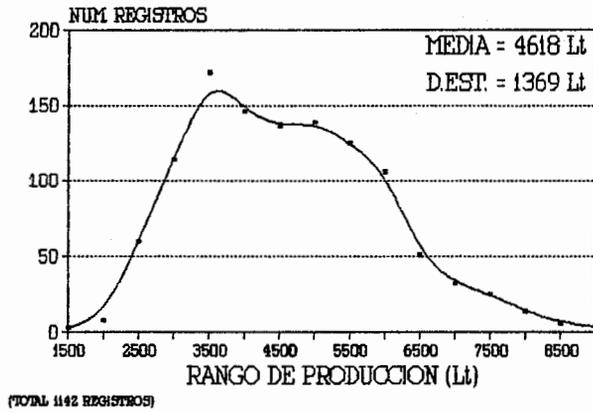
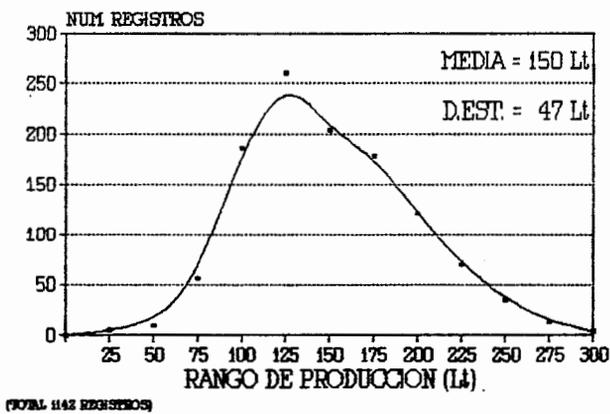


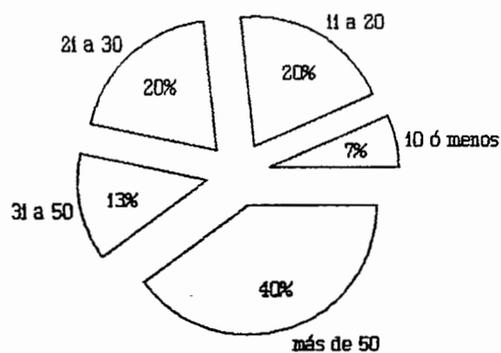
FIGURA 6 : DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION DE GRASA EN LA BASE DE DATOS B



CUADRO 6: FACTORES DE INTERES PARA LA CREACION DE UN MODELO EN LA BASE DE DATOS C

FACTOR	NIVELES
RODEO	15
AÑO	4
ESTACION	2
PADRE	30
HYS	96
TOTAL DE REGISTROS	877

FIGURA 7: PORCENTAJE DE RODEOS CON DISTINTAS CANTIDADES DE REGISTROS EN LA BASE DE DATOS C



TOTAL 15 RODEOS

FIGURA 8: DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION DE LECHE EN LA BASE DE DATOS C

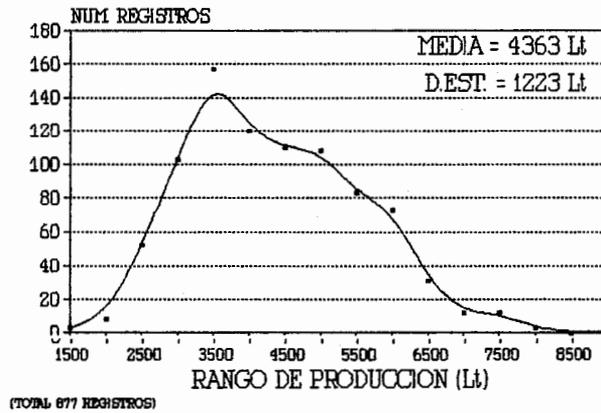
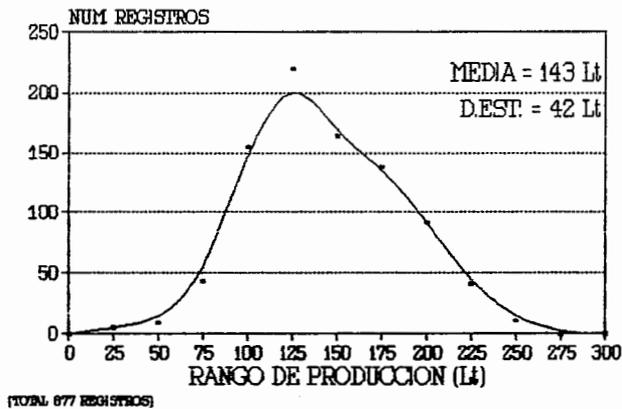


FIGURA 9: DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION DE GRASA EN LA BASE DE DATOS C



B) PRODUCCION DE LECHE

1) ANALISIS DE VARIANZA

A continuación se presentan los cuadros de análisis de varianza para la producción de leche. Los modelos utilizados son el (I) y (II) descritos en el capítulo de Materiales y Métodos.

BASE DE DATOS B. Debido a las limitantes ya descritas del software, sobre la Bases de Datos B solamente pudo aplicarse el modelo de efectos principales (II).

El cuadro 7 muestra el análisis de varianza para la producción de leche en la Base de Datos B. En éste se destaca que el efecto del factor año de parto no es significativo sobre la producción de leche, lo que se contradice con la literatura nacional e internacional citada sobre el tema. Una posible explicación es que el período abarcado por el análisis es de solo 4 años. Por otro lado también se observa que los factores padre, rodeo y estación tienen un efecto altamente significativo.

Cuadro 7: Análisis de varianza para la producción de leche en la Base de Datos B

FUENTE	G.L.	CUADRADO MEDIO	F	PROB
PADRE	40	3.407.077	4,76	0,0000
RODEO	30	11.532.520	16,11	0,0000
AÑO	3	516.486	0,72	0,5426
ESTACION	1	10.481.811	14,65	0,0001
RESIDUAL	1067	715.674		

BASE DE DATOS C. En este caso, pudieron correrse los dos modelos planteados por lo que fué posible, además de los efectos principales, evaluar el efecto de las interacciones.

El cuadro 8 muestra el análisis de varianza para la producción de leche en la Base de Datos C. Es de destacar, en primer lugar, el hecho de que se vuelve a manifestar la falta de significación estadística del efecto año. Por otro lado se observa que además de los efectos principales de rodeo y estación, el efecto de las interacciones entre rodeo, año y estación de parto es altamente significativo.

Cuadro 8: Análisis de varianza para la producción de leche en la Base de Datos C

FUENTE	G.L.	CUADRADO MEDIO	F	PROB
PADRE	29	3.312.964	5,11	0,0000
RODEO	14	8.555.843	13,19	0,0000
AÑO	3	567.406	0,87	0,5
ESTACION	1	5.779.554	8,91	0,0000
INTERACCIONES	77	1.739.659	2,68	0,000
RESIDUAL	752	648.735		

2) ESTIMACIONES DE HEREDABILIDAD

En el cuadro 9 se presentan los estimadores alcanzados para la heredabilidad de la producción de leche según el modelo asumido y la base de datos manejada. Como se aprecia, los valores en los 3 casos, son muy superiores a los reportados en la literatura.

Cuadro 9: Estimadores logrados para la heredabilidad de la producción de leche y sus respectivos errores estándar; según la base de datos y modelo utilizados.

MODELO	BASE DE DATOS	HEREDABILIDAD	D. ESTANDAR
SIN INT.	B	0,627	0,132
SIN INT.	C	0,654	0,158
CON INT.	C	0,733	0,167
PROMEDIO		0,671	

C) PRODUCCION DE GRASA

1) ANALISIS DE VARIANZA

A continuación se presentan los cuadros de análisis de varianza para la producción de grasa. Los modelos y bases de datos son los mismos a que se hizo referencia en el caso de la producción de leche.

BASE DE DATOS B. Por los mismos motivos que en el caso de la producción de leche; sobre la Bases de Datos B solamente pudo aplicarse el modelo de efectos principales (II).

El cuadro 10 muestra el análisis de varianza para la producción de grasa en la Base de Datos B. Se observa que en este caso, los efectos de todos los factores considerados son altamente significativos.

Cuadro 10: Análisis de varianza para la producción de grasa en la Base de Datos B

FUENTE	G.L.	CUADRADO MEDIO	F	PROB
PADRE	40	4.799	5,19	0,0000
RODEO	30	13.543	14,65	0,0000
AÑO	3	39.389	42,62	0,0000
ESTACION	1	20.936	22,65	0,0000
RESIDUAL	1067	924		

BASE DE DATOS C. El cuadro 11 muestra el análisis de varianza para la producción de grasa en la Base de Datos C. En forma similar al caso de la producción de leche, sobre esta Base de Datos se pudo despejar el cuadrado medio atribuible a las interacciones entre los factores fijos del modelo. Se observa

que en este caso, los efectos de todos los factores considerados son altamente significativos.

Cuadro 11: Análisis de varianza para la producción de grasa en la Base de Datos C

FUENTE	G.L.	CUADRADO MEDIO	F	PROB
PADRE	29	2.513	3,29	0,0000
RODEO	14	7.746	10,15	0,0000
AÑO	3	20.200	26,47	0,0000
ESTACION	1	12.382	16,23	0,0000
INTERACCIONES	77	2.192	2,87	0,000
RESIDUAL	752	763		

2) ESTIMACIONES DE HEREDABILIDAD

En el cuadro 12 se presentan los estimadores alcanzados para la heredabilidad de la producción de grasa en forma análoga a la del cuadro anterior. Los valores encontrados en este caso, son también muy superiores al rango manejado en la literatura.

Cuadro 12: Estimadores logrados para la heredabilidad de la producción de grasa y sus respectivos errores estándar; según la base de datos y modelo utilizados.

MODELO	BASE DE DATOS	HEREDABILIDAD	D. ESTANDAR
SIN INT.	B	0,687	0,139
SIN INT.	C	0,663	0,159
CON INT.	C	0,445	0,127
PROMEDIO		0,598	

V) DISCUSION

A) ANALISIS DE LA BASE DE DATOS DEL SISTEMA DE CONTROL LECHERO

El estudio de las bases de datos disponibles, es un paso previo de fundamental importancia antes de comenzar el diseño de cualquier programa de evaluación genética. Por un lado, es necesario conocer como se distribuyen las variables de interés, de cuantos años, padres y rodeos se dispone de registros y el grado de conexión entre los factores de un eventual modelo. Por otro lado, es muy importante estudiar como van cambiando estas características a medida que se van imponiendo restricciones sobre los registros, ya que la edición es un proceso necesario en la preparación de los datos, y el nivel de las restricciones que se impongan debe surgir del conocimiento del material disponible.

En el presente trabajo se describen tres niveles de restricciones aplicadas sobre la base de datos del Sistema de Contralor Lechero de la Asociación Rural del Uruguay y las características de las bases de datos resultantes. Esto es un aporte al conocimiento global de la referida base de datos, y un posible punto de referencia para la realización de futuros trabajos.

B) ESTIMACIONES LOGRADAS PARA LA HEREDABILIDAD

Resalta claramente el hecho de que los valores encontrados en todos los casos, tanto para la heredabilidad de la producción de leche como de grasa, están muy por encima de los citados por la literatura internacional. Esto puede deberse a que los valores de estos parámetros en Uruguay realmente sean muy diferentes a los encontrados en otros países, ó a la existencia de algún factor que haya actuado como limitante ó distorsionante en el proceso de estimación descrito en este trabajo. A continuación se presentan y discuten los posibles efectos de las limitantes identificadas, como una vía que permita visualizar alternativas para superarlas, y de esa manera encaminarnos hacia la obtención de estimadores que merezcan un mayor grado de confianza.

1) CONTROL SOBRE LACTANCIAS SELECCIONADAS

Como se manifestó en la descripción de las bases de datos de trabajo, una alta proporción de los rodeos incluidos en este análisis están representados con un número muy bajo de lactancias. Para profundizar en las causas y consecuencias de este problema debemos considerar dos etapas en las cuales se produce un proceso de selección de registros.

- Por un lado, en el proceso de preparación de los registros para el análisis (edición), muchas lactancias fueron borradas. Este proceso es de rutina en cualquier trabajo de estimación de parámetros genéticos, reconociéndose que altera la distribución de la característica en estudio. Sin embargo dadas las condiciones de la base de datos existente en nuestro país, es posible que el filtro de toros con menos de 10 hijas en 5 HYS sea de especial impacto. Esto se explica si consideramos que los toros que pasan ese filtro son una baja proporción del total, justamente los más usados.

- Por otro lado, la probabilidad de que la inscripción en el sistema de contralor se haga, a nivel de establecimiento, solamente sobre animales seleccionados es muy alta; considerando el objetivo de contralor que lleva el sistema de la Asociación Rural del Uruguay.

Los dos procesos mencionados anteriormante, en mayor o menor grado, tienen el mismo efecto de alterar la distribución de la población original, generando, según lo describió Aisbett (1984), una distribución truncada por la izquierda. Los animales del extremo izquierdo de la distribución, que son eliminados, tienen un menor valor fenotípico para la característica bajo estudio. Lo que no se sabe es si este descenso en valor fenotípico va acompañado por un descenso proporcional en el valor genético aditivo. En el caso de que la proporción no se mantenga, la estimación de la heredabilidad, que es la proporción entre el componente genético aditivo y el total de la varianza fenotípica, no corresponderá con el de la población total.

2) DEPENDENCIA EN LA MATRIZ DE DISEÑO Y EFECTOS CONFUNDIDOS

Pudo ser detectado generando tablas de cruzamiento entre factores, que los grupos de toros usados en cada rodeo tienden a no tener punto de intersección. Es decir que en cada establecimiento se usa un grupo de toros que no tiene un punto en común con el grupo de toros usados en otros rodeos. Este problema impide que el efecto del factor padre pueda aislarse del efecto que en realidad tiene su origen en el nivel de producción diferencial de los rodeos que usan a cada padre. Al intentar correr un modelo con una base de datos que presente este problema pueden ocurrir dos cosas:

- Lo que pasó al intentar el procesamiento de la Base de Datos A con el LSMLMW, es decir que el programa detectó la dependencia en la matriz de diseño y no generó estimadores para ninguno de los parámetros.

- Que aún existiendo un alto grado de desbalance, pero dentro de los límites fijados por el programa, se ajuste de todas maneras un modelo. Dado este segundo caso, que puede ser el de las Bases de Datos B y C, los efectos toro y rodeo pueden quedar confundidos como fuente de variación y los estimadores producidos serán sesgados.

3) APAREOS NO ALEATORIOS Y EL USO DE UN MODELO PADRE

El modelo genético en que se basó este análisis fué un Modelo Padre. Por lo tanto, la estimación de la varianza genética aditiva se realizó exclusivamente a través de la variación existente entre familias de medio-hermanas paternas.

Este tipo de modelos, asume que la progenie está emparentada solamente a través de sus padres, quedando el efecto de la madre confundido dentro del efecto padre. Bajo condiciones en las cuales los apareos no sean aleatorios (específicamente si se tiende a aparear los mejores padres con las mejores madres), las estimaciones de heredabilidad obtenidas serán sobrevaluadas. Para superar este problema se deberían usar modelos genéticos más completos como el Modelo Animal, que permitiría tomar en cuenta no solamente el efecto de las madres, sino el de todos los animales emparentados que se conozcan. Los requerimientos necesarios para poner en práctica el trabajo con un Modelo Animal no pasan solamente por la tecnología de procesamiento, sino que incluyen tener a disposición una base de datos que identifique las relaciones de parentesco existentes entre los animales.

3) CARENCIAS DEL SOFTWARE

En primer lugar, la estimación de componentes de varianza debió ser realizada en base al método 3 de Henderson, mientras que la literatura internacional indica la existencia de tecnologías más modernas que hubieran permitido la utilización de relaciones de parentesco adicionales y de registros de más de una lactancia sobre el mismo animal.

En segundo lugar, al permitir incluir como máximo 99 clases de efecto fijos dentro del análisis, el uso del LSMLMW obligó a agrupar los meses de parto en sólo dos estaciones, cuando tanto la literatura nacional, como modelos tentativos corridos previos a la realización de este trabajo demostraron un efecto significativo de más de dos estaciones.

VI) CONCLUSIONES

El presente trabajo no permitió lograr estimaciones de heredabilidad que merezcan un grado de confiabilidad aceptable. Sin embargo, es un aporte al conocimiento de la base de datos del Sistema de Contralor Lechero en el Uruguay; en la que se detectó la existencia de serias carencias como lo son:

- El control sobre animales seleccionados.
- Un bajo nivel de conexión en los datos.

Es necesario la realización de trabajos adicionales con el objetivo de identificar la naturaleza, causas y formas de superar estas carencias; lo que permitiría que posteriores trabajos de estimación de parámetros genéticos sean realizados con un material adecuado.

VII) RESUMEN

Se trabajó con una base de datos proveniente del servicio de contralor oficial de la Asociación Rural del Uruguay con la finalidad de lograr una estimación primaria de la heredabilidad de la producción de leche y grasa para las condiciones de los rodeos lecheros de nuestro país. Dicha base contaba con un total de 12619 registros de los cuales quedaron, luego de una serie de restricciones que se impusieron, 1389 registros de primeras lactancias correspondientes a 49 padres que tenían al menos 10 hijas en 5 combinaciones diferentes del efecto rodeo-año-estación.

El procesamiento de los registros fué realizado utilizando el programa LSMLMW de Harvey; asumiendo un Modelo Padre con el efecto padre como única fuente de variación de origen genético y los efectos rodeo, año de parto, estación de parto y sus interacciones como efectos de origen no genético.

Las estimaciones de heredabilidades a las que se llegó son muy superiores a las citadas por la bibliografía internacional. Se identificaron una serie de limitantes que tuvo el análisis y que se considera deben ser superadas si se pretende lograr estimaciones de parámetros genéticos para las condiciones de los rodeos lecheros de nuestro país que tengan un grado de confiabilidad aceptable.

VIII) ABSTRACT

12.619 records on first lactation (twice daily milking, 305-d lactation mature equivalent) milk and fat yields of Holstein cows were obtained from the 'Oficina de Contralor Lechero de la Asociación Rural del Uruguay' data base. These records belonged to cows calving between 24 and 48 months of age which were sired by bulls who had at least 10 daughters in 5 different herd-year-season combinations. Calving years were from 1987 to 1990.

Data procesing was carried out with Harvey's LSMLMW program to estimate the heritability of milk and fat production in the uruguayan dairy herds using a Sire Model. Estimates are by Henderson's method 3. The non-genetic sources of variation taken into account were herds, years, seasons of calving and their interactions.

Heritability estimates obtained were much higher than those quoted in the international bibliography, which raises doubts as to the reliability of these estimates. A series of limitations were identified to be overcome if an acceptable level of reliability in the estimation of dairy genetic parameters in the uruguayan conditions have to be obtained.

IX) BIBLIOGRAFIA

- 1- ABUBAKAR, B. Y.; McDOWELL, R. E.; and VAN VLECK, L. D. Genetic evaluation of Holsteins in Colombia. Journal of Dairy Science 69:1081-1086.1986.
- 2- -----; McDOWELL, R. E.; WELLINGTON, K. E. and VAN VLECK, L. D. Estimating genetic values for milk production in the tropics. Journal of Dairy Science 69:1087-1092.1986.
- 3- AISBETT, C. W. Association of herd means and variances is a function of edit for minimum lactation length. Journal of Dairy Science 67:702-706.1984.
- 4- BERESKIN, B. and FREEMAN, A. E. Genetic and environmental factors in dairy sire evaluation I; Effects of herds, months, and year-seasons on variance among lactation records, repeatability and heritability. Journal of Dairy Science 48:347- 351.1965.
- 5- BERRUTI, G. y GRIGNOLA, F. Análisis de la variación de registros de producción de leche, producción de grasa y porcentaje de grasa asociada a rodeo, año de parto, estación de parto y edad al parto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 1987, 131 p.
- 6- BUTCHER, D. F. and FREEMAN, A. E. Heritabilities and repeatabilities of milk and fat production by lactations. Journal of Dairy Science 51:1387-1391.1968.

7- CARABAÑO, M. J.; VAN VLECK, L. D.; WIGGANS, G. R. and ALENDA, R. Estimation of genetic parameters for milk and fat yields of dairy cattle in Spain and the United States. *Journal of Dairy Science* 72:3013-3022.1989.

8- CARDOZO, E. L. Uso de registros de producción en establecimientos lecheros. *Revista de la Asociación Rural del Uruguay* 1:3. Uruguay. 1984.

9- ----- Avanzada tecnología al servicio de importante rubro productivo. *Revista de la Asociación Rural del Uruguay* 6:4. Uruguay. 1984.

10- ----- Consideraciones generales sobre mejoramiento genético de ganado lechero. In: Informal discussion on dairy cattle improvement. Brasilia. 1986.

11- CARRAU, P. y VERONESI, M. Incidencia de efectos no genéticos en el comportamiento productivo de ganado Holando. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 1991, 125 p.

12- CUE, R. L.; MONARDES, H. G. and HAYES J. F. Correlation between production traits in first lactation Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 70:2132-2137.1987.

13- CARRIQUIRY, A. L. Statistical and computational aspects of genetic evaluation of livestock. In: *Proceedings Foro Mejoramiento Genético Animal en el Uruguay en vísperas del mercosur.* p 45-47. 1991.

14- DE JAGER, D. and KENNEDY, B. W. Genetic parameters of milk yield and composition and their relationships with alternative breeding goals. Journal of Dairy Science 70:1258-1266.1987.

15- DELLA MEA, J. C. y VIEGA, L. M. Efecto del peso y la edad al primer parto sobre la producción de vacas Holando. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 1979, 121 p.

16- DE VEER, J. C. and VAN VLECK, L. D. Genetic parameters for first lactation milk yield at three levels of herd production. Journal of Dairy Science 70:1434- 1441.1987.

17- ----- and VAN VLECK, L. D. Comparison of heritability estimates from daughter on dam regression with three models to account for production level of dam. Journal of Dairy Science 69:2890-2896.1986.

18- EVERETT, R. W. and KEOWN, J. F. Mixed model sire evaluation with dairy cattle; experience and genetic gain. Journal of Animal Science 59:529- 541.1984.

19-FALCONER, D. S. Introducción a la genética cuantitativa, Tr. por Marquez, S. F., Cuarta impresión, Mexico CECSA, 1974, 430p.

20- FERNANDEZ, D. H. y MOLINARI, C. E. Evaluación de las lactancias según la época de parición. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 1978, 113 p.

21- GIANOLA, D. Teoría de la evaluación genética de reproductores y su aplicación en países desarrollados. In: Proceedings Foro Mejoramiento Genético Animal en el Uruguay en vísperas del mercosur. p 6-10. 1991.

22-HARVEY, W. R. User's guide for LSMLMW. Ohio State University, 1987, 75 p.

23- HENDERSON, C. R. Estimation of variance and covariance components. Biometrics 9:226-245.1953.

24- ----- Sire evaluation and genetic trends. In: Proc. of the animal breeding and genetics symp. in honor of Dr. Jay L. Lush. American Society of Animal Science; American Dairy Science Association and Poultry Science Association. Champaign, Illinois, p.10-41, 1973.

25- ----- General flexibility of linear model techniques for sire evaluation. Journal of Dairy Science 57:963-972.1974.

26- ----- Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. Biometrics 31:423- 447.1975.

27- ----- Equivalent linear models to reduce computations. Journal of Dairy Science 68:2267- 2277.1985

28- ----- Estimation of variances in animal model and reduced animal model for single traits and single records. Journal of Dairy Science 69:1394- 1402.1986.

29- ----- Statistical methods in animal improvement: Historical overview. In: Gianola, D. and Hammond, K. Advances in Statistical methods for genetic improvement of livestock. p. 2-14. Springer-Verlag, Heidelberg. 534 p. 1990.

30- HILL, W. G.; EDWARDS, M. R.; AHMED, M. K. A. and THOMPSON, R. Heritability of milk yield and composition at different levels and variability of production. Animal Production 36:58-68.1983.

31- KEMPTHORNE, O. and TANDON, O. B. The estimation of heritability by regression of offspring on parent. Biometrics 9:90-100.1953.

32- LASLEY, J. F. Genetics of Livestock improvement. Third edition. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N. J. 1977. 492 p.

33- LEGATES, J. E. Heritability of fat yields in herds with different production levels. Journal of Dairy Science 45:990-993.1962.

34- LIN, C. Y. and McALLISTER, A. J. Monte Carlo comparison of four methods for estimation of genetic parameters in the univariate case. Journal of Dairy Science 67:2389-2398.1984.

35- LOFGREN, D. L.; VINSON, W. E.; PEARSON, R. E. and POWELL, R. L. Heritability of milk yield at different herd means and variance for production. Journal of Dairy Science 68:2737-2739.1985.

36- MAIJALA, K. and HANNA, M. Reliable phenotypic and genetic parameters in dairy cattle. In: Proc. Int. Congr. Quant. Genet. Appl. Livest. Prod. Vol 1 page 541. citado por Van Vleck, L. D. et. al. 1988.

37- MARTINEZ, E. W. Control lechero In: Primer curso internacional de producción lechera, Tomo III. Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay.

38- McDOWELL, R. E.; WIGGANS, G. R.; CAMOENS, J. K.; VAN VLECK, L. D. and St. LOUIS, D. G. Sire comparisons in Mexico versus the United States and Canada. Journal of Dairy Science 59:298-304.1976.

39- MEINERT, T. R.; KORVER, S. and VAN ARENDONK, J. A. M. Parameter estimation of milk yield and composition for 305 days and peak production. Journal of Dairy Science 72:1534-1539.1989.

40- MIRANDE, S. L. and VAN VLECK, L. D. Trends in genetic and phenotypic variances for milk production. Journal of Dairy Science 68:2278-2286.1985.

41- PASTORI, H. E. y PAULLIER, G. Determinación de factores de corrección de registros de producción de leche según edad al parto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 1980, 104 p.

42- PHILIPSSON, J. Standards and procedures for international genetic evaluations of dairy cattle. Journal of Dairy Science 70:418-424.1987.

43- ROTHSCHILD, M. F.; HENDERSON, C. R. and QUAAS, R. L. Effects of selection on variances and covariances of simulated first and second lactations. Journal of Dairy Science 62:996-1002.1979.

44- SAS INSTITUTE INC, SAS introductory guide for personal computers, version 6 edition, Cary, North Carolina, 1985, 111 p.

45- SCHNEIDER, J. C. and VAN VLECK, L. D. Heritability estimates for first lactation milk yield of registered and nonregistered Holstein cows. Journal of Dairy Science 69:1652-1655.1986.

46- SALVARREY, L. Estimación de heredabilidad de la producción de leche en un rodeo de Paysandú (no publicado).

47- ----- y CARDOZO, E. Estado actual y posibles estrategias para el mejoramiento genético del ganado lechero en el Uruguay. In: Proceedings Foro Mejoramiento Genético Animal en el Uruguay en vísperas del mercosur. p 14-16. 1991.

48- SEARLE, S. R. Linear models. New York, Wiley series in probability and mathematical statistics, John Wiley and sons. 1971, 532p.

49- SEYKORA, A. J. and McDANIEL, B. T. Heritabilities and correlations of lactation yields and fertility for Holsteins. Journal of Dairy Science 66:1486-1493.1983

50- SORENSEN, D. A. and KENNEDY, B. W. Estimation of genetic variances from unselected and selected populations. Journal of Animal Science 59:1213-1223.1984.

51- SWALVE, H. and VAN VLECK, L. D. Estimation of genetic (co)variances for milk yield in first three lactations using an Animal Model an Restricted Maximum Likelihood. Journal of Dairy Science 70:842-849.1987.

52- TEMPERO, H. J. Informe de consultoría a la FAO. 1990.

53- THOMPSON, R. Sire evaluation. Biometrics 35:339-353.1979.

54- VAN VLECK, L. D.; WADELL, L. H. and HENDERSON, C. R. Components of variance associated with milk and fat records of artificially sired Holstein daughters. Journal of Animal Science 20:812-815.1961.

55- ----- and BRADFORD, G. E. Comparison of heritability estimates from daughter-dam regression and paternal half-sib correlation. Journal of Dairy Science 48:1372-1375.1965.

56- ----- Change in variance components associated with milk records with time and increase in mean production. Journal of Dairy Science 49:36-40.1966.

57- ----- Notes on the theory and application of selection principles for the genetic improvement of animals. fifth printing, 1983, 261 p.

58- -----; COX, L. R. and MIRANDE, S. L. Heritability estimates of milk production from daughter on dam regression by year and management level. Journal of Dairy Science 68:2964-2969.1985.

59- ----- and DONG, M. C. Genetic (co)variances for milk, fat and protein yield in Holsteins using an Animal Model. Journal of Dairy Science 71:3040.1988.

60- -----; DONG, M. C. and WIGGANS, G. R. Genetic (co)variances for milk and fat yield in California, New York, and Wisconsin for an Animal Model by Restricted Maximum Likelihood. Journal of Dairy Science 71:3053-3060.1988.

61- VINSON, W. E. Potential bias in genetic evaluations from differences in variation within herds. Journal of Dairy Science 70:2450-2455.1987.

62- WADE, K. M. and VAN VLECK, L. D. Genetic parameters for production traits of Holsteins in California, New York, and Wisconsin. Journal of Dairy Science 72:1280-1285.1989.

63- WARWICK, E. J. and LEGATES, J. E. Breeding and improvement of farm animals, seventh ed. New York, Mc. Graw Hill, 1979, 624 p.

64- WELLER, J. I.; RON, M. and BAR-ANAN, R. Effects of persistency and production on the genetic parameters of milk and fat yield in Israeli- Holsteins. Journal of Dairy Science 70:672- 680.1987.

65- WHITE, J. M.; VINSON, W. E. and PEARSON, R. E. Dairy cattle improvement and genetics. Journal of Dairy Science 64:1305-1317.1981.