

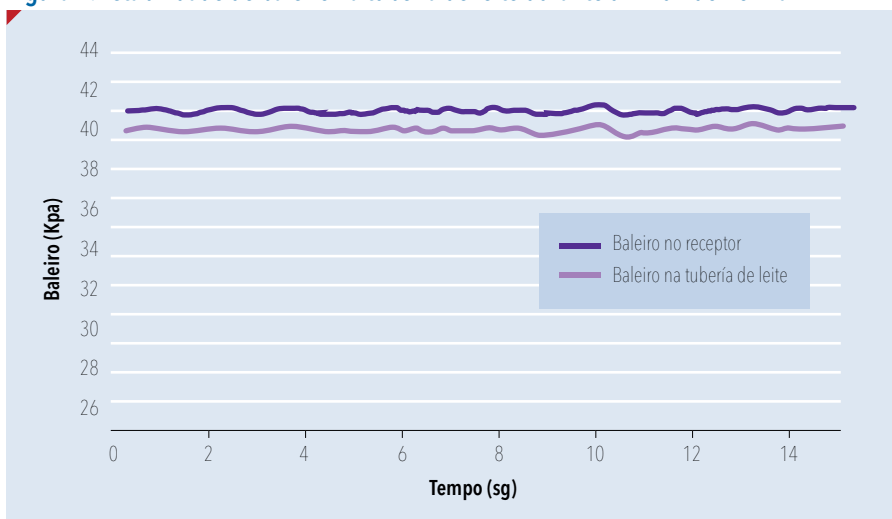


Avaliación do funcionamento da máquina en condicións reais de muxido

No presente estudo describo os procedementos para o control da máquina en condicións de muxido.

José Manuel Pereira. Departamento de Enxeñaría Agroforestal
Universidade de Santiago de Compostela (USC)

Figura 1. Estabilidade de baleiro na tubería de leite durante un muxido normal



Fonte: elaboración propia

INTRODUCCIÓN

A realización de controis durante condicións normais de muxido son, a miúdo, coñecidos como tests ou ensaios dinámicos (*dynamic testing/wet testing*). Dentro deste grupo de ensaios, o test de tempo de muxido (*milking time test*) é o método de rexistro máis directo para avaliar a adecuada produción de baleiro e a capacidade de regulación dun sistema de muxido. A norma ISO 6690:2007 non require probas de tempo de muxido para a validación da máquina de muxido; con todo, o National Mastitis Council (NMC, 2014) propón probas de tempo de muxido e establece pautas para levalo a cabo como método para avaliar a interacción entre o manexo do muxido, a vaca e a máquina.

ESTABILIDADE DE BALEIRO

As recomendacións establecen que a caída de baleiro dunha máquina de muxido no receptor ou preto deste non debería exceder o valor de 2 kPa durante un muxido normal. Considérase muxido normal o período de tempo no cal todas as unidades son axustadas e as vacas muxidas, incluíndo todo o proceso de retirada, colocación e recolocación de unidades que escorregan ou as caídas eventuais ao chan. Ademais, o baleiro non debe caer máis de 2 kPa por baixo do baleiro do receptor en calquera punto da liña de leite durante, polo menos, o 95 % do período normal de muxido (ensaios dinámicos). Na figura 1 móstrase o rexistro de baleiro no receptor e na tubaxe de leite, separadas 1Kpa para mellorar a claridade.

Estabilidade de baleiro na liña de leite:

se non se dispón do instrumental necesario para rexistrar o baleiro durante todo o muxido, conectárase o rexistrador durante 3 quendas en salas de muxido ou ben durante 15 minutos en circuitos de muxido. Se o valor medio das caídas de baleiro non supera os 2 kPa, a estabilidade de baleiro na liña de leite cumpre os estándares internacionais (figura 2).

Estabilidade de baleiro no receptor:

se a instalación supera con éxito a estabilidade na liña de leite non será necesario realizar a proba no receptor. As medicións no receptor permiten determinar se as fluctuacións de baleiro que superen os 2 kPa na liña de leite son causadas por tapóns de leite (figura 2) ou por unha inadecuada regulación ou produción de baleiro (figura 3). Conéctase o rexistrador de baleiro no receptor durante 3 quendas en salas de muxido, ou ben durante 15 minutos en circuitos de muxido.

As tubaxes de leite deberán estar deseñadas de xeito que o fluxo de leite se produza de forma laminar. O fluxo laminar é o que observamos cando o leite flúe pola parte inferior da tubaxe e o aire flúe de maneira continua pola parte superior. A aparición de turbulencias ocasionais é inevitable na práctica e non debe ser considerada como evidencia de mal deseño se non pasan en duración do 5 % do tempo de muxido.

Se falla a estabilidade de baleiro no receptor indica unha inadecuada produción de baleiro e/ou regulación deste (figura 3). Neste caso haberá que realizar unha avaliación completa do funcionamento da máquina de muxido.

Estabilidade de baleiro no colector ou no tubo curto de leite: pódese conectar o rexistrador de baleiro utilizando algún dos seguintes métodos:

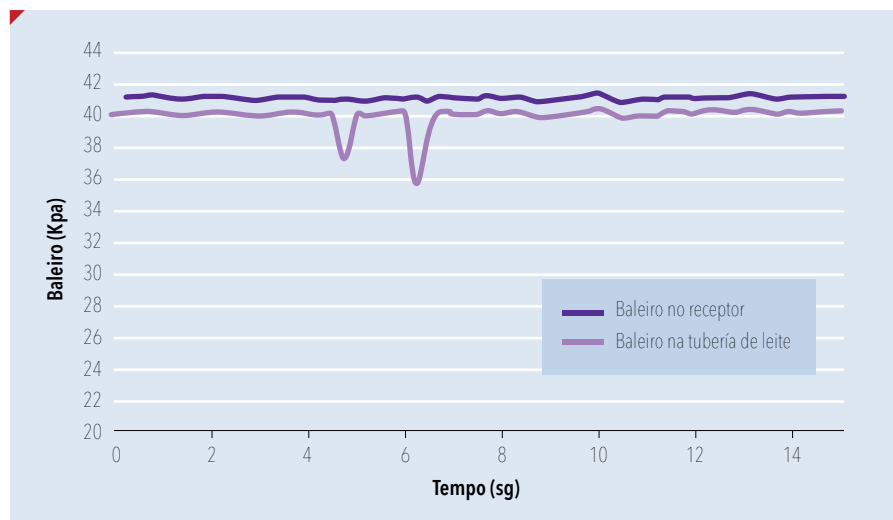
1. Utilizando un “T” para realizar a medición no tubo longo de leite.
2. Inserindo unhas agullas de calibre 12-14 ou pequenos tubiños de aceiro inoxidable a través do tubo curto de leite (figura 4).

O baleiro no regulador debería estar axustado de forma que o baleiro medio durante o máximo fluxo de leite estea entre 35 e 42 kPa. 40 kPa é o valor de referencia amplamente aceptado como idóneo, aínda que varía en función do fluxo de leite e o tipo de teteira. Baleiros excesivamente baixos poden dar lugar a un incremento de esvaróns das teteiras, chegando mesmo nalgúns casos á súa caída, o que provoca como consecuencia fluctuacións non cíclicas de baleiro durante o muxido.

Tal e como manifestamos previamente (Pereira & Castro, 2017), as fluctuacións cíclicas de baleiro na punta do teto ocorren regularmente durante o muxido como resultado das interaccións que se producen entre a subministración de baleiro, o movemento da

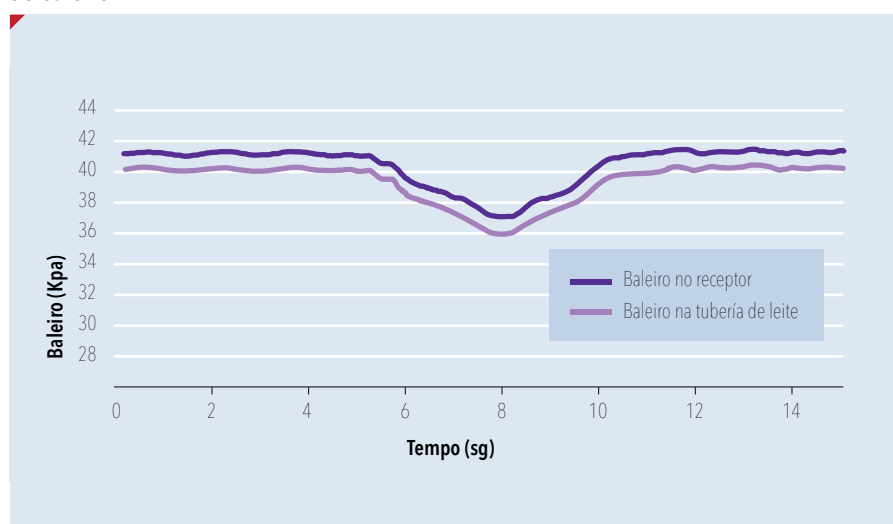
▶ É FUNDAMENTAL PROMOVER A IMPORTANCIA DE INTEGRAR O CONTROL DOS EQUIPOS DE MUXIDO COMO UNHA PRÁCTICA BÁSICA PARA ASEGURAR A RENDIBILIDADE DAS NOSAS EXPLOTACIÓNS

Figura 2. Estabilidade de baleiro comprometida por turbulencias na tubería de leite



Fonte: elaboración propia

Figura 3. Estabilidade comprometida por unha inadecuada produción ou regulación de baleiro



Fonte: elaboración propia

teteira e o fluxo de leite que é transportada, desde o mesmo momento que comeza o muxido, e son inevitables.

A observación de fluctuacións non cíclicas de baleiro na punta do teto, ás veces superiores aos 10 kPa, deben ser evitadas, pois poden crear presións positivas que producen sobre o orificio do teto impactos debidos ao movemento rápido cara a arriba de pequenas pingas de leite ou retroceso de leite durante o muxido (refluxos), o que facilita a entrada de patóxenos

procedentes doutros cuartos ou mesmo doutros animais. Estas fluctuacións son a miúdo provocadas pola entrada repentina de aire a través de teteiras que esvaran ou caen, por unha reducida ou bloqueada entrada de aire a través do orificio do colector, por un inadecuado deseño ou por inadecuada capacidade da instalación. ▶▶

CONTROL DA PULSACIÓN

O adecuado funcionamento da pulsación é un aspecto crítico para conseguir un muxido eficiente. Tradicionalmente o test realízase coas unidades conectadas, cos pulsadores funcionando e coa boca das teteoiras pechadas con tapóns. Axústase un pulsógrafo aos tubos curtos de pulsación das unidades de muxido (figura 5). O obxectivo é determinar se o sistema de pulsación e todos os pulsadores se atopan traballando de acordo coas especificacións do fabricante e coas recomendacións de referencia (ISO 5707, ISO 6690: 2007).

Desde un punto de vista estrito, a pesar de que se realiza coa máquina en funcionamento, non podemos considerar esta metodoloxía de ensaio como un test dinámico. Nos ensaios dinámicos a instalación atópase traballando en condicións reais de fluxo de leite e aire cando os animais están en muxido.

No control obtéñense as catro fases das curvas de pulsación (A, B, C, D), a duración do ciclo de pulsación (T), a frecuencia (F), a relación de pulsación (R) e o coxexo (C) en caso de sistemas con pulsación alterna (figura 6).

Os principais parámetros que deberán ser comprobados son os seguintes (ISO 5707):

A frecuencia de pulsación (número de ciclos de pulsación por minuto, cpm): correspóndese co número de veces nas que as teteoiras abren e pechan por minuto. Os valores típicos oscilan entre as 55 e as “65 cpm”. Debe manterse constante e non deberían atoparse desviacións superiores aos 3 ciclos por minuto entre pulsadores da mesma instalación.

A relación de pulsación (R): é a relación entre o tempo no que a teteira está na fase de apertura e aberta (fases A+B) con respecto ao tempo total do ciclo (A+B+C+D). Exprésase en porcentaxe respecto ao ciclo de pulsación. O seu valor non debe variar en máis de ± 5 unidades de porcentaxe dos valores dados polo instalador.

► AS RECOMENDACIÓNS ESTABLECEN QUE A CAÍDA DE BALEIRO DUNHA MÁQUINA DE MUXIDO NO RECEPTOR OU CERCA DESTA NON DEBERÍA EXCEDER O VALOR DE 2 KPA DURANTE UN MUXIDO NORMAL



Figura 4. Rexistro de baleiro nos tubos curtos de leite, baleiro na punta do teto



Figura 5. Preparación da unidade de muxido para realizar un control de pulsación

O coxexo: número, expresado como porcentaxe, que indica a diferenza involuntaria existente entre as dúas relacións de pulsación dun pulsador con pulsación alterna. Nun xogo de muxido non pode existir unha variación na relación de pulsación entre cada dúas teteoiras superior ao 5 %, excepto cando o xogo de muxido estea deseñado para funcionar con relacións diferentes entre os cuartos dianteiros e traseiros.

A duración da fase B (fase de muxido coa teteira aberta): debe ser superior ao 30 % do ciclo de pulsación.

A duración da fase D (fase de masaxe, teteira pechada): non debe ser menor do 15 % do ciclo de pulsación, nin inferior a 150 ms.

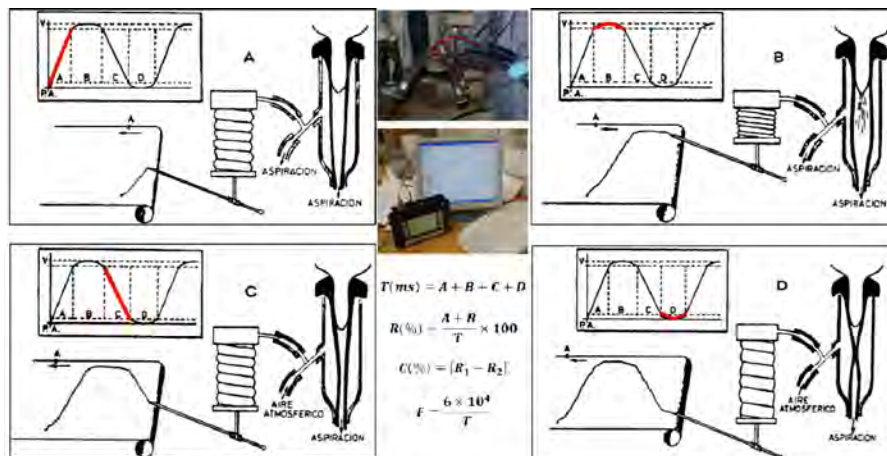
A caída de baleiro durante a fase B non debe ser superior a 4 kPa por baixo do baleiro máximo da cámara de pulsación. O baleiro na fase D non debe exceder os 4 kPa.

Os fabricantes deberían subministrar en cada instalación as especificacións técnicas detalladas para cada tipo de pulsador. No caso de que

se detecte que o sistema de pulsación non cumpre coas características técnicas facilitadas, é recomendable que o fabricante realice un recoñecemento do sistema de pulsación e o corrija.

Con sistemas de rexistro actuais, como os que permiten realizar o ensaio de tempo de muxido, é posible tamén realizar a comprobación da pulsación en condicións reais de traballo con fluxo de leite e aire. Na figura 7 pódese observar como a curva de pulsación (en azul) sofre repentinas oscilacións tanto no nivel de baleiro como na duración das fases. Acoutouse o gráfico a 1 minuto de análise para mellorar a visualización, no resto da sesión observáronse patróns similares a intervalos irregulares de tempo e mesmo nalgún muxido no cal non se producía ningún funcionamento anómalo. A medición en condicións dinámicas permite de-

Figura 6. Análise da curva de pulsación dunha unidade de muxido



A, B, C, D son as fases da curva. T: duración do ciclo de pulsación en milisegundos; R: relación de pulsación; C: coxexo en unidades con pulsación alterna, sendo R1 e R2 as dúas relacións de pulsación da unidade; F: frecuencia de pulsación (ciclos por minuto) [figuras adaptadas de García *et al.*, 1992 ; fotos: J. M. Pereira]

DÍA 90

**INCLUSO HOY
SIN ANTIBIÓTICO**



THE
VITAL
90™

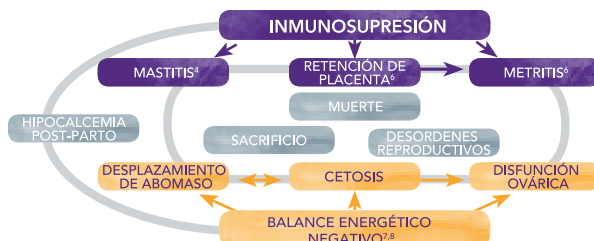
The Vital 90™ Days

Final de la lactación | Secado | Preparto | Parto | Postparto | Pico de lactación |
DÍAS -60 -20 0 20 30

Nuestra estrategia es clara: las vacas sanas requieren menos tratamientos y producen más leche¹.

Restaurar el sistema inmunológico² y combatir el balance energético negativo³ ¡un enfoque complementario para obtener vacas sanas durante los ¡90 Días Vitales!

Pregunte a su veterinario sobre la estrategia para obtener vacas sanas y un arranque óptimo en el post-parto: su ganado será capaz de expresar su verdadero potencial.



RESTAURA

INMUNIDAD

RECARGA

ENERGÍA

Para más información visita www.vital90days.es

1. Raboisson D, Barbier M, Maigne E (2016) How metabolic diseases impact the use of antimicrobials: a formal demonstration in the field of veterinary medicine. PLoS One 11(10). 2. Kimura K, Goff J.P., Canning P, Wang C, Roth JA (2014) Effect of recombinant bovine granulocyte colony-stimulating factor covalently bound to polyethylene glycol injection on neutrophil number and function in periparturient dairy cows. J Dairy Sci 97(8):4842-51. 3. CVMP assessment report of an application for the granting of a community marketing authorization (EMA/V/C/002235). 4. Sordillo L.M., (2005), Factors affecting mammary gland immunity and mastitis susceptibility. Livestock Production Science, 98, 89-99. 5. Kimura K., Goff J.P., Kehrl M.E., (2002), Decreased neutrophil function as a cause of retained placenta in dairy cattle. Journal of Dairy Science, 85 (3), 544-550. 6. Hammon D.S. et al.(2006), Neutrophil function and energy status in Holstein cows with uterine health disorders. Veterinary Immunology and Immunopathology, 113, 21-29. 7. Duffield T., Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. Journal Dairy Science 2009; 92 (2): 571-580. 8. Butler W.R., Smith R.D., Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. Journal Dairy Science 1989; 72: 767-783.

tecar este tipo de problemas que en ocasións pasan desapercibidos nos controis estáticos, nos cales a análise e a comprobación do sistema de pulsación se circunscriben a períodos máis curtos de tempo.

ENSAIO DE TEMPO DE MUXIDO (MILKING TIME TEST)

As probas de tempo de muxido representan o método máis directo para validar o baleiro da instalación, tanto na produción de baleiro como na súa regulación. Consiste en rexistrar o baleiro e comprobar a súa estabilidade ao longo da totalidade do proceso. Os rexistradores de baleiro de varias canles facilitan o proceso de medición ao poder rexistrar simultaneamente en diferentes puntos da instalación, normalmente na liña de leite, no receptor ou preto del e tamén no colector ou no tubo curto de leite. Os rexistros deberán realizarse en condicións de máximo fluxo de leite e aire, é dicir, cando todas as unidades están en muxido, mentres as unidades son colocadas e mentres son retiradas.

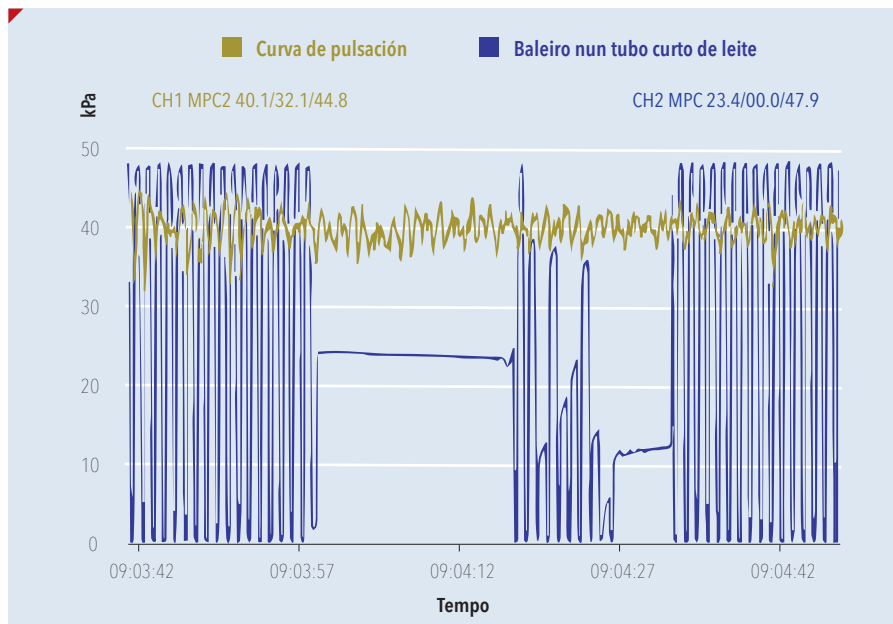
As medicións na unidade de muxido realízanse rexistrando valores de baleiro en tres ou catro puntos do xogo de muxido de forma simultánea e durante a duración total do muxido (figura 8): tubo curto de leite (TCL), tubo curto de pulsación (TCP) e na cámara da embocadura dunha ou dúas teteiras (CEP1 e CEP2).

Os resultados poden ser visualizados de forma gráfica e numérica en diferentes formatos en función do tipo de análise que se desexe realizar. Analizando o baleiro de maneira individual pódese dividir o muxido en catro fases diferenciadas (figura 9): baixada do leite, fluxo alto de leite, sobremuxido e retirada.

Inicio do muxido: é o momento inmediatamente despois de colocar as teteiras no que se alcanzan 25 kPa no tubo curto de leite (TCL).

► BALEIROS EXCESIVAMENTE BAIXOS PODEN DAR LUGAR A UN INCREMENTO DE ESVARAMENTOS DAS TETOEIRAS, CHEGANDO INCLUSO NALGÚNS CASOS Á SÚA CAÍDA

Figura 7. Os controis dinámicos da curva de pulsación permiten detectar anomalías no funcionamento dos pulsadores que poden pasar inadvertidas nos controis estáticos



Baixada do leite: desde o inicio de muxido o fluxo de leite tende a incrementarse ata que se alcanza o fluxo alto de leite (fluxo pico). O fluxo pico alcánzase normalmente entre os 30 e os 60 segundos despois de que a unidade de muxido foi colocada. Se o reflexo de baixada do leite non foi adecuadamente activado, o fluxo de leite desde o ubre ata a cisterna do teto é menor que o caudal de saída deste. Nestas circunstancias manterase o “fluxo baixo” un período de tempo máis longo, mesmo pode quedar posto de manifesto pola aparición dunha curva de fluxo bimodal.

En ocasións é posible observar un descenso claramente marcado da presión na cámara da embocadura da teteira (CEP) relacionada co volume reducido de leite na glándula, seguida do reposicionamento (arrastre) da teteira cara arriba; estaríamos entón nunha situación de sobremuxido ao comezo (figura 11). ►

Figura 9. Fases nas que pode ser dividido cada muxido individual



Figura 8. Realización do test do tempo de muxido cun sensor de catro canais colocado na unidade

Herd Navigator™

Un nivel de Control Superior en la Gestión del Rebaño

Herd Navigator™ es un avanzado sistema de análisis de leche en línea que identifica qué vacas necesitan atención y propone las acciones a tomar sobre ellas.

- Detección de celos superior al 95 % a través de medida de progesterona en leche.
- Detección de mastitis de forma precisa hasta tres días antes de que los síntomas físicos aparezcan, gracias a la medida de lactato deshidrogenasa en leche.
- Detección de un 50% más de los casos normalmente detectados mediante la medida de betahidroxibutirato en leche.

También para salas. No solo para VMS (*)



Sytse y Anita Heeg
Granja Heegstee, New Hamburg, Canadá

“Herd Navigator™ es una gran ayuda para nuestra granja, nos ayuda a ser más eficientes, a ahorrar tiempo y a lograr nuestros objetivos en lo referente a reproducción, diagnosis de estado de salud y alimentación.”

Herd Navigator™ le permite ir más allá en la Gestión de su Rebaño.

DeLaval Equipos S.A.
C/ Anabel Segura, 7
28108 Alcobendas
(Madrid)
Tel 91 490 44 73 / 62 / 63

* Consulte con su distribuidor si Herd Navigator™ puede instalarse en su sala

Fluxo alto de leite: desde o momento no que as teteiras adoptan unha posición fixa no teto e a medida que o fluxo de leite se vai incrementando o baleiro tende a baixar. Na figura 10 (en dourado) pode observarse de maneira gráfica como despois dun período duns 30 segundos o baleiro descende (07:38:35); nese momento comeza o fluxo alto de

leite que se mantén alto ata que comeza o sobremuxido 1 (04:41:45) e termina cando comeza o sobremuxido 2.

Inicio do sobremuxido: cando os tetos quedan sen leite, prodúcese normalmente un cambio de baleiro na boca da teteira, un incremento nas fluctuacións de baleiro ou ambas as circunstancias.

O máis frecuente é observar un brusco e repentino incremento de baleiro na cámara da embocadura da teteira (ver inicio do sobremuxido 1 e 2, figura 10). A fase de sobremuxido, nos casos nos que non son tan claras as variacións de baleiro na embocadura da teteira, tamén queda posta de manifesto polas menores fluctuacións de baleiro no tubo curto de leite ante a ausencia de fluxo de leite ao final do muxido. O sobremuxido non é desexable, xa que ten implicacións negativas na condición do teto e diminúe a capacidade da sala de muxido.

Inicio da retirada: é identificado como o momento (ao final do muxido), no que o baleiro no TCL descende 5 kPa respecto ao máximo baleiro do período de fluxo alto de leite.

Fin do muxido: cando o baleiro (TCL) descende por baixo dos 5 kPa. A maior parte das vacas deberían ser muxidas entre 5 e 7 min.

Da análise e da interpretación dos datos observados pódense sacar conclusións sobre a rutina de muxido, o funcionamento da máquina, o rendemento da instalación e os tempos de muxido (táboa 1).

O baleiro no regulador debería ser axustado de forma que o baleiro medio no colector durante o fluxo máximo de leite se situase en valores entre os 35 e os 42 kPa (ideal 40 kPa, aínda que varía en función do fluxo de leite). Este rango permite un adecuado movemento das teteiras, unha presión suficiente durante a masaxe, salva o esvaramento das teteiras con baleiros excesivamente baixos e evita danos na punta do teto que poderían ser causados con baleiros superiores aos 42 Kpa nos períodos de baixo fluxo de leite (Besier *et al.*, 2016).

O baleiro na embocadura da teteira (EP) é segundo Borkhus & Rønningen (2003) o resultado dun equilibrio entre o volume de aire que se filtra a través do bordo da teteira e o baleiro que pasa desde o tubo curto de leite entre o teto e o manguito de muxido. Teteiras de calibre máis reducido, cunha abertura de boca superior e caudais de leite máis altos dan como resultado un CEP máis baixo. Igualmente, tetos longos e anchos

Figura 10. Información gráfica dun ensaio de tempo de muxido

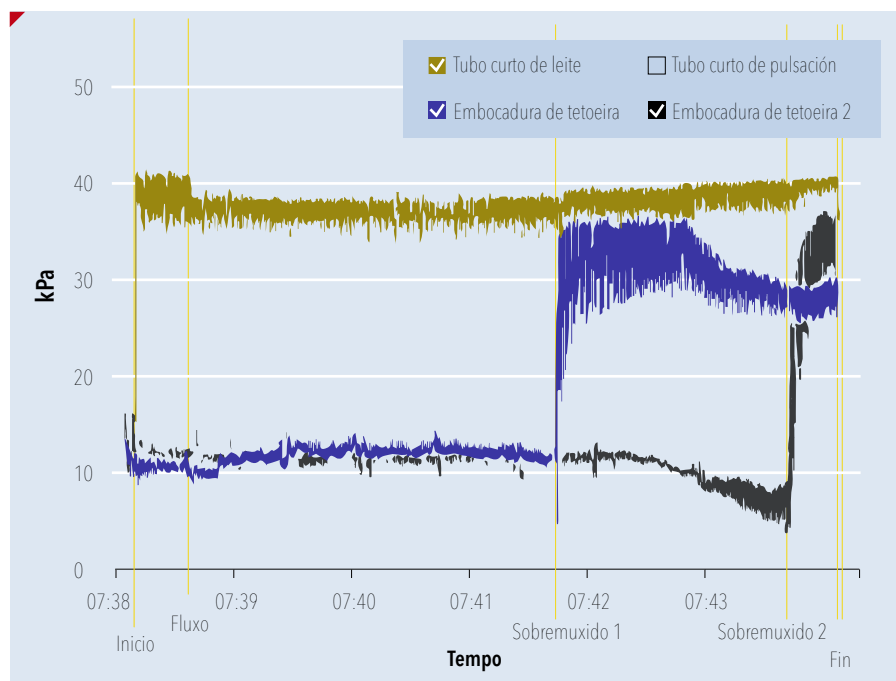
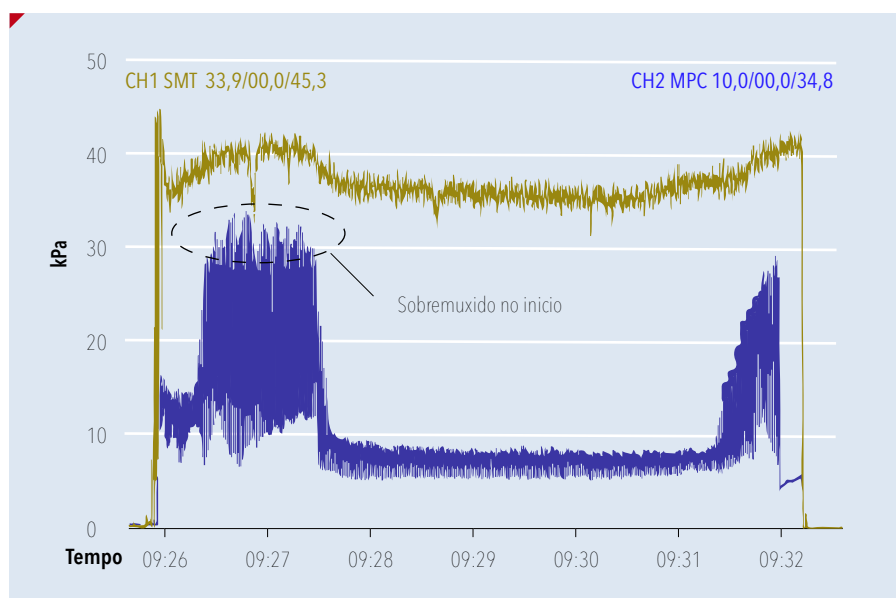


Figura 11. Sobremuxido inicial posto de manifesto por unha curva bimodal de baleiro na cámara da embocadura da teteira (en azul)



► AS MEDICIÓNS DEBERÁN REALIZARSE EN CONDICIÓNS DE MÁXIMO FLUXO DE LEITE E AIRE

**Táboa 1. Resultados que poden ser analiza-
dos tras realizar un test de tempo de muxido**

Tempo de preparación
Duración do muxido
Duración da colocación a inicio de fluxo alto de leite (baixada de leite/sobremuxido inicial)
Duración do período en fluxo alto de leite
Duración do sobremuxido
Duración da retirada
Baleiro medio (TCL) obtido a partir de todo o muxido
Baleiro medio (TCL) obtido no período de fluxo alto de leite
Baleiro medio (TCL) obtido durante o sobremuxido
Baleiro medio na boca da teteira (CEP1, CEP2) en fluxo máximo de leite
Tanto por cento do tempo, en fluxo alto de leite, durante o cal o baleiro na embocadura (EP1 e EP2) se mantén entre 10 e 30 kPa
Flutuacións cíclicas de baleiro (TCL)
Gradiente de presión negativo: prodúcese cando o baleiro descende no TCL e se mantén elevado en CEP; chega a ser o baleiro en CEP > TCL
Flutuacións irregulares tipo 1: rápida flutuación de baleiro (TCL) de máis de 100 kPa/s e 21 kPa de magnitude
Flutuacións irregulares tipo 2: rápida flutuación de baleiro (TCL) de máis de 56 kPa/s e 14 kPa de magnitude

conducen a valores en CEP máis baixos, pero a profundidade de penetración dos tetos, no lugar das súas dimensións, condiciona en maior medida o baleiro en CEP. Rønningen & Rasmussen (2008) atoparon que o CEP é moi variable nun rabaño e que valores medios, durante o período de fluxo alto de leite, de 10-30 kPa están, de forma moi clara, negativamente correlacionados con mastite. Por tanto, é desexable que a porcentaxe de vacas que manteñen valores de baleiro de entre 10- 30 kPa en CEP en fluxo alto de leite sexa elevado.

Segundo Rasmussen (1997), o baleiro en CEP durante o muxido pode tomarse como referencia para determinar se o sistema pode ser a causa de aneis na base dos tetos, ou de tetos descoloridos e inchados despois do muxido. O baleiro máximo debería ser, polo menos, 10 kPa menor que o baleiro medio no colector ou no tubo curto de leite; ademais a conxestión nos tetos e as marcas en forma de aneis na base dos tetos vense reducidas cando o baleiro medio non excede os 20 kPa (Rasmussen, 1997).

TEST COMPLETO DE CONTROL E FUNCIONAMENTO DA MÁQUINA DE MUXIDO (ENSAIO ESTÁTICO)

A realización deste tipo de controis require da utilización dun rexistrador de baleiro, un caudalímetro, un tacómetro, un rotámetro e diversos utensilios e axustes (tapóns, tés, adaptadores, gomas de diferentes diámetros etc.). Unha avaliación completa, levada a cabo por persoal técnico especializado, seguindo as recomendacións establecidas na norma ISO 5707-690, debería ser realizada entre as 500-1.000 horas de funcionamento de todas as máquinas de muxido. As probas que se han de realizar deberían, como mínimo, incluír as seguintes comprobacións:

- Capacidade da bomba
- Erro do vacuómetro da instalación
- Baleiro de traballo no receptor. Diferenza de baleiro entre a bomba, o receptor, o regulador e a liña de baleiro dos pulsadores
- Reserva real, reserva manual, fugas do regulador, sensibilidade do regulador
- *Fall off test*. Regulación para rápidos cambios na entrada de aire
- Control da curva de pulsación, relación e frecuencia de pulsación de todos os pulsadores, coxeo
- Fugas da instalación

CONCLUSIÓNS

Numerosos investigadores puxeron de manifesto a relevancia que un adecuado funcionamento da máquina de muxido pode ter sobre a saúde do animal, o desenvolvemento de mastite ou a calidade do leite e, como consecuencia, nas perdas económicas que diso se derivan. A pesar de que a máquina non é o único condicionante, parece probado o efecto catalizador da interacción entre o manexo do muxido, a vaca e a máquina. Así pois, é fundamental promover a importancia de integrar o control dos equipos de muxido como unha práctica básica de manexo para asegurar a rendibilidade das explotacións. ■

REFERENCIAS

- AENOR (1998). Instalaciones de ordeño: construcción y funcionamiento, ensayos mecánicos, vocabulario. Norma española UNE 68050 - 68061 - 68048 = ISO 5707 - 6690 - 3918.
- Baxter, J.D., G.W. Rogers, S.B. y R.J. Eberhart, 1992. The efecto of milking machiner liner slip on new intramammary infecciones. *J. Dairy Sci.* 75:1015-1018.
- Besier, J., Lind, O., Bruckmaier, R.M. 2016. Dynamics of teat-end vacuum during machine milking: types, causes and impacts on teat condition and udder health. *Journal of Applied Animal Research*. Vol. 44, No. 1, 263-272.
- Borkhus, M. and Rønningen, O., 2003. Factors affecting mouthpiece chamber vacuum in machine milking. *Journal of dairy research*, 70(03), 283-288.
- BRITISH STANDARD ISO (2007). International Standard of milking machine installations. ISO 5707 - 6690 - 3918 - 20966. BSI. UK.
- García, J., Ponce De Leon, J.L., Lucini, J., 1992. Manual de control de instalaciones de ordeño mecánico. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, ediciones Mundi Prensa.
- National mastitis council (NMC)., 2014. Procedures for Evaluating Vacuum Levels and Air Flow in Milking Systems. National Mastitis Council, Madison, Wisconsin.
- Pereira, J.M.; Castro, A., "Funcionamento e mantemento da máquina de muxido", *Afriga* 130, 60-66.
- Pereira, J.M.; Castro, A., "Avaliación do funcionamento de máquinas de muxido II", *Afriga* 131, 48-57.
- Rasmussen, M.D., 1997 The relationship between mouthpiece vacuum, teat condition and udder health. *Proceedings 36th Annual Meeting, National Mastitis Council, Wisconsin*. 91-96
- Rønningen, O. and Rasmussen, M. D., 2008. Assessment of teatcup cluster vacuum records in milking-time tests. In *Agricultural and biosystems engineering for a sustainable world. International Conference on Agricultural Engineering, Hersonissos, Crete, Greece, 23-25 June, 2008 (pp. OP-485)*. European Society of Agricultural Engineers (AgEng).