

ESTIMACIÓN DE FACTORES DE CORRECCIÓN EDAD-MES DE PARTO PARA PRODUCCIÓN DE LECHE EN GANADO HOLSTEIN EN MÉXICO^a

Mauricio Valencia Posadas^b
Felipe de Jesús Ruíz López^c
Hugo Montalvo Valdenegro^d
Belem TrejoValdivia^e
Jeffrey F. Keown^f
L. Dale Van Vleck^g

RESUMEN

Valencia PM, Ruíz LFJ, Montalvo VH, Trejo VB, Keown JF, Van Vleck LD. *Téc Pecu Méx.* 2000;38(1)9-18. Se utilizaron 72,111 registros de producción de leche de 43,267 vacas de raza Holstein obtenidos en el período 1970-1997, con el objeto de estimar factores de corrección multiplicativos para edad-mes de parto con un modelo animal y usando todas las relaciones genéticas disponibles entre los animales. Se hicieron análisis por separado para las regiones Norte, Centro y Sur de México. Los factores en uso y los obtenidos en este estudio fueron diferentes ($P < 0.001$) en las tres regiones, de acuerdo al mes y la edad de parto en cada región, lo que indica que las producciones de leche corregidas a edad-mes de parto serán diferentes de acuerdo al grupo de factores utilizados, lo que puede tener un impacto en las evaluaciones genéticas. Las mayores diferencias entre los factores en uso y los estimados, se observaron para los grupos de vacas jóvenes (18-49 meses de edad) en el mes de enero y entre los factores de la región Norte en las vacas mayores a 70 meses para el mes de abril. Los factores estimados son probablemente más precisos que los en uso, por haber utilizado una mayor cantidad de animales y registros que abarcan un periodo más amplio, un modelo animal, haberlos calculado dentro de regiones geográficas diferenciadas climáticamente, y por nivel de producción y con varianzas específicas. Se considera conveniente que los factores de corrección estimados en este estudio, sean utilizados en lo futuro en las evaluaciones genéticas del ganado Holstein para la producción de leche en México.

PALABRAS CLAVE: Factores de corrección, Edad-mes de parto, Producción de leche, Holstein.

INTRODUCCIÓN

En la evaluación genética de los bovinos productores de leche, es necesario corregir fuentes de variación ambiental que influyen sobre las características de importancia económica. Los ajustes permiten reducir el error en las comparaciones entre animales y aumentar la precisión de los valores genéticos predichos^(1,2). Los factores de corrección multiplicativos, contribuyen a corregir tanto las diferencias entre las medias como las diferencias entre las varianzas, a través de grupos de edad-estación de parto⁽³⁾.

a Recibido el 7 de diciembre de 1999 y aceptado para su publicación el 20 de abril de 2000.

b Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato. Ex-Hacienda El Copal, AP 311 Irapuato, Guanajuato 36500. Teléfono: (462) 4 24 84; fax: (462) 4 86 78; e-mail: posadas@dulcinea.ugto.mx. Correspondencia y solicitud de separatas.

c Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP-SAGAR.

d Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad de Guanajuato.

e Centro de Investigación en Matemáticas. Aguascalientes, Ags.

f Department of Animal Science, University of Nebraska.

g Roman L. Hruska U.S. Meat Animal Research Center, ARS-USDA.

Los principales factores ambientales que influyen sobre la producción de leche en bovinos son la edad o número de parto^(4,5,6), la época de parto^(7,8), el año de parto^(9,10), el efecto del hato^(11,12,13) y el número de ordeñas⁽¹⁴⁾. Varios de estos factores actúan en forma conjunta produciendo interacciones^(9,12,15).

Los factores de corrección (FC) que actualmente utiliza la Asociación Holstein de México fueron desarrollados en 1975 por McDowell *et al.*⁽¹⁶⁾, utilizando un modelo semental que no considera las relaciones genéticas de los animales por la vía materna, lo que puede introducir sesgos por diferencias genéticas no consideradas en la selección. Desde la adopción de estos factores, las prácticas de manejo de los hatos han cambiado y se ha incrementado el nivel de producción por vaca, lo que pudiera influir en los valores de dichos factores.

En México se han encontrado diferencias en los niveles de producción de leche al clasificar las lactancias por región geográfica (Valencia, 1999; datos no publicados). En la medida en que los sistemas de manejo cambian y los efectos de época pueden ser distintos para las diferentes regiones del país, es necesario estimar nuevos FC. El objetivo de este trabajo fue estimar FC para producción de leche en ganado Holstein en tres regiones geográficas de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los registros de producción de leche utilizados, fueron de animales de raza Holstein obtenidos por la Asociación

Holstein de México de 1970 hasta 1997. Para garantizar la calidad de la información, se eliminaron registros de: vacas que no tuvieron anotada una primera lactancia, aquéllas que carecían de información del número de lactancia a la que pertenecía el registro, hatos que tenían menos de 5 lactancias, registros cuyo código de terminación era no utilizable (inicio de lactancia con aborto, venta, muerte, enfermedad o lesiones), lactancias con menos de 1,500 kg de leche y vacas con menos de 18 meses de edad al primer parto.

En los análisis se utilizaron 72,111 lactancias a 305 días y 2 ordeñas de 43,267 vacas, distribuidas en 200 hatos. Las lactancias se clasificaron por región geográfica considerando la ubicación de los establos. La región Norte incluyó los estados de Baja California Norte, Chihuahua, Sinaloa, Coahuila y Durango; la región Centro los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Michoacán, Jalisco, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas, y la región Sur incluyó los estados de México, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y Veracruz. El número de observaciones utilizadas por región fue de 12,062, 42,059 y 17,990 para las regiones Norte, Centro y Sur, respectivamente.

El archivo de pedigrí utilizado fue común para las tres regiones e incluyó a los animales presentes en las bases de datos, más sus ancestros disponibles, quedando finalmente con 57,243 animales. Para mantener un número adecuado de observaciones por subclase, se crearon 21 grupos de edad al parto (grupo 1 de 18 a 21 meses, grupo 2 de 22 a 25 meses, ...

FACTORES DE CORRECCION EDAD-MES DE PARTO EN GANADO HOLSTEIN

grupo 21 > 98 meses). De este modo se crearon 252 categorías (21x12) de edad-mes de parto. Se consideró como grupo base a la producción de leche promedio de vacas cuya edad se encontraba entre 70 y 73 meses, paridas en el mes de enero dentro de cada región. La determinación del grupo base se hizo de acuerdo a los resultados de varios estudios, donde encontraron que las mayores producciones de leche fueron de vacas con edades de entre 54 y 80 meses^(5,9,10), paridas en los meses más fríos del año^(13,16).

Dentro de cada región, se obtuvieron estimadores de los parámetros con un modelo animal mixto⁽¹⁷⁾. Los efectos considerados fijos en el modelo utilizado fueron hato-año y grupo de edad-mes de parto, y los aleatorios el efecto de ambiente permanente, animal y el error. Los componentes de varianza por región se estimaron con el método de máxima verosimilitud restringida (REML), usando el procedimiento libre de derivadas con el programa MTDFREML⁽¹⁸⁾; el modelo fue:

$$y_{ijlm} = M + h-a_i + ge-m_j + ap_l + an_l + e_{ijlm}$$

Donde:

y_{ijlm} = m-ésimo registro de producción de leche, de la l-ésima vaca con el j-ésimo grupo de edad-mes de parto, parida en el i-ésimo hato-año,

M= media general,

$h-a_i$ = efecto fijo del i-ésimo hato-año,

$ge-m_j$ = efecto fijo del j-ésimo grupo de edad-mes de parto,

ap_l = efecto aleatorio del ambiente permanente de la l-ésima vaca,

an_l = efecto aleatorio del l-ésimo animal y

e_{ijlm} = efecto aleatorio residual (error), con media cero y varianza σ^2_e .

Una vez obtenidos los componentes de varianza, se estimaron las soluciones (desviaciones) para cada combinación edad-mes de parto; los FC multiplicativos fueron calculados con la ecuación:

$$FC = M/(M + \hat{D}), \text{ donde}$$

FC = factor de corrección edad-mes de parto,

M = media de producción de leche del grupo base, y

\hat{D} = desviaciones estimadas.

Para suavizar los factores estimados⁽¹²⁾ se utilizó un modelo de regresión polinomial⁽¹⁹⁾ donde se suavizaron las desviaciones para después recalcular los FC. El modelo fue:

$$d_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i} + \beta_6 X_{6i} + e_i, \text{ donde}$$

d_i = desviaciones,

β_0 = ordenada de origen,

$\beta_k = [b_1, b_2, \dots, b_k]$ son los coeficientes de regresión,

X_{1i} = mes de parto correspondiente a cada elemento de d_i ,

X_{2i} = mes de parto al cuadrado,

X_{3i} = grupo de edad correspondiente a cada elemento de d_i ,

X_{4i} = grupo de edad al cuadrado,

X_{5i} = interacción mes por grupo de edad,

X_{6i} = interacción mes por grupo de edad al cuadrado,

e_i = error aleatorio.

Con el fin de evaluar si existían diferencias entre los FC obtenidos en este estudio y los utilizados actualmente, se aplicó un análisis de varianza para probar los efectos de edad y mes de parto sobre las diferencias entre los dos grupos de factores para cada región. También se estimaron las correlaciones entre los FC actuales y los estimados en este trabajo. El manejo de las bases de datos, el análisis de varianza, el modelo de regresión y las correlaciones se efectuaron con el Sistema de Análisis Estadístico⁽²⁰⁾.

RESULTADOS

Los valores mínimos y máximos de los FC sin suavizar para las regiones Norte, Centro y Sur fueron de 0.90-1.27, 0.94-1.27 y 0.88-1.19 respectivamente y para los factores suavizados de 0.99-1.34, 0.98-1.31 y 0.99-1.29 en el mismo orden señalado. Los factores utilizados actualmente por Holstein de México⁽¹⁶⁾

tienen un rango de 0.96 a 1.44 y los obtenidos en este trabajo de 0.98 a 1.34.

Los estimadores de los parámetros utilizados para predecir los factores de corrección suavizados se muestran en el Cuadro 1 y fueron significativos ($P < 0.001$) excepto para las interacciones ($P > 0.05$). Los coeficientes de determinación fueron mayores a 0.99 en las tres regiones.

En los Cuadros 2, 3 y 4 se presentan los FC suavizados para las regiones Norte, Centro y Sur.

Al analizar las diferencias entre los FC actuales y los obtenidos en este trabajo con el análisis de varianza, los efectos de grupo de edad y mes de parto resultaron significativos ($P < 0.001$) y la interacción grupo de edad-mes de parto no fue significativa.

Las correlaciones entre los factores actuales y los obtenidos para la región Norte,

Cuadro 1. Estimadores de los parámetros obtenidos con el modelo de regresión polinomial para la predicción de los factores de corrección, suavizados por región

Parámetro	Norte	Centro	Sur
Ordenada de origen	1.2721754	1.2484703	1.2841817
Mes (M)	0.0297408	0.0276860	0.0135450
M al cuadrado	-0.0026270	-0.0022343	-0.0014568
Grupo de edad (GE)	-0.0474021	-0.0393940	-0.0433925
GE al cuadrado	0.0017692	0.0013720	0.0015272
M x GE	0.0012958	0.0001801	0.0005958
M x GE al cuadrado	-0.0000557	-0.0000106	-0.0000188

Todos los estimadores fueron significativos ($P < 0.001$) excepto para las interacciones ($P > 0.05$). Los coeficientes de determinación fueron mayores a 0.99 para las tres regiones.

FACTORES DE CORRECCION EDAD-MES DE PARTO EN GANADO HOLSTEIN

Cuadro 2. Factores de corrección suavizados edad-mes de parto para la producción de leche en la región Norte de México

GRUPO EDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
18-21	1.25	1.28	1.30	1.32	1.33	1.34	1.33	1.32	1.30	1.28	1.24	1.21
22-25	1.20	1.23	1.25	1.27	1.28	1.29	1.29	1.28	1.26	1.24	1.21	1.18
26-29	1.16	1.19	1.21	1.23	1.24	1.25	1.25	1.24	1.23	1.21	1.18	1.15
30-33	1.13	1.15	1.18	1.20	1.21	1.22	1.22	1.21	1.20	1.18	1.16	1.13
34-37	1.10	1.12	1.15	1.17	1.18	1.19	1.19	1.18	1.17	1.16	1.13	1.11
38-41	1.07	1.10	1.12	1.14	1.15	1.16	1.16	1.16	1.15	1.13	1.11	1.09
42-45	1.05	1.08	1.10	1.12	1.13	1.14	1.14	1.14	1.13	1.12	1.10	1.07
46-49	1.03	1.06	1.08	1.10	1.11	1.12	1.13	1.12	1.11	1.10	1.08	1.06
50-53	1.02	1.05	1.07	1.09	1.10	1.11	1.11	1.11	1.10	1.09	1.07	1.05
54-57	1.01	1.04	1.06	1.08	1.09	1.10	1.10	1.10	1.09	1.08	1.06	1.04
58-61	1.00	1.03	1.05	1.07	1.08	1.09	1.09	1.09	1.08	1.07	1.05	1.03
62-65	1.00	1.02	1.04	1.06	1.07	1.08	1.09	1.08	1.08	1.07	1.05	1.03
66-69	0.99	1.02	1.04	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07	1.06	1.05	1.02
70-73	1.00	1.02	1.04	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07	1.06	1.04	1.02
74-77	1.00	1.02	1.04	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07	1.06	1.04	1.02
78-81	1.00	1.03	1.05	1.07	1.08	1.08	1.09	1.08	1.08	1.06	1.05	1.02
82-85	1.01	1.04	1.06	1.07	1.09	1.09	1.09	1.09	1.08	1.07	1.05	1.03
86-89	1.02	1.05	1.07	1.08	1.10	1.10	1.10	1.10	1.09	1.07	1.06	1.03
90-93	1.04	1.06	1.08	1.10	1.11	1.11	1.11	1.11	1.10	1.08	1.06	1.04
94-97	1.06	1.08	1.10	1.12	1.13	1.13	1.13	1.12	1.11	1.09	1.07	1.05
>98	1.08	1.10	1.12	1.14	1.15	1.15	1.15	1.14	1.13	1.11	1.09	1.06

Cuadro 3. Factores de corrección suavizados edad-mes de parto para la producción de leche en la región Central de México

GRUPO EDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
18-21	1.23	1.26	1.28	1.30	1.31	1.31	1.31	1.31	1.29	1.27	1.25	1.21
22-25	1.19	1.22	1.24	1.26	1.27	1.27	1.27	1.26	1.25	1.23	1.21	1.17
26-29	1.15	1.18	1.20	1.22	1.23	1.23	1.23	1.22	1.21	1.19	1.17	1.14
30-33	1.12	1.15	1.17	1.18	1.19	1.20	1.20	1.19	1.18	1.16	1.14	1.12
34-37	1.10	1.12	1.14	1.15	1.16	1.17	1.17	1.16	1.15	1.13	1.11	1.09
38-41	1.08	1.10	1.12	1.13	1.14	1.14	1.14	1.14	1.13	1.11	1.09	1.07
42-45	1.06	1.08	1.10	1.11	1.12	1.12	1.12	1.12	1.11	1.09	1.07	1.05
46-49	1.04	1.06	1.08	1.09	1.10	1.10	1.10	1.10	1.09	1.07	1.06	1.03
50-53	1.03	1.05	1.06	1.08	1.08	1.09	1.09	1.08	1.07	1.06	1.04	1.02
54-57	1.02	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.08	1.07	1.06	1.05	1.03	1.01
58-61	1.01	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.07	1.06	1.05	1.04	1.02	1.00
62-65	1.00	1.02	1.04	1.05	1.06	1.06	1.06	1.05	1.04	1.03	1.01	0.99
66-69	1.00	1.02	1.03	1.04	1.05	1.05	1.05	1.05	1.04	1.03	1.01	0.99
70-73	1.00	1.01	1.03	1.04	1.05	1.05	1.05	1.04	1.04	1.02	1.01	0.99
74-77	1.00	1.01	1.03	1.04	1.05	1.05	1.05	1.04	1.03	1.02	1.00	0.98
78-81	1.00	1.02	1.03	1.04	1.05	1.05	1.05	1.05	1.04	1.02	1.01	0.98
82-85	1.00	1.02	1.04	1.05	1.05	1.06	1.05	1.05	1.04	1.03	1.01	0.99
86-89	1.01	1.03	1.04	1.05	1.06	1.06	1.06	1.05	1.04	1.03	1.01	0.99
90-93	1.02	1.04	1.05	1.06	1.07	1.07	1.07	1.06	1.05	1.04	1.02	1.00
94-97	1.03	1.05	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07	1.06	1.05	1.03	1.01
>98	1.04	1.06	1.08	1.09	1.09	1.10	1.09	1.09	1.08	1.06	1.04	1.02

Cuadro 4. Factores de corrección suavizados edad-mes de parto para la producción de leche en la región Sur de México

GRUPO EDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
18-21	1.25	1.27	1.28	1.29	1.29	1.29	1.28	1.27	1.26	1.24	1.22	1.20
22-25	1.21	1.22	1.23	1.24	1.24	1.24	1.24	1.23	1.22	1.20	1.18	1.16
26-29	1.17	1.18	1.19	1.20	1.20	1.20	1.20	1.19	1.18	1.17	1.15	1.13
30-33	1.13	1.15	1.16	1.17	1.17	1.17	1.17	1.16	1.15	1.14	1.12	1.10
34-37	1.11	1.12	1.13	1.14	1.14	1.14	1.14	1.13	1.12	1.11	1.09	1.08
38-41	1.08	1.09	1.10	1.11	1.11	1.12	1.11	1.11	1.10	1.09	1.07	1.06
42-45	1.06	1.07	1.08	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.08	1.07	1.05	1.04
46-49	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07	1.06	1.05	1.04	1.02
50-53	1.03	1.04	1.05	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.05	1.04	1.03	1.01
54-57	1.02	1.03	1.04	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.04	1.03	1.02	1.00
58-61	1.01	1.02	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.03	1.02	1.01	0.99
62-65	1.00	1.01	1.02	1.03	1.03	1.04	1.03	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99
66-69	1.00	1.01	1.02	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99
70-73	1.00	1.01	1.02	1.02	1.03	1.03	1.03	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99
74-77	1.00	1.01	1.02	1.02	1.03	1.03	1.03	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99
78-81	1.00	1.01	1.02	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.02	1.02	1.00	0.99
82-85	1.00	1.02	1.03	1.03	1.04	1.04	1.04	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00
86-89	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.05	1.05	1.04	1.04	1.03	1.02	1.00
90-93	1.02	1.04	1.05	1.05	1.06	1.06	1.06	1.06	1.05	1.04	1.03	1.01
94-97	1.04	1.05	1.06	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.06	1.05	1.04	1.03
>98	1.05	1.07	1.08	1.08	1.09	1.09	1.09	1.09	1.08	1.07	1.06	1.04

Centro y Sur fueron de 0.89, 0.92, y 0.90 respectivamente.

La distribución de los FC actuales y los obtenidos en este trabajo mostraron diferencias con respecto al mes de parto. Para observar esas diferencias, se graficó la distribución de los factores a lo largo del año, tomando tres distintos meses de manera arbitraria (enero, mayo y septiembre). En la Figura 1 se muestra la distribución de los factores actuales y de los factores obtenidos en este estudio para el mes de enero. Al obtener el promedio de los factores usados actualmente en los grupos de vacas entre 18 y 45 meses de edad, éste fue mayor que los promedios de los factores estimados para las tres regiones, y hacia los grupos de edades

mayores de 82 meses los factores usados actualmente disminuyen. En el mes de abril los factores actuales tendieron a ser ligeramente menores en los grupos de vacas mayores de 70 meses (Figura 2) con respecto a los otros grupos de edad. En el mes de agosto los factores actuales promedio fueron ligeramente superiores en las vacas con edades tempranas (entre 18 y 33 meses de edad) y en los grupos de edades mayores a 66 meses, los factores actuales tuvieron valores intermedios respecto a los obtenidos en las tres regiones (Figura 3).

DISCUSIÓN

Se observó un ligero incremento de alrededor de 0.07 unidades en promedio

FACTORES DE CORRECCION EDAD-MES DE PARTO EN GANADO HOLSTEIN

Figura 1. Factores de corrección utilizados actualmente y los obtenidos en este estudio para el mes de enero

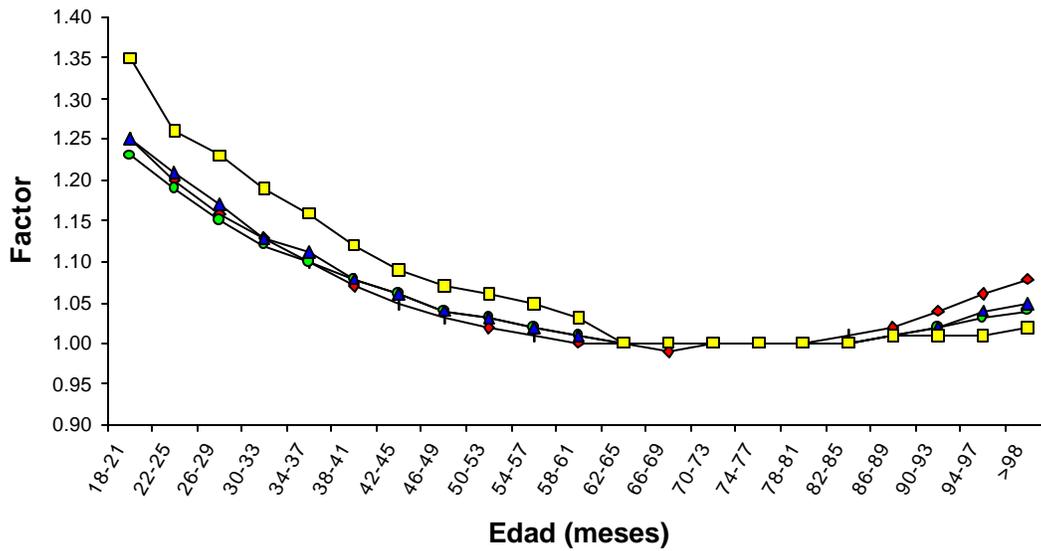


Figura 2. Factores de corrección utilizados actualmente y los obtenidos en este estudio para el mes de abril

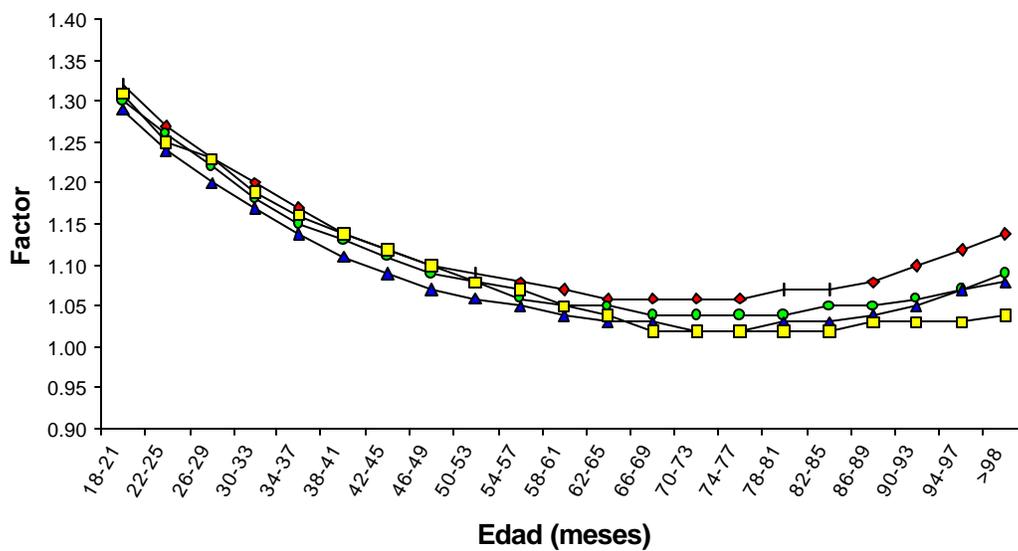
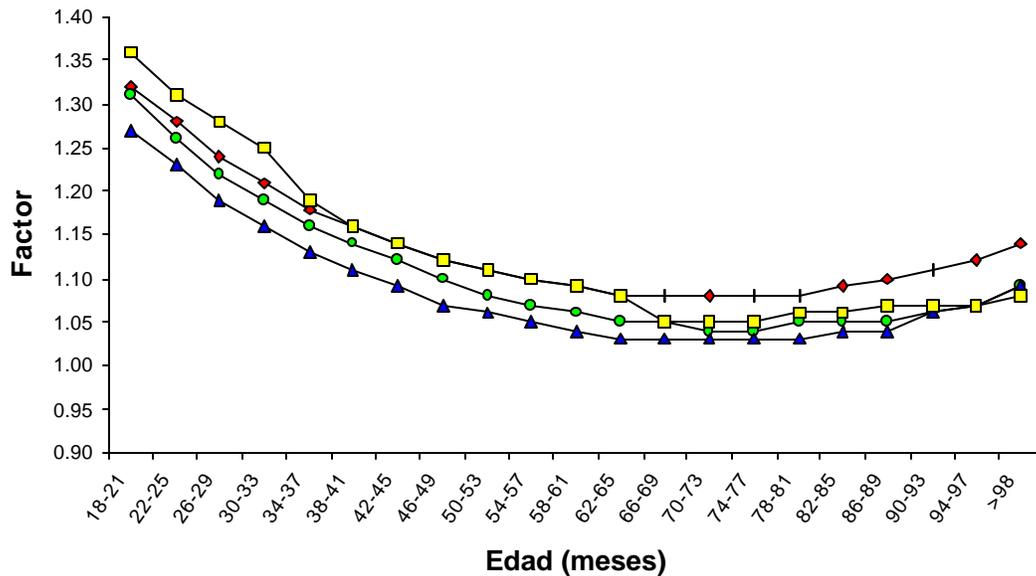


Figura 3. Factores de corrección utilizados actualmente y los obtenidos en este estudio para el mes de agosto.



para las tres regiones al suavizar los factores, siendo ese incremento proporcional en todos los factores para cada región, es decir dentro y entre regiones. Al tabular los factores sin suavizar y los suavizados por grupo de edad y mes de parto, se apreció una mejor distribución de los FC a través de los diferentes grupos de edad, sugiriendo que el suavizamiento fue adecuado.

Los FC tendieron a ser mayores en los meses de abril a agosto que en los meses restantes, en las tres regiones. Se pudo apreciar que el efecto de mes de parto fue mayor para la región Norte, seguida por la Centro y finalmente por la región Sur, de acuerdo a la magnitud de los valores de los FC estimados. Esto sugiere que

temperaturas y humedades extremas parecen reducir más drásticamente los niveles de producción de leche en las vacas paridas en verano, sobre todo en la región Norte. En Brasil, Duraes y Keown⁽¹⁰⁾ encontraron resultados similares en el efecto de estación, observando además que las vacas maduras paridas durante el verano, fueron más afectadas que las vacas jóvenes.

La disponibilidad y calidad del alimento tiene gran influencia sobre la producción de leche y está asociada a la variación estacional⁽¹⁾. En las vacas jóvenes de este estudio (de 18 a 45 meses de edad), la mayor producción ocurrió de septiembre a marzo y la producción se incrementó al incrementarse la edad de las vacas, hasta

alrededor de los 75 meses. En edades posteriores, la mayor producción de leche se presentó entre los meses de noviembre y marzo para las tres regiones.

A pesar de que las correlaciones entre los FC actuales y los obtenidos en este trabajo fueron relativamente altas, se pueden esperar ciertas diferencias en las producciones de leche al corregirlas con los FC de este trabajo, debido a que existen diferencias significativas ($P < 0.01$) para los efectos de grupo de edad y mes de parto en los FC estimados en este estudio. También se pueden esperar sesgos en los resultados de las evaluaciones genéticas, sobre todo de toros jóvenes, debido a que la información utilizada en su evaluación corresponde principalmente a primeras lactancias. Adicionalmente, dado que las principales diferencias entre los factores actuales y los estimados en este trabajo se dieron en vacas jóvenes, las comparaciones entre evaluaciones de vacas obtenidas con registros de diferente edad podrían estar sesgadas.

Se espera que los factores de corrección obtenidos en este trabajo sean más precisos que los utilizados actualmente, debido a que en su estimación se utilizó un modelo animal, el cual considera todas las relaciones genéticas de los animales, con una mayor cantidad de datos, cubriendo un período de tiempo más amplio y usando componentes de varianza estimados para cada región. En este trabajo se mostró que existen diferencias entre regiones para varios aspectos que pueden influir en los valores de los factores de corrección. Por las razones expuestas, se considera adecuado que los factores de corrección estimados en este estudio sean utilizados

en lo futuro en las evaluaciones genéticas del ganado Holstein para la producción de leche, lo que permitirá reducir el sesgo en la obtención de valores genéticos predichos y realizar comparaciones más precisas entre vacas con diferentes edades y meses de parto en cada región del país, lo que podría mejorar la respuesta a la selección en esta población.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de los doctores Rafael Núñez Domínguez, Pedro Ochoa Galván, Carlos Sosa Ferreyra e Ignacio Mondragón Vázquez en la discusión de los resultados; así como al Comité Revisor de la revista Técnica Pecuaria en México por los comentarios técnicos que permitieron mejorar el contenido de este trabajo. Se agradece también al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por haber otorgado una beca de doctorado al primer autor y por haber financiado parcialmente este trabajo a través del proyecto K0222B.

ESTIMATES OF AGE-MONTH CORRECTION FACTORS FOR MILK PRODUCTION OF HOLSTEIN CATTLE IN MEXICO

ABSTRACT

Valencia PM, Ruíz LFJ, Montalvo VH, Trejo VB, Keown JF, Van Vleck LD. Téc Pecu Méx. 2000;38(1)9-18. In order to estimate age-month multiplicative correction factors for milk production in Mexican Holstein cattle, 72,111 lactation records

from 43,267 Holstein cows for the period 1970-1997 were used. An animal model was used and it included all available genetic relationships among animals. Separate analysis were made to estimate correction factors for North, Central and South regions of Mexico. Correction factors currently used and those obtained in this study were different ($P < 0.001$) for the three regions according to age and month of calving for each region. These results suggest that corrected milk production could be different using both groups of factors and results in genetic evaluation could be different. The large differences between current correction factors and those estimated in this study were found for cows with 18-40 months old, in January, and between correction factors for the North region with current correction factors for cows older than 70 months in April. Correction factors estimated in this study are probably more appropriate than current correction factors, because an animal model was used, more information was available and specific variances and correction factors were obtained for each region. It is convenient that new correction factors obtained in this study should be used to obtain Mexican Holstein genetic evaluations.

KEY WORDS: Age-month adjustment factors, Milk production, Holstein.

LITERATURA CITADA

1. Keown JF, Everett RW. Age-month adjustment factors for milk, fat and protein yields in Holstein cattle. *J Dairy Sci* 1985;(68):2664-2669.
2. Norman HD, Meinert TR, Schutz MM, Wright JR. Age and seasonal effects on Holstein yield for four regions of the United States over time. *J Dairy Sci* 1995;(78):1855-1861.
3. Searle SR, Henderson, CR. Judging the effectiveness of age-correction factors. *J Dairy Sci* 1960;(43):966-974.
4. Syrstad O. Studies on dairy herd records. II. Effect of age and season of calving. *Acta Agric Scand* 1965;(15):31-35.
5. Freeman AE. Age adjustment of production records: History and basic problems. *Symp.: Age adjustment. J Dairy Sci* 1973;(56):941-947.
6. Mao IL, Wilton JW, Burnside EB. Parity in age adjustment for milk and fat yield. *J Dairy Sci* 1974;(57):100-104.
7. Annis DJ, Erb RE, Winters WR. Influence of month and season of calving on yields of milk and fat. *Washington Agric Exp Stat Bull.* 606. 1959:12.
8. Martinez ML, Lee AJ, Lin CY. Multiplicative age-season adjustment factors by maximum likelihood, gross comparisons, and paired comparisons. *J Dairy Sci* 1990;(73): 819-825.
9. Ortíz ORJ. Fuentes de variación ambiental que afectan la producción de leche y el intervalo entre partos en vacas Holstein [tesis maestría]. Colegio de Postgraduados, México. 1989.
10. Duraes MC, Keown JF. Age-month factors-mature equivalent factors for three yield traits for non-registered and registered cattle. *Rev Brasil Genet* 1991;14(3):713-728.
11. Van Vleck LD, Wadell LH, Henderson CR. Components of variance associated with milk and fat records of artificially sired Holstein daughters. *J Dairy Sci* 1961;(20):812-815.
12. Everett RW, Taylor FJ, Hammond K. Mixed model estimation of age and month of calving adjustment factors for milk and butterfat yields of New South Wales Dairy Cattle. *Aust J Agric Res* 1982; 33(4):731-741.
13. Avendaño RL. Estimación de la tendencia genética para producción de leche en hatos Holstein en México [tesis maestría]. México, D.F: Universidad Nacional Autónoma de México; 1989.
14. Wiggans GR, Grossman M. Adjusting records from a three-times-a-day to two-times-a-day milking basis. *Dairy Herd Improvement Letter, USDA.* 1980;56(4):7-18.
15. Ptak E, Horst HS, Schaeffer LR. Interaction of age and month of calving with year of calving for production traits of Ontario Holsteins. *J Dairy Sci* 1993;(76):3792-3798.
16. McDowell RE, Cameons JK, Louis DG, Cabello E, Christensen E. Factors for standardizing lactation records made by Holstein-Frisian in México for age and month of calving. Cornell University, Ithaca, NY [mimeo 2-75]. 1975: 1-15.
17. Henderson, CR. Applications of linear model in animal breeding. University of Guelph, Canada; 1984:423.
18. Boldman KG, Kriese LA, Van Vleck LD, Van Tassell CP, Katchman SD. A manual for use MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances. USDA, Agric. Res. Service 1995;114.
19. Steel R, Torrie J. *Bioestadística: principios y procedimientos.* Colombia: McGraw Hill; 1985
20. SAS, SAS. *User's guide for linear models.* Cary, NC, USA: SAS Inst. Inc. 1995.