

## Estimación de producción a 305 días

### Interpolación basada en curvas de lactancia

La estimación de producción a 305 días para una vaca con base en los registros de producción reales disponibles se realiza en 2 etapas. Inicialmente, se estiman las producciones para cada uno de los días de la lactancia donde no se realizó pesa de leche, utilizando métodos de interpolación no lineal mediante la siguiente fórmula (NRS 1993):

$$Y_e = y + \frac{(x_s - x_i) - (y_s - y_i)}{(n_s - n_i) \times (n - n_i) + (x_i - y_i)}$$

donde,

- $Y_e$  = Producción diaria estimada,
- $n$  = Día para el que se estima la producción de leche,
- $n_i$  = Día de lactancia inmediato *anterior* a  $n$  con producción registrada,
- $n_s$  = Día de lactancia inmediato *posterior* a  $n$  con producción registrada,
- $y$  = Producción *esperada* diaria para el día  $n$  según la curva estándar de lactancia,
- $y_i$  = Producción *esperada* en el día inmediato *anterior* a  $n$  con producción registrada,
- $y_s$  = Producción *esperada* día inmediato *posterior* a  $n$  con producción registrada,
- $x_i$  = Producción de leche *real* en el día inmediato *anterior* a  $n$  con producción registrada,
- $x_s$  = Producción de leche *real* en el día inmediato *posterior* a  $n$  con producción registrada.

Como se observa esta fórmula toma en cuenta los registros de producción reales anteriores y posteriores al día en que se realiza la predicción, además de las producciones esperadas para esos días, según la lactancia estándar correspondiente.

**Nota\*\*:** Cuando el día en que se realiza la predicción ( $n$ ) es anterior al primer registro real disponible ( $x$ ),  $y_e$  no se obtiene mediante la fórmula anterior, sino que se calcula multiplicando la producción del primer registro real ( $x_i$ ) por el factor ( $y/y_i$ ). Esto se hace para evitar obtener estimados de producción negativos, lo que puede suceder cuando se utiliza extrapolación.

### Factores de proyección para lactancias en progreso

Además del procedimiento de interpolación anterior es necesario contar con un método para extender o proyectar las lactancias no terminadas o en progreso. En este análisis se utilizan factores de proyección calculados a partir de las lactancias estándares. El cálculo de los factores de proyección se realiza con base en la ecuación propuesta por Wiggans y Van Vleck (1979):

$$FP_n = \frac{(Y_{305} - Y_a)}{Y_n \times (305 - n)}$$

donde:

- $FP_n$  = factor de proyección correspondiente al día  $n$  de cada lactancia,
- $Y_{305}$  = producción esperada a 305 días, según la curva de lactancias estándar,
- $Y_a$  = producción acumulada esperada entre el día 1 y  $n$  de la lactancia,
- $n$  = día del último registro de producción de leche,
- $Y_n$  = producción de leche (kg) registrada en el día  $n$ .

Como se observa esta fórmula utiliza tanto la producción acumulada como la producción registrada del último día. Para obtener el estimado de producción a 305-d utilizando factores de proyección se utiliza la siguiente fórmula (Wiggans y Van Vleck 1979):

$$P_{305} = \sum_{i=1}^n Y_i + FP_n \times Y_n \times (305 - n)$$

donde:

- $P_{305}$  = Producción de leche estimada a 305 días,
- $\sum Y_i$  = Suma de la producción parcial entre el día 1 y el día  $n$  (último registro),
- $FP_n$  = Factor de proyección correspondiente al día  $n$ , según lactancia estándar,
- $Y_n$  = Producción real (kg) observada para el día  $n$  (último registro)

En la tabla siguiente se muestra un ejemplo de factores de proyección obtenidos con base en la lactancia estándar correspondiente a un grupo de vacas Holstein de la zona BMH-T con nivel de producción alto, edad al parto de 6 años y paridas en época seca. Los parámetros del modelo Wood correspondientes a esta lactancia son  $a=33.431$ ,  $b=0.2212$  y  $c=0.0573$ ; para una producción esperada a 305 días de 9074 kg.

La magnitud de los factores generados depende del periodo de lactancia. En general, estos disminuyen en forma gradual desde el inicio de la lactancia hasta alrededor de los 100 días y vuelven a aumentar hasta el final de la lactancia. Esto sucede debido principalmente a diferencias en la cantidad de leche producida en las distintas etapas de la lactancia. Para una lactancia completa (305 d) no es necesario realizar ninguna proyección, por lo que el factor correspondiente es 1.

Tabla 1. Factores de proyección obtenidos con base en la lactancia estándar correspondiente al grupo de vacas Holstein, zona BMH-T, nivel de producción alto, edad al parto de 6 años y paridas en época seca.

<u>Día de la lactancia</u>	<u>Producción diaria esperada (kg)</u>	<u>Producción Acumulada (kg)</u>	<u>Factor de Proyección<sup>1</sup></u>
30	34.7	908.7	0.8556
60	36.1	1981.1	0.8013
90	35.3	3055.3	0.7931
120	33.6	4089.2	0.8020
150	31.5	5065.5	0.8204
180	29.3	5977.1	0.8452
210	27.1	6821.9	0.8751
240	24.9	7600.7	0.9095
270	22.8	8315.8	0.9482
300	20.9	8970.4	0.9909
305	20.6	9073.9	1.0000

<sup>1</sup>Los factores se obtuvieron con base en la fórmula especificada arriba.

En la tabla siguiente se muestra un ejemplo del uso de las lactancias estándares, los factores de proyección y el método de interpolación no lineal para la estimación de la producción de leche a 305 días de una lactancia incompleta real, correspondiente a una vaca de la raza Holstein, zona BP-MB, 4 años de edad, 3ra lactancia, con nivel de producción 1 y parida en época lluviosa. La lactancia estándar correspondiente a esta vaca tiene parámetros  $a = 33.932$ ,  $b = 0.287$ , y  $c = 0.071$ . La lactancia tiene 19 registros reales observados hasta el día del último registro (día 201). En la tabla se agregan los días 10, 37, 127 y 190 para ejemplificar el uso de interpolación. En estos días, así como en los restantes días (< 201) en los cuales no haya registros disponibles, la producción se estima con base en la interpolación según fórmula arriba indicada. Posteriormente se suman las producciones reales o estimadas hasta el último día registrado, para obtener un total acumulado (8285.6 kg) hasta el día 201. Posteriormente la lactancia se extiende utilizando el factor de proyección correspondiente (0.840 en el ejemplo) para obtener un estimado de la producción a 305 d. que en este caso es de 11694 kg.

Ejemplo de estimación de la producción a 305 d de una lactancia incompleta real correspondiente a una vaca de la raza Holstein, zona BP-MB, 4 años de edad, 3ra lactancia, con nivel de producción 1 y parida en época lluviosa

<u>Día de lactancia</u>	<u>No. Registro</u>	<u>Producción Real (kg)</u>	<u>Producción Esperada<sup>1</sup> (kg)</u>	<u>Producción Estimada<sup>2</sup> (kg)</u>	<u>Producción Acumulada Estimada<sup>3</sup> (kg)</u>
5	1	27.0	24.10		
10			28.72	30.2	
12	2	35.0	29.99		
19	3	32.0	33.12		
26	4	36.0	35.08		
33	5	43.0	36.36		
37			36.88	43.4	
40	6	47.0	37.19		
47	7	44.0	37.70		
54	8	50.0	37.98		
68	9	37.0	38.02		
75	10	44.0	37.85		
82	11	42.0	37.59		
89	12	49.0	37.25		
110	13	45.0	35.91		
117	14	39.0	35.38		
124	15	32.0	34.82		
127			34.58	32.9	
131	16	45.0	34.24		
159	17	42.0	31.78		
173	18	41.0	30.51		
190			28.96	40.5	
201	19	39.0	27.97		8285.6
		Factor de Proyección correspondiente P305 para 3ra lactancia (incompleta)=			0.840
					11694.1 <sup>5</sup>

<sup>1</sup>Producción diaria *esperada* según lactancia estándar

<sup>2</sup>Producción diaria *estimada* por interpolación, según fórmula arriba

<sup>3</sup>Producción acumulada obtenida por sumatoria de producciones diarias (reales y estimadas)

<sup>4</sup>Factor de proyección correspondiente a esta lactancia

<sup>5</sup>Producción estimada a 305 d, según fórmula arriba

Para este ejemplo esta producción puede compararse con la obtenida en la 2da lactancia (completa) que fue de 11665 kg. Se adjunta el [ejemplo en Excel](#) para demostrar este cálculo con mayor detalle.

**Referencias:**

Handbook NRS 1993. Prediction of the daily production.

Vargas B; Solano C. 1995. Factores de proyección y corrección para producción por lactancia en vacas lecheras en Costa Rica. Archivo Latinoamericano Producción Animal 3 (2) 149-164.

Wiggans G R; Van Vleck L D 1979. Extending partial lactation milk and fat records with a function of last-sample production. Journal of Dairy Science 62: 316-325.