



Impacto económico de las células somáticas según su nivel de producción

Exponemos los resultados del estudio llevado a cabo con el fin de procesar datos de una muestra de control lechero recogida de granjas de Galicia durante cuatro años, para detectar las diferencias económicas existentes entre las curvas de lactación de animales sanos, la población y animales enfermos con test correspondiente a la mastitis clínica-subclínica.

¹Manuel Fernández, ²Ana María Benítez Sánchez

¹Webmaster de www.cowsulting.com

²TPM Consultant, Angestellt Düsseldorf, Alemania

El objetivo de esta investigación fue procesar datos de una muestra de control lechero en Galicia en el periodo comprendido entre el 1 de enero de 2019 y el 12 de febrero del 2023, sobre 307.274 controles, que corresponden a 482 granjas y 40.549 vacas diferentes para detectar las diferencias económicas existentes entre las curvas de lactación con base en los siguientes parámetros:

- Animales sanos (<200 x células somáticas)
- La población (todos los datos)
- Animales enfermos con test correspondiente a mastitis clínica-subclínica (>200 x células somáticas)

Atendiendo como factor de variación al nivel de producción de esa lactación a 305 días según datos de Control Lechero y contemplando los grupos que se observan en la tabla 1 (pág. sig.).

PLANTEAMIENTO MATEMÁTICO

La representación matemática de la producción láctea en el tiempo representa una de las aplicaciones de más éxito en el modelado de datos. En el subcampo matemático del análisis numérico, se denomina 'interpolación' a la obtención de nuevos puntos partiendo del conocimiento de un conjunto de puntos.

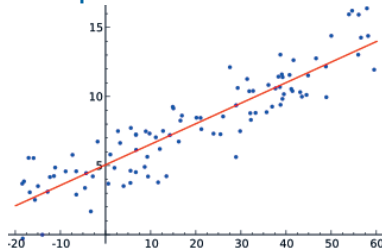
► LA REPRESENTACIÓN MATEMÁTICA DE LA PRODUCCIÓN LÁCTEA EN EL TIEMPO REPRESENTA UNA DE LAS APLICACIONES DE MÁS ÉXITO EN EL MODELADO DE DATOS

Tabla 1

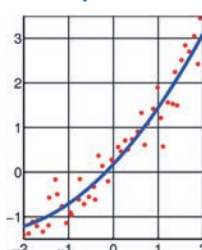
Grupo	Media a 305 días	N.º de controles	%	Granjas	Vacas
<9.000	7.739	68.180	22,19 %	428	9.770
9-10.000	9.512	46.525	15,14 %	407	6.971
10-11.000	10.418	51.390	16,72 %	400	7.360
11-12.000	11.359	48.325	15,73 %	379	6.561
>12.000	13.380	92.854	30,22 %	365	9.887
	Total de controles	307.274		482	40.549

En todo caso, se trata de, a partir de n parejas de puntos (x_k, y_k) , obtener una función f que verifique $f(x_k) = y_k$, $k = 1, \dots, n$, a la que se denomina 'función interpolante de dichos puntos'. A los puntos x_k se les llama 'nodos'. Algunas formas de interpolación que se utilizan con frecuencia son la interpolación lineal, la interpolación polinómica (de la cual la anterior es un caso particular) y otras funciones no lineales.

1. Enfoque lineal



2. Enfoque no lineal



El primer paso en el análisis de datos es su **visualización**. La más sencilla sería para cada grupo graficar su media por días en leche, lo cual nos da idea de la variabilidad de los datos por grupos, tal y como se ve en el gráfico de nuestros propios datos, agrupados en grupos de producción y células somáticas. ►►



La cetosis es más común de lo que piensas

Incluso granjas de alta producción y buen manejo pueden tener más del 40% de sus animales en riesgo.^{1,2}

Los niveles de cetosis observados en la granja pueden ser ampliamente subestimados. A menos que estés buscando activamente, es posible que no asocies necesariamente las altas tasas de enfermedad de transición, el bajo rendimiento y fertilidad con niveles elevados de BHB

¿Tu rebaño está en riesgo?

Pregunta a tu veterinario hoy mismo cómo prevenir la cetosis en tu granja. También puedes contactar con el Equipo de Elanco. Más en <https://vetconecta.elanco.com/plataformas-de-conocimiento/descubre-que-es-vital-90tm-days>

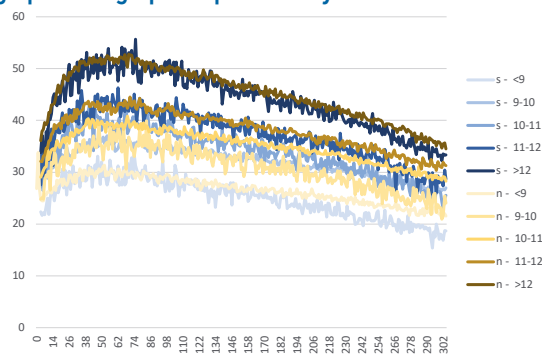
STOP CETOSIS

1. Duffield T., 2009 "Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production". Journal Dairy Science 2009; 92 (2): 571-580; 2. Guadagnini et al., 2019 "Culling Dynamics and Risk Factors in High Producing Italian Dairy Farms" Congresso Nazionale della Società Italiana di Buiatria, 8 Noviembre, Parma;

Elanco

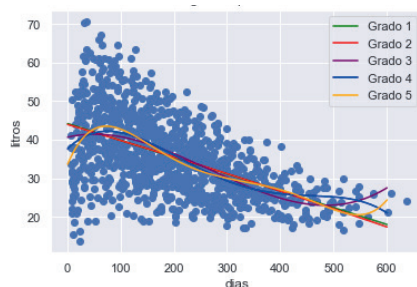
Elanco y la barra diagonal son marcas registradas de Elanco o sus filiales © 2023 Elanco. PM-ES-23-0043

Datos agrupados en grupos de producción y células somáticas

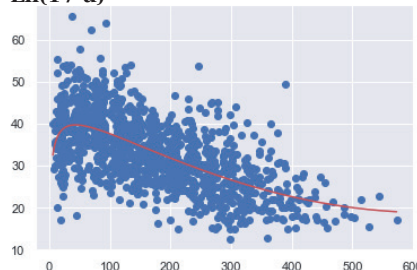


Con todo, nuestro enfoque es mucho más ambicioso, ya que pretendemos una verdadera **modelización de las curvas de lactación** para cada grupo y subgrupo. Para ello, lo que pretendemos es ajustar los datos a las funciones no lineales que más se han usado tradicionalmente en la modelización de curvas de lactación.

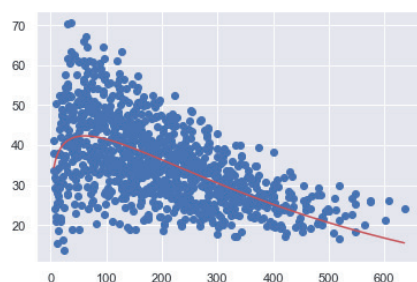
Las describimos y vemos cómo se ajustan al mismo set de datos: **exponenciales de primer orden (lineal), segundo, tercero, cuarto o quinto (no lineal)...**
 $f(x) = a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} \dots + a_n$



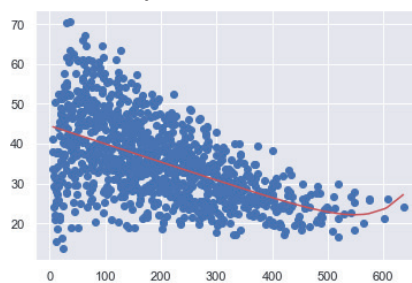
Ali y Schaeffer: $yn = a + b_0 u + b_1 u^2 + b_2 v + b_3 v^2$; $u = n / 305$, $v = \ln(1 / u)$



Wood: $yn = a t b e^{-cn}$



Wilink : $yn = a + b e^{-kn} + c n$



Solo nos falta elegir un criterio para saber qué función se ajusta mejor a nuestros datos (expresar de forma matemática lo que vemos a ojo en el ajuste de la curva a los datos de la propia gráfica):

- **Suma de cuadrados del error (SCE):** es la suma de las diferencias al cuadrado
- **Error absoluto medio (MAE):** es la media de las diferencias
- **Error cuadrático medio (RMSE):** raíz cuadrada de la media de las diferencias
- **R-cuadrado (y R-cuadrado ajustado):** Escala es intuitiva, va de 0 a 1
- Otros posibles criterios:
 - o Akaike info crit (AIC)
 - o Bayesian info crit (BIC)

▶ EL PRIMER PASO EN EL ANÁLISIS DE DATOS ES SU VISUALIZACIÓN. LA MÁS SENCILLA SERÍA PARA CADA GRUPO GRAFICAR SU MEDIA POR DÍAS EN LECHE, LO CUAL NOS DA IDEA DE LA VARIABILIDAD DE LOS DATOS POR GRUPOS

Nosotros elegimos como criterios AIC y BIC y, en función de eso, decidimos que la función que mejor se ajusta a nuestro set de datos es la de Wood. Este ha sido el modelo paramétrico de mayor uso desde 1967 (gráfica inf. dcha.; Wood, *Nature*, vol 216, octubre 14, 1967).

La función de Wood describe la curva de lactación en función del tiempo a través de tres parámetros que caracterizan la curva de forma muy práctica:

- Producción al pico de lactación
- Días al pico de lactación
- Persistencia: mide cuánto tiempo la vaca mantiene el nivel más alto de producción después de alcanzar el pico.

Cómo comparamos estadísticamente las diferencias

Vamos a comparar y graficar las curvas de lactación de los diferentes grupos (células altas y población total según su grupo de producción), pero ¿cuál es el planteamiento matemático que nos puede validar que esas diferencias son significativas? ▶

NATURE, VOL. 216, OCTOBER 14, 1967

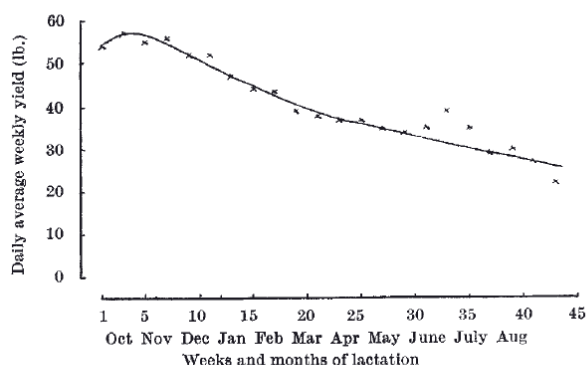


Fig. 1. Regression curve $y = 56.62 n^{0.08996} \exp(-0.00942 n)$ fitted to a single Friesian lactation.

Speed Mam Color™

TEST RÁPIDO DE IDENTIFICACIÓN Y ANTIBIOGRAMA EN MASTITIS

Identifica en 48h las 8 principales bacterias implicadas en mastitis clínicas

48h



24h

Antibiograma en 24h
con 14 opciones de antibióticos disponibles en veterinaria

SPEED MAM COLOR DETECTA EL ANTIBIÓTICO ADECUADO EN 24 HORAS



- Listo para utilizar
- Siembra fácil y rápida, en menos de 3 minutos
- Lectura e interpretación clara y rápida
- Ayuda a prevenir resistencias y a bajar la tasa de crónicas

3775-RD

Virbac España S.A.

Àngel Guimerà, 179-181
08950 Esplugues de Llobregat (Barcelona)
934 707 940
es.virbac.com

Construyendo el futuro
de la salud animal

Virbac

La función de Wood se expresa matemáticamente a través de tres parámetros:

$$Yt = a \cdot t^b \cdot e^{-ct}$$

d o n d e:

Yt = producción de leche el día t;

t = día de lactación;

Y los tres parámetros son:

- a = parámetro para el nivel de producción;
- b = parámetro para el ritmo de aumento;
- c = tasa de descenso después del pico de producción.

Los tres conceptos que se derivan de los tres parámetros estimados (a, b y c) son:

- Producción en el pico de producción = $a/(b/c)^b \cdot e^{-c}$
- Tiempo para alcanzar el pico de producción = b/c
- Persistencia = $-(b+1) \log n^{-c}$

Lo que hacemos es comprobar estadísticamente que los parámetros de la función de Wood entre los diferentes grupos y subgrupos tienen un P value altamente significativo y nunca se solapan, teniendo en consideración los límites superiores e inferiores y límites del 95 % de intervalo de confianza, lo que quiere decir que las distribuciones son claramente diferentes.

GRUPO >12000 litros (>200 x células)

[[Variables]]

a: 26.4729503 +/- 0.41244133 (1.56%) (init = 25.75623)

b: 0.19944193 +/- 0.00407643 (2.04%) (init = 0.09278202)

c: 0.00296027 +/- 2.9921e-05 (1.01%) (init = -0.01267712)

R-squared = 0.544 (explica el 54,4%)

GRUPO >12000 litros (todos los animales)

[[Variables]]

a: 30.1606338 +/- 0.18957089 (0.63%) (init = 25.75623)

b: 0.16401763 +/- 0.00166664 (1.02%) (init = 0.09278202)

c: 0.00253363 +/- 1.2668e-05 (0.50%) (init = -0.01267712)

R-squared = 0.492 (explica el 49,2%)

Para entenderlo, pongamos un ejemplo para el grupo de >12.000 litros a 305 días comparando los parámetros calculados para el grupo con más de 200 x células y la población total (imágenes superiores).

Primero quiero hacer notar que el R cuadrado explica sobre el 50 % de la variación, así que el ajuste que hemos hecho es muy razonable (una regresión lineal solo explicaría un 20 % más o menos).

► LA COMPARACIÓN DE CURVAS DE LACTACIÓN ES UNA HERRAMIENTA MUY PRÁCTICA PARA EVALUAR DIFERENCIAS ENTRE GRUPOS Y CUANTIFICAR SU IMPACTO ECONÓMICO



Si seguimos el ejemplo del parámetro “a” en el grupo de >200 x células, el valor es de 26,47, pero está calculado (para un 95 % de fiabilidad) entre 25,06 y 26,88 (26,47 +/- 0,41) y, si hacemos lo mismo para el parámetro “a” del grupo de todos los animales, su valor es 30,1, pero está calculado (para un 95 % de fiabilidad) entre 29,91 y 30,289 (30,1 +/- 0,189), de forma que constatamos que “nunca se solapan” y ese es el criterio matemático que tomamos para decir que las curvas de vacas enfermas y de vacas sanas en el grupo de <12.000 litros a 305 días son diferentes.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Aunque al graficarlas ya se ve que son claramente diferentes, fijándonos que la curva de color azul corresponde a “todos los animales”, la de color negro a los

“animales sanos” y la de color verde a la de los “animales enfermos”, siendo la negra una mejor gráfica que la de todos los animales (y mucho mejor que la de los enfermos), y esta mejor que la de los animales enfermos (imagen resultados 1).

Para cuantificar cuánto de diferentes son, aprovechamos el seguimiento de la gráfica y, por ejemplo, para el grupo de <9.000 litros vemos que las vacas enfermas producen 1,76 l/v/d menos de media haciendo un pico 0,91 litros menor y con una peor persistencia (1,4 % mayor descenso de la curva desde el pico), así como también vemos que las sanas (<200 x) tienen una mejor curva en cuanto a producción, pico y persistencia. Con este planteamiento, hacemos el seguimiento al resto de los grupos planteados (imágenes de resultados 2, 3, 4 y 5; pág. sig.). ►►

Imagen de resultados 1





YA NOS HA PRESENTADO TU ABUELA HACE AÑOS... ES EL MOMENTO DE FORMALIZAR NUESTRA RELACIÓN!



CONOCE NUESTRA GAMA COMPLETA DE GANADERÍA. RESPALDADA DESDE HACE DÉCADAS POR SUS GRANDES RESULTADOS Y CONOCIDA POR SER UNA MARCA DE GARANTÍAS EN TODOS LOS HOGARES !



"Llevamos 10 meses trabajando con Calgodip Osmo Duo, y los resultados a nivel de desinfección son los esperados de un dióxido de cloro, lo que realmente nos ha sorprendido es el poder cosmético del producto y la suavidad que tienen los pezones."

Miguel Junquera (Veterinario)
Sociedad Cooperativa Fresnedo (Jerez)

- 380 vacas ordeño
- 3 ordeños



"Si tuviera que destacar algo por encima del resto me quedaría con el alto poder cosmético que tienen los productos. Yo personalmente trabajo con Calgonit CHX Film, desde la primera toma de contacto con el producto he notado una diferenciación a nivel cosmético, me encuentro con pezones elásticos y perfectamente hidratados. Además en mi caso también he podido probar EuterCream para regenerar heridas, la cual podemos comparar con cualquier crema utilizada en humanos"

Alberto Quintian (Ganadero)
Ganadería Sebastian (A Coruña)

- 115 vacas de ordeño
- 2 ordeños



DISTRIBUIDOR GALICIA

BPA GALICIA

Contacta con ellos y solicita tu prueba**gratis**

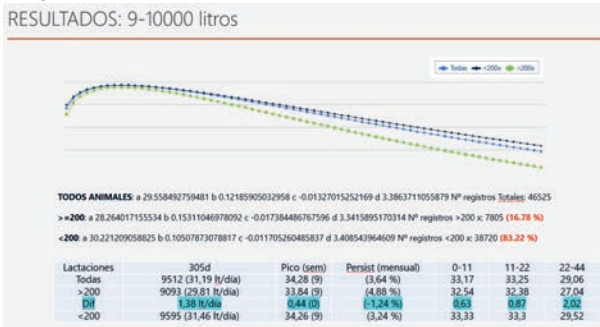


689 24 91 16 - 619 60 31 78

www.bpagalicia.es

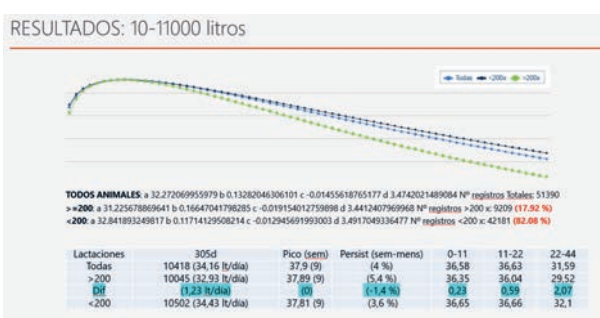
BPA
EXPERTOS EN NUTRIENTES

Imagen de resultados 2

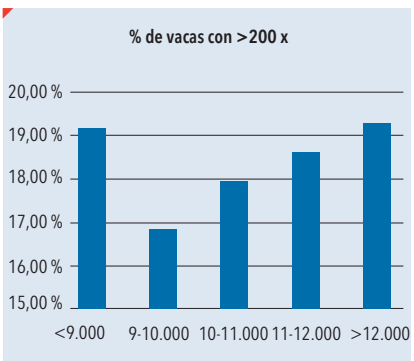


▶ PARA TODOS LOS GRUPOS ESTUDIADOS EL NIVEL DE PRODUCCIÓN ES MENOR Y LA PERSISTENCIA PEOR PARA LAS VACAS CON >200 X CÉLULAS Y AL CONTRARIO PARA LAS SANAS

Imagen de resultados 3

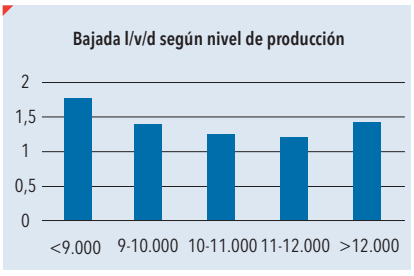


Vemos en todos ellos una tendencia similar, que se resume en la tabla 2.
También lo visualizamos en las siguientes gráficas para su mejor comprensión.



El porcentaje de vacas enfermas está entre el 15-19 % para cada grupo (bastante estable).

Imagen de resultados 4



La bajada diaria en litros/vaca/día varía según el grupo de producción, aunque parece que hay una cierta tendencia a que a mayor producción menos impacto tiene en la bajada o, visto de otra forma, tiene más impacto en las vacas de menos producción. ▶▶

Imagen de resultados 5



Tabla 2

Grupo	305 d	Todas	<200	Dif.	>200	Dif.	% persist.	Controles	%	>200	%	<200	%	Lt. pico
<9.000	7.739	25,37	25,81	0,44	23,61	1,76	1,4	68.180	22,19 %	13.035	19,12 %	55.145	80,88 %	0,91
9-10.000	9.512	31,19	31,46	0,27	29,81	1,38	1,24	46.525	15,14 %	7.805	16,78 %	38.720	83,22 %	0,44
10-11.000	10.418	34,16	34,43	0,27	32,93	1,23	1,4	51.390	16,72 %	9.209	17,92 %	42.181	82,08 %	0
11-12.000	11.359	37,24	37,52	0,28	36,03	1,21	0,92	48.325	15,73 %	8.964	18,55 %	39.361	81,45 %	0,41
>12.000	13.380	43,87	44,18	0,31	42,45	1,42	0,76	92.854	30,22 %	17.902	19,28 %	74.952	80,72 %	0,79



RumenSmart™

NUEVO

¡ AUMENTA LA GRASA !



RumenSmart™

Solución inteligente para aumentar la grasa de la leche

Alimenta con RumenSmart™

- ✓ Incrementa la grasa láctea
- ✓ Promueve una población bacteriana ruminal benéfica
- ✓ Reduce la depresión de la grasa láctea inducida por la dieta

Confía en Adisseo, líder mundial en nutrición con aminoácidos en rumiantes desde los 90s.

Contacta hoy mismo con nuestro equipo técnico.

☎ +34974316092

@ Info.nasp@adisseo.com

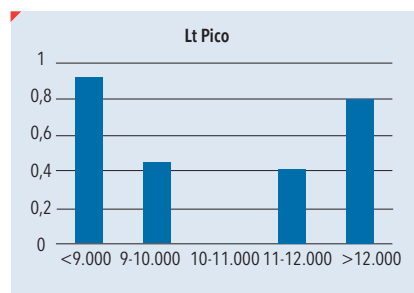
A 5M005-00



www.adisseo.com



ADISSEO
A Bluestar Company



La bajada al pico de lactación varía entre grupos y parece que tiene mayor incidencia en el grupo de baja producción; repunta algo en el grupo de muy alta producción, de forma que parece que podríamos plantearnos si a mayor producción hay menor impacto en la producción de las vacas enfermas.

Para intentar aportar algún dato más, hacemos una regresión lineal entre producción y células somáticas sobre unos 260.000 datos de robot de ordeño con medición diaria (datos aportados por Albakide-Jorge Eseverri).

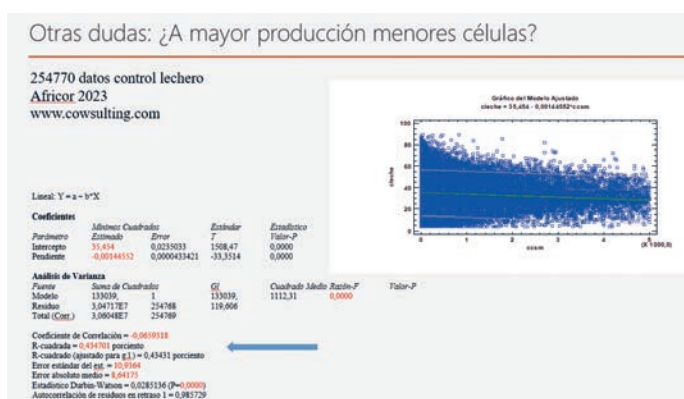
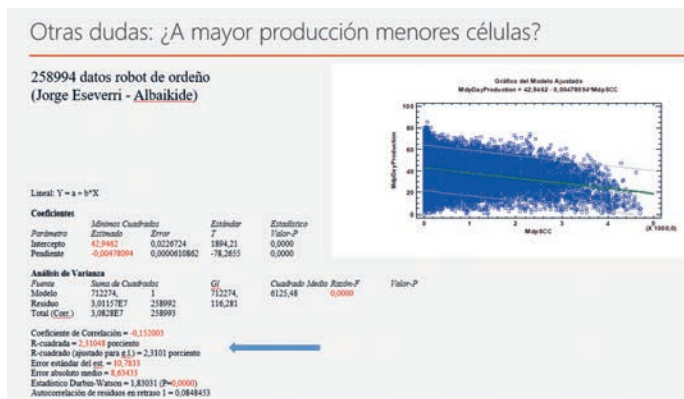
En la imagen de Eseverri-Albakide observamos que aparece una cierta relación negativa entre producción y células (correlación -0,15), pero su R cuadrado es bajísima (2,3 %), con lo cual no nos sirve para explicar nada.

Si analizamos el mismo procedimiento sobre datos mensuales de control lechero sobre unos 255.000 datos (www.cowsulting.com 2023), la conclusión aún es peor. Como se detecta en la imagen de los datos de Control Lechero (Africor Lugo), la recta de regresión es casi plana, con una correlación de -0,06 y con un R cuadrado de 0,4 %; por tanto, con los datos estudiados no podemos concluir nada en este sentido.

CONCLUSIONES

- La comparación de curvas de lactación es una herramienta muy práctica para evaluar diferencias entre grupos y cuantificar su impacto económico.
- Para todos los grupos estudiados el nivel de producción es menor y la persistencia peor para las vacas con >200 x células y al contrario para las sanas.
- El porcentaje de vacas con >200 x células va aumentando con el nivel de producción, salvo que el grupo de <9.000 litros presenta mayor porcentaje de afectadas y mayor variabilidad.
- Cuando el nivel de producción de la lactación es mayor de 12.000 litros a 305 d aparece un mayor porcenta-

▶ LA BAJADA AL PICO DE LACTACIÓN VARÍA ENTRE GRUPOS Y PARECE QUE TIENE MAYOR INCIDENCIA EN EL GRUPO DE BAJA PRODUCCIÓN



je de vacas con >200x células somáticas y la incidencia en la curva de lactación es de menor producción y peor persistencia comparado con el resto de los grupos.

- De esta forma, el efecto “nivel de producción” tiene incidencia tanto en el impacto económico (menor producción: entre 1,2 y 1,76 l/v/d), como en el pico de leche (la persistencia de la curva de lactación (entre 0,76 y 1,4 % menos).

Proponemos esta metodología de trabajo para calcular el impacto económico en forma de descenso de producción de forma personalizada para cada ganadero, teniendo en cuenta su curva de lactación calculada también de forma personalizada por métodos paramétricos. Este procedimiento matemático está integrado de forma automatizada en el grupo de trabajo www.cowsulting.com. ■

Programa de calidad de leche

Bienvenido!

Identifícate

Usuario:

Contraseña:

¿Primera vez aquí? [Informate](#)

RILEXINE[®] gama intramamaria

Traspassando generaciones

NOTA DE LOS AUTORES

Los datos utilizados en este estudio provienen mayormente del Grupo de Calidad de Leche de Laboratorios Virbac, donde se integran y analizan datos de control lechero y de robots de ordeño. Este sistema de trabajo está integrado en www.cowsulting.com. Mi agradecimiento a los integrantes e impulsores de este, así como a Laboratorios Virbac España.



YA ESTÁN AQUÍ!!

BOUMATIC LANZA SU EXITOSO ROBOT DE
ORDEÑO GEMINI EN **ESPAÑA**



ORDEÑO DE CALIDAD
SUPERIOR



FÁCIL
MANEJO



SERVICIO &
MANTENIMIENTO
DE CONFIANZA



ÓPTIMO
TRÁFICO DE VACAS



FÁCIL INTEGRACIÓN
EN TODAS LAS GRANJAS

UN NUEVO CONCEPTO DE ORDEÑO ROBOTIZADO

- **2 versiones:** simple (1 box & 1 brazo) y doble (2 boxes & 1 brazo)
- **Ordeño desde atrás:** menos estrés para la vaca, menos golpes al brazo
- **Pezionera de preparación independiente:** más seguridad, mejor estimulación
- **Sala técnica integrada:** todos los elementos del robot están integrados en un mismo bloque
- **Box confortable:** facilidad de entrada y de salida, visibilidad total por ambos lados
- **Nuevo software OneView:** gestión integral del robot, de las vacas y la granja en un mismo programa multiplataforma
- **Posibilidad de ordeño manual**
- **Puerta de selección integrada** en el robot
- **Rentabiliza antes tu inversión:** optimiza al máximo el rendimiento reduciendo los costes de mantenimiento
- **Fácil integración** en cualquier tipo de establo

CONOZCA EL **GEMINI:**

el robot de ordeño BouMatic,
centrado en las vacas y
diseñado para llevar su
granja al siguiente nivel.

Descubre más sobre Gemini
escaneando este QR...



Para tu proyecto personalizado, no dudes en contactarnos