

## DETERMINACION DE FACTORES DE EXTENSION DE LACTANCIAS

E. J. Manfredi y J. B. Bidart (1)

*Recibido: 30-9-82*

*Aceptado: 30-3-83*

### RESUMEN

Los factores de extensión de lactancias permiten estimar producciones de leche por lactancia a partir de informaciones parciales acumuladas. Para determinarlos se usó el método de mínimos cuadrados sobre controles mensuales de primeras lactancias. Los factores fueron influidos especialmente por un efecto primaveral, que provoca aumentos de producción diarios aún en lactancias avanzadas. La edad influyó también sobre los factores calculados, aunque su aparente influencia puede estar afectada por errores de muestreo.

La utilización de los factores de extensión debe ser juiciosa, cuidando de aplicarlos a situaciones adecuadas.

### DETERMINATION OF EXTENSION FACTORS FOR MILK YIELD

#### SUMMARY

Extention factors are useful to estimate total from part lactation records. The factors were computed using a Least Squares analysis on monthly milk records of first lactation cows. Higher daily production during the spring affected the factors even for advanced stages of lactation. Age had also an apparent effect on the estimated factors, although it could be confounded with sampling error.

Extention factors must be used judiciously, and applied only in adequate situations.

### INTRODUCCION

Como es bien sabido, un importante criterio de evaluación de ganado lechero es su producción de leche por lactancia. A excepción de tambos experimentales en donde la producción puede medirse día a día, suelen registrarse las producciones diarias una vez al mes a través del control lechero. Estas mediciones mensuales se combinan luego de alguna manera para obtener una estimación de la producción por lactancia.

Los factores de extensión de lactancias pueden aplicarse a tres situaciones diferentes según Mc. Gillard (1966): 1) Cómputo de la producción por lactancia a partir de registros que están progresando; 2) Cómputo de la producción por lactancia a partir de registros interrumpidos; y 3) Cómputo de lactancias a partir de algún (algunos) control (controles) mensual (mensuales) selecto (selectos).

La primera situación ocurre cuando las vacas en control lechero son evaluadas en un período intermedio de su producción. En es-

---

(1) Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, (1417) Buenos Aires, Argentina.

te caso, los factores de extensión permiten estimar la producción futura total de la vaca, con el objeto de facilitar la toma de decisiones de selección de animales por producción.

Asimismo, los factores de extensión permiten acelerar el progreso genético a través del mejoramiento de toros, pues más hijas contribuyen a la evaluación de los mismos en el momento en que se realiza la prueba de padres.

Van Vleck (1966) estima que incluyendo lactancias que están progresando, anticipando de este modo la prueba de padres en 6 meses, se obtendría un 10 por ciento más de progreso genético que utilizando únicamente lactancias terminadas. El autor atribuye esta superioridad a una disminución en el intervalo entre generaciones al incluir lactancias incompletas.

La segunda situación se produce cuando las lactancias de ciertas vacas se interrumpen por problemas sanitarios, muertes o ventas. En este caso, interesa estimar la producción que ciertos animales hubieran logrado de no mediar aquellos efectos ambientales.

La tercera situación aparece cuando un investigador decide basar su estimación de producción en solamente alguno de los controles mensuales. A veces, por ejemplo, se prefiere ignorar los últimos controles mensuales debido al efecto depresor de la preñez sobre la producción (Van Vleck, 1966).

La bibliografía es coincidente en la utilidad de contar con factores de extensión, pero no en la manera de estimarlos. Los métodos varían desde la utilización de cocientes parcial sobre total (Mc. Daniel *et al.*, 1965; Lamb y Mc. Gillard, 1967) hasta técnicas de estimación no lineal (Kellogg *et al.*, 1971; Schaeffer *et al.*, 1977).

Por otra parte, los métodos suelen adaptarse al tipo de datos disponibles. Así, Van Vleck (1966) propuso técnicas de regresión que requieren registros con todos los controles mensuales, en tanto Kweon (1972) y Schaeffer *et al.* (1977) determinaron factores que se aplican sobre la última información disponible. Es de destacar que, en general, los centros de procesamiento de datos de

la Argentina no archivan los controles mensuales.

Otra fuente de discusión es que criterio de clasificación debe aplicarse a los factores. La reconocida influencia que tienen la edad al parto (Sargent *et al.*, 1967; Gacula *et al.*, 1968) y la época de parto (Cannon, 1933; Frick *et al.*, 1947) sobre la producción, ha conducido a estimar factores para cada combinación edad-época de parto (Mc Daniel *et al.*, 1965; Kweon, 1972). La información en la Argentina sugiere que por lo menos la edad debería ser considerada si se analizan primeras lactancias (Beltramino *et al.*, 1981).

Auran (1976) incluyó al nivel de producción del tambo como tercer criterio de clasificación.

## MATERIALES Y METODOS

### 1. Datos

Se procesaron 7.554 controles lecheros mensuales oficiales, realizados entre 1976 y 1981, correspondientes a un tambo de la provincia de Buenos Aires. Este archivo incluyó solamente datos de primeras lactancias iniciadas y continuadas durante por lo menos 9 meses de control.

### 2. Análisis

La intención del Departamento de Zootecnia es estimar factores de extensión por diferentes métodos. En este caso, se aplicó un modelo lineal que fue analizado mediante mínimos cuadrados. Esta técnica es sencilla, de bajo costo de computación y no requiere supuestos sobre la distribución de la variable en estudio.

El modelo propuesto fue:

$$y = Aa + Bb + e$$

en donde

- y: vector de variables aleatorias observadas (controles mensuales de producción de leche).
- B, A: matrices de incidencia correspondientes a los efectos fijos de edad-época-estadio de lactancia y año, respectivamente.
- e: vector de residuales aleatorios asociados a cada observación.
- b y a: vectores de efectos fijos desconocidos, correspondientes a las combinaciones edad-época-estadio y año, respectivamente.

Este modelo es similar al utilizado por Kweon (1972) cuando determinó los factores que hoy se aplican en el nordeste de los Estados Unidos de Norte América. Sin embargo, este autor incluyó el efecto año-tambo en lugar del efecto año debido a que sus datos correspondían a varios tambos.

El efecto "años" no merece comentarios adicionales pero la construcción de las combinaciones edad-época-estadio se basan en los Cuadros 1, 2 y 3. Los Cuadros 1 y 2 son autoexplicativos. En el Cuadro 3, nótese que los estadios son definidos de manera tal que la porción curvilínea de la curva de lactancia es ajustada por intervalos lineales cortos. Al final de la lactancia, los intervalos también se acortan debido a posibles efectos de secado de las vacas.

**CUADRO 1: Determinación de grupos de edad al parto.**

Meses	Grupos
22 - 28	1
29 - 42	2

**CUADRO 2: Determinación de épocas de parto.**

Meses	Epoca
Marzo - Junio	1
Julio - Octubre	2
Noviembre - Febrero	3

**CUADRO 3: Determinación de estadios de lactancia.**

Días	Estadios
0 - 20	1
21 - 25	2
26 - 30	3
31 - 35	4
36 - 40	5
41 - 45	6
46 - 50	7
51 - 60	8
61 - 70	9
71 - 90	10
91 - 120	11
121 - 150	12
151 - 180	13
181 - 210	14
211 - 240	15
241 - 270	16
271 - 285	17
286 - 295	18
296 - 315	19

Los supuestos del modelo fueron:

$$E [y] = Aa + Bb$$

$$V [y] = N \sigma_e^2$$

en donde

- E: esperanza matemática
- V: matriz de varianza-covarianza
- N: número total de observaciones
- $\sigma_e^2$ : varianza residual.

Las ecuaciones de mínimos cuadrados fueron:

$$\begin{bmatrix} A'A & A'B \\ B'A & B'B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a^0 \\ b^0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A'y \\ B'y \end{bmatrix}$$

con soluciones no únicas

$$\begin{bmatrix} a^0 \\ b^0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A'A & A'B \\ B'A & B'B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A'y \\ B'y \end{bmatrix}$$

en donde el signo (-) represente una inversa generalizada obtenida al igualar a cero la solución correspondiente al efecto edad 1-época 1-estadio 11.

Los efectos edad-época-estadio fueron estimados como:

$$\hat{Y}_{ijk} = \bar{y}_{111} + b_{ijk}^0 + b_{111}^0$$

en donde

$\hat{Y}_{ijk}$ : estimador del efecto combinado de la *i*-ésima edad, la *j*-ésima época y el *k*-ésimo estadio de lactancia.

$\bar{y}_{111}$ : promedio correspondiente al efecto edad 1-época 1-estadio 11.

$b_{ijk}^0$ : solución correspondiente al efecto combinado de la *i*-ésima edad, la *j*-ésima época y el *k*-ésimo estadio de lactancia.

$b_{111}^0$ : solución correspondiente al efecto edad 1-época 1-estadio 11.

Finalmente, los factores de extensión se calcularon como:

$$F_{ijk} = \frac{\sum_{l=1}^{19} d_l \hat{Y}_{ijl}}{\sum_{l=1}^k d_l \hat{Y}_{ijl}}$$

en donde

$F_{ijk}$ : factor de corrección para lactancias en el estadio *k*-ésimo, originadas por partos producidos en la edad *i*-ésima y la época *j*-ésima.

$d_l$ : número de días comprendidos en el *l*-ésimo estadio.

Nótese que, de acuerdo al cálculo utilizado, la extensión de lactancias es muy sim-

ple, ya que basta multiplicar la lactancia acumulada hasta el último control por el factor correspondiente, o sea:

$$\hat{X}_{ij} = X_{ijk} \times F_{ijk}$$

en donde

*i, j*: representan edad y época de parto, respectivamente.

$\hat{X}_{ij}$ : estimación de la producción a 305 días.

$X_{ijk}$ : producción acumulada hasta el estadio *k*-ésimo.

$F_{ijk}$ : factor de extensión correspondiente al estadio *k*-ésimo.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La Figura 1 muestra las medias de producción de leche a lo largo de la lactancia. Se nota la típica tendencia de un aumento rápido que culmina alrededor de los 45 días y una disminución gradual hasta el fin de la lactancia. Los picos y valles de la Figura 1 se deben a dos causas principales:

- 1) Cada punto es un promedio de producción de controles mensuales para una determinada semana de lactancia. Esto implica que todos los puntos no han sido calculados sobre las mismas vacas, ya que los controles son mensuales.
- 2) Las variaciones diarias en la producción de leche suelen ser muy marcadas (Ainslie, 1977). Por ejemplo, una producción diaria de la semana 14 puede ser superior a una producción diaria de la misma vaca en la semana 12, aunque se especule teóricamente en contrario.

Las Figuras 2 y 3 presentan las producciones diarias de leche, corregidas por el efecto anual y discriminadas por época dentro de edad. Los valles y picos observados hasta los 60 días de lactancia son más pronunciados que en la Figura 1 debido a los escasos datos existentes en las celdas corres-

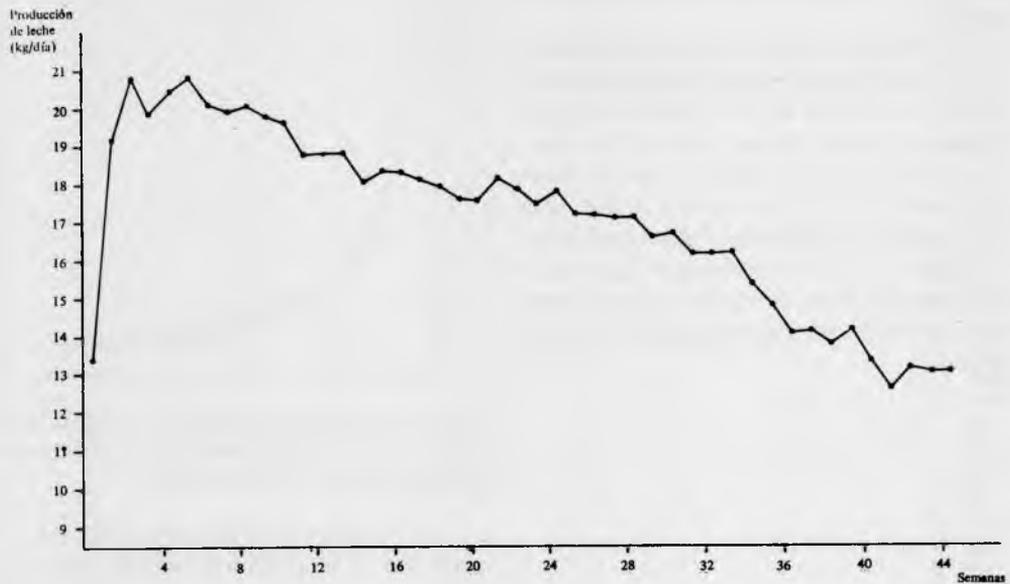


Figura 1: Producción diaria de leche por semana de lactancia.

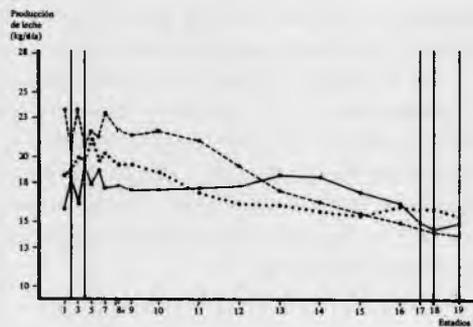


Figura 2: Producción diaria de leche para el grupo 1 de edades. Época 1 (línea llena), época 2 (línea discontinua), época 3 (línea punteada).

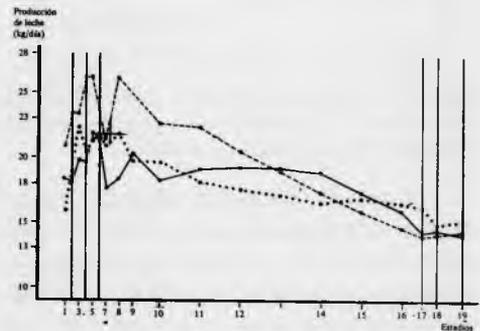


Figura 3: Producción diaria de leche para el grupo 2 de edades. Época 1 (línea llena), época 2 (línea discontinua), época 3 (línea punteada).

pendientes a los primeros estadios, los cuales abarcan solamente 5 días de duración.

En ambas figuras, la época de parto inverno-primaveral muestra las mayores producciones, pero con menor persistencia. La parición otoñal se caracteriza por lactancias moderadas en su iniciación pero de notoria persis-

tencia debido probablemente a la influencia primaveral sobre la mitad de la lactancia.

Al comparar las Figuras 2 y 3 se verifica que, entre primeras lactancias, vacas de más edad (también probablemente más pesadas) producen más y tienen picos de producción más altos. Sin embargo, los animales más jó-

venes muestran una tendencia a ser más persistentes. Kweon (1972) encontró resultados similares.

Los factores de extensión para vaquillonas de menor edad (grupo 1) se muestran en la Figura 4. Como era de esperarse, la figura sugiere la inversa de una curva de lactancia. Los factores para la época 2 son menores que para las otras dos épocas, debido a la baja persistencia observada para aquella época (Figura 2). Los factores para la época 1 son máximos hasta el estadio 13, pero luego son superados por los correspondientes a la época 3.

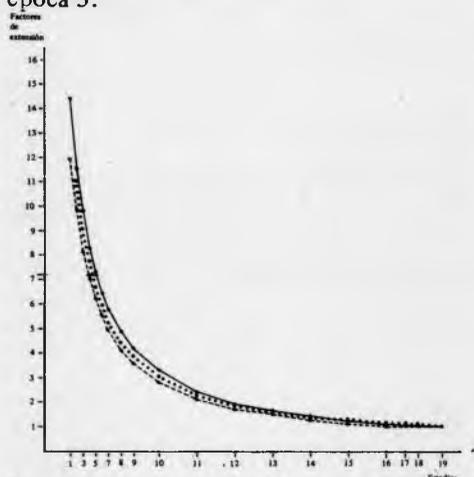


Figura 4: Factores de extensión para el grupo 1 de edades. Época 1 (línea llena), época 2 (línea discontinua), época 3 (línea punteada).

Al parecer, a las lactancias de la época 1 debería adjudicárseles una producción extra hasta el estadio 13, tomando en consideración el repunte primaveral. A partir de dicho estadio, los factores invierten su tendencia, pues las producciones a extender de la época 1 ya han acumulado el rendimiento primaveral.

Los factores para el grupo 2 de edades (Figura 5) no se comportan de la misma manera. Nuevamente, los factores para la época 2 son menores a lo largo de toda la lactancia debido a la baja persistencia de las lactancias de partos ocurridos en este período. Sin embargo, al comparar las épocas 1 y 3 puede notarse que los factores son mayores para la época 3 hasta el estadio 7, invirtiéndose luego las tendencias.

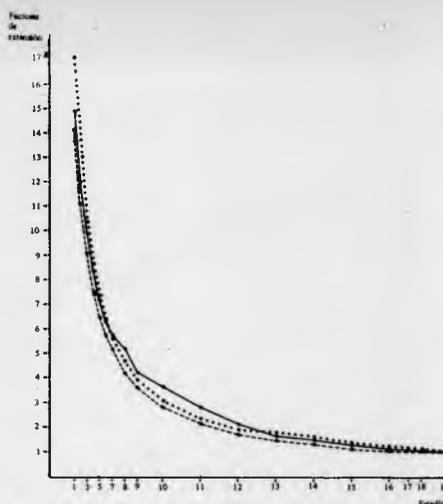


Figura 5: Factores de extensión para el grupo 2 de edades. Época 1 (línea llena), época 2 (línea discontinua), época 3 (línea punteada).

Las diferencias observadas entre las Figuras 4 y 5 sugeriría una interacción edad-época-estadio. Sin embargo, parecería más razonable explicar esas diferencias de acuerdo con la Figura 3. En ella se aprecia una muy baja producción para la época 3 en el estadio 1, que puede ser atribuida a un muestreo deficiente en esa subcelda. La consecuencia es que los factores para la época 3 durante los primeros estadios son elevados.

En el estadio 7, una fuerte reducción en la producción de la época 1 compensa el efecto anterior. A partir de este estadio, la interpretación es más clara, siendo los factores para la época 1 superiores a los de la época 3 hasta el estadio 13, debido al mencionado efecto primaveral.

## CONCLUSIONES

Los factores de extensión son útiles para la toma de decisiones a campo y la evaluación genética del ganado lechero. Deben aplicarse juiciosamente considerando sobretodo:

- 1) Ambito de aplicación. Los factores aquí determinados se basan en información de un solo tambo. Su aplicación a otras unidades de producción puede ser ries-

gosa, especialmente si el nivel de producción y manejo es bajo.

- 2) En evaluaciones genéticas, se ha sugerido (Mc. Gillard, 1966) acompañar a los factores de extensión con alguna función de peso que pondere la magnitud de la corrección. Por ejemplo, no se recomienda dar el mismo crédito a una estimación basada en 4 meses de producción que a otra basada en 8 meses de producción.
- 3) Cuando los archivos de control lechero incluyen códigos de causas de terminación de lactancias, no se extienden aquellas interrumpidas por baja producción. En la Argentina, no todos los centros de procesamiento archivan códigos de terminación, razón por la cual deberían extenderse todas las lactancias o utilizarse únicamente lactancias terminadas.

Una tercer alternativa sería la de no extender lactancias que presenten bajos niveles de producción en sus primeros estadios, siendo necesaria en la Argentina más investigación sobre el tema.

El método de análisis merece también algunas consideraciones:

- 1) Se han descartado métodos de extensión cuya computación requiere el archivo de controles mensuales, ya que éstos no existen en la mayoría de los casos y no es de esperar que se creen en el mediano plazo. Sin embargo, existen alternativas a probar, como la utilización de modelos no lineales, cuya estimación se basa en la última información mensual (Schaeffer *et al.*, 1977).
- 2) Las definiciones de grupos de edad y época de parto y estadios de lactancia, resultaron de análisis descriptivos preliminares, hipótesis biológicas y un compromiso entre sesgo y precisión de los estimadores (más subceldas creadas disminuyen el sesgo pero también la precisión). Con más datos y nuevos estudios, estos criterios, razonables pero arbitrarios, pueden ser redefinidos.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración del Centro de Tecnología y Ciencias de Sistemas de la Universidad de Buenos Aires y a la firma COMEGA S.A. por facilitar la información para realizar este trabajo.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Ainslie, H. R., 1977. Variations in milk fat tests. Dairy Management. Cooperative Extension, New York State, U.S.A.
- 2) Auran, T., 1976. Studies on monthly and cumulative milk yield records. IV. Estimating total lactation yield from part-lactation yield. *Acta Agric. Scan.*, 26: 10.
- 3) Beltramino, F.; H. Molinuevo; M. C. Miquel y H. Fernández, 1981. Análisis de registros lecheros. III. Efectos de la edad y el peso postparto. Producción Animal, Buenos Aires, Argentina. Vol. 7.
- 4) Cannon, C. Y., 1933. Seasonal effects on yield of dairy cow. *J. Dairy Sci.*, 16: 11.
- 5) Frick, G. E.; A. I. Mann and J. Johnson, 1947. The relation of season of freshening to milk production. *J. Dairy Sci.*, 30: 631.
- 6) Gacula, M. C. Jr.; S. N. Gaunt and R. A. Damon, 1968. Genetic and environmental parameters of milk constituents for five breeds. I. Effects of herd, season and age of the cow. *J. Dairy Sci.*, 51: 428.
- 7) Kellog, D. N.; N. S. Urquhart and A. S. Ortega, 1971. Estimating Holstein lactation curves with a gamma curve. *J. Dairy Sci.*, 60: 1.308.
- 8) Kweon, J. F., 1972. Factors for extending in-progress lactation records to a 305-day equivalent. Ph. D. Thesis, Cornell University, U.S.A.
- 9) Lamb, R. C. and L. D. Mc. Gilliard, 1967. Ratio factors to estimate 305-day production from lactation records un progress. *J. Dairy Sci.*, 55: 1.101.
- 10) Mc. Daniel, B. T.; R. H. Miller and E. C. Corley, 1965. D.H.I.A. factors for projecting incomplete records to 305-days. D.H.I. letter, U.S.D.A., *A.R.S.*, 44: 164.
- 11) Mc. Gilliard, L. D., 1966. Projection factors for records in progress and terminal incomplete records. Symposium on estimating breeding values of dairy sires and cows. U.S.D.A., Washington D.C., U.S.A.
- 12) Sargent, F. D.; K. R. Butcher and J. E. Legates, 1967. Environmental influences on milk constituents. *J. Dairy Sci.*, 50: 177.