

Aproximación a la modelación de la curva de consumo de cerdas lactantes en condiciones comerciales



Carlos Alberto Martínez¹

Carlos Manrique¹

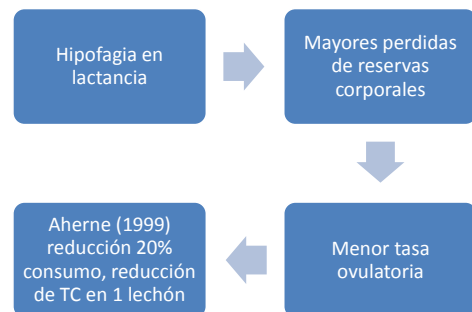
Mauricio A. Elzo²

1. Grupo de Estudio en Mejoramiento y Modelación Animal
GEMA, Departamento de Ciencias para la Producción
Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia.
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá DC

2. Department of Animal Sciences, University of Florida,
Gainesville, FL



Importancia del consumo en lactancia



Contexto Productivo

- Atlántico, Colombia
- 1600 Reproductoras
- Línea: Camborough 22
- Ciclo completo
- Integración

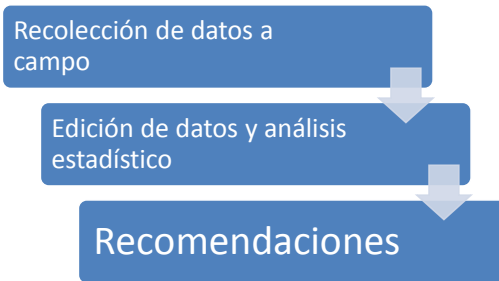
Condiciones ambientales y manejo

- Ambiente controlado: $26^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
- Duración de la lactancia: 21 días
- Consumo: *ad libitum*
- Densidad energética de la dieta:
3,250 Kcal de energía metabolizable

Registros

- Inicialmente 22,550 registros de consumo diario individual
- Edición de datos: Hembras con lactancias completas y normales, no más de 5 partos
- Total de registros empleado: 18,396 correspondientes a 876 cerdas
- Medición del consumo: Por diferencia

Análisis de información



Análisis preliminar

Modelo con arreglo de medidas repetidas en el tiempo.

$$\text{Consumo}_{ijk} = \mu + GP_j + C(GP)_j + t_k + (t*GP)_{kj} + e_{ijk}$$

Correlación de mediciones intra-individuo: estructura de primer orden auto-regresivo

Diferencias en consumo medio entre los grupos de parto (primer parto, segundo parto y tres a cinco partos)

Estimación de la función de consumo

- Una curva por cada grupo
- ¿Tipo de función?
- Observación de la tendencia de los registros
- Fenómeno importante: descenso en el consumo voluntario hacia el final de la fase en hembras jóvenes
- NRC, 1998: Tendencia cuadrática

Alternativas

- Funciones de la forma:

$$y = a[1 - \exp(-cx)]$$

- Con $c < 0$
- Pero: $\lim_{x \rightarrow \infty} (a(1 - \exp(-cx))) = a$
- Esto implica que este tipo de funciones no modelan la caída en la curva del consumo hacia el final de la fase productiva
- Por lo tanto se emplearon funciones polinomiales de segundo orden

Modelo

- Inicialmente: Se incluyó el termino de "lack of fit"¹
- El efecto de "lack of fit" no resultó significativo ($p > 0.05$)
- Así, se ajustó el siguiente modelo¹:

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x + \hat{\beta}_2 x^2$$

- Donde $\hat{y}$ es el consumo estimado y x corresponde a los días en lactancia

1. Draper and Smith, Applied regression analysis, 1981

Comparación de parámetros a través de grupos

- Hipótesis lineal general
- Prueba F:
 H_0 : El i -ésimo parámetro es constante a través de grupos
 H_A : El i -ésimo de al menos de uno de los tres grupos es diferente
 $i = 0, 1, 2$

Searle SR, Linear Models, 1971

Modelamiento del pico de consumo

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2$$

$$dy/dx = \beta_1 + 2\beta_2 x = 0$$

$$x_c = -\beta_1 / 2\beta_2$$

Stewart, Cálculo de una variable, 2008

Segunda derivada

$$\frac{d^2 \hat{y}}{dx^2} = 2\hat{\beta}_2$$

Concavidad de la función

Máximo o mínimo (global en este caso)

Stewart, Cálculo de una variable, 2008

Valor crítico de Consumo

- Corresponde al valor de la función evaluada en el punto crítico x_c

$$\begin{aligned}\hat{y}_{\max} &= \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \left(-\frac{\hat{\beta}_1}{2\hat{\beta}_2} \right) + \hat{\beta}_2 \left(-\frac{\hat{\beta}_1}{2\hat{\beta}_2} \right)^2 \\ &= \hat{\beta}_0 - \frac{\hat{\beta}_1^2}{2\hat{\beta}_2} + \frac{\hat{\beta}_1^2}{4\hat{\beta}_2} \\ &= \hat{\beta}_0 - \frac{\hat{\beta}_1^2}{4\hat{\beta}_2}\end{aligned}$$

Stewart, Cálculo de una variable, 2008

Modelamiento del consumo total

$$\begin{aligned}CT &= \int_0^L (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x + \hat{\beta}_2 x^2) dx \\ &= \hat{\beta}_0 x \Big|_0^L + \hat{\beta}_1 \frac{x^2}{2} \Big|_0^L + \hat{\beta}_2 \frac{x^3}{3} \Big|_0^L \\ &= \hat{\beta}_0 (L-0) + \hat{\beta}_1 \frac{(L-0)^2}{2} + \hat{\beta}_2 \frac{(L-0)^3}{3} \\ &= \hat{\beta}_0 L + \frac{\hat{\beta}_1}{2} L^2 + \frac{\hat{\beta}_2}{3} L^3\end{aligned}$$

Stewart, Cálculo de una variable, 2008

Resultados

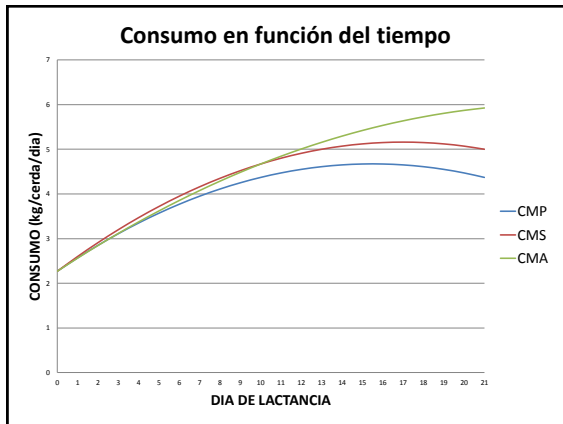
- De acuerdo a las pruebas F, el intercepto no fué diferente a través de grupos ($p > 0.05$)
- Para los dos parámetros restantes, se encontraron diferencias entre grupos ($p < 0.05$)
- Por lo tanto, se ajustaron interceptos comunes para los tres grupos

Medias de Mínimos Cuadrados

PRIMER PARTO	SEGUNDO PARTO	MULTÍPARAS	EN GENERAL
4.62Kg C ⁻¹ *d ⁻¹	4.73Kg C ⁻¹ *d ⁻¹	5.01Kg C ⁻¹ *d ⁻¹	4.92Kg C ⁻¹ *d ⁻¹

Consumo función cuadrática del día de lactancia

Primerizas	• $Y=2,27+0,31*X-0,01*X^2$
Segundo parto	• $Y=2,27+0,34*X-0,01*X^2$
Multíparas	• $Y=2,27+0,30*X-0,006*X^2$



Parámetros estimados

Número de partos	Días al pico	Pico de consumo	Consumo total	Segunda derivada
1	15,5	4,67	85,15	-0,02
2	17	5,13	91,77	-0,02
3-5	25	5,9	95,30	-0,012

¿Qué nos dicen los resultados?

$$CT = \hat{\beta}_0 (21) + \frac{\hat{\beta}_1 (21)^2}{2} + \frac{\hat{\beta}_2 (21)^3}{3}$$

$$= 21\hat{\beta}_0 + 220,5\hat{\beta}_1 + 3087\hat{\beta}_2$$

$$x = -\frac{\hat{\beta}_1}{2\hat{\beta}_2}$$

$$\hat{y}_{max} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \left(-\frac{\hat{\beta}_1}{2\hat{\beta}_2} \right) + \hat{\beta}_2 \left(-\frac{\hat{\beta}_1}{2\hat{\beta}_2} \right)^2$$

$$= \hat{\beta}_0 - \frac{\hat{\beta}_1^2}{2\hat{\beta}_2} + \frac{\hat{\beta}_1^2}{4\hat{\beta}_2}$$

$$= \hat{\beta}_0 - \frac{\hat{\beta}_1^2}{4\hat{\beta}_2}$$

- Como $\hat{\beta}_2 < 0$, entre más cercano a cero sea el valor de este parámetro y mayor el de $\hat{\beta}_1$, el pico de consumo se logrará más tarde, el pico de consumo y el consumo total serán mayores también

Implicaciones

- Si el pico de consumo se logra más tarde, el pico de consumo será mayor y también el consumo total de alimento.
- Por ello, las estrategias de manejo de la granja deben enfocarse en evitar la caída del consumo hacia al final de la lactancia

Recomendaciones

- Las estrategias de manejo deben tener como objetivo el lograr el pico de consumo lo más cerca al final de la fase
- Se requiere de un trabajo fuerte y organizado en el manejo de registros en explotaciones comerciales, lo cual permitirá realizar análisis que faciliten la toma de decisiones y la formulación de recomendaciones

Gracias