

FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA DE ORDEÑO



Garantizar la salud de la ubre es uno de los principales retos de las explotaciones actuales y, para eso, además de tener muy en cuenta el ambiente y el manejo de los animales, son determinantes la elección de unas instalaciones de ordeño adecuadas, el control de su actividad diaria y su correcto mantenimiento.

José Manuel Pereira, Ángel Castro
Departamento de Ingeniería Agroforestal
Universidad de Santiago de Compostela (USC)

» PRINCIPIOS BÁSICOS DE FUNCIONAMIENTO DE LAS MÁQUINAS DE ORDEÑO

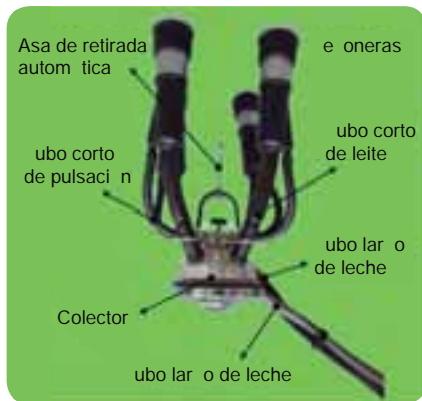
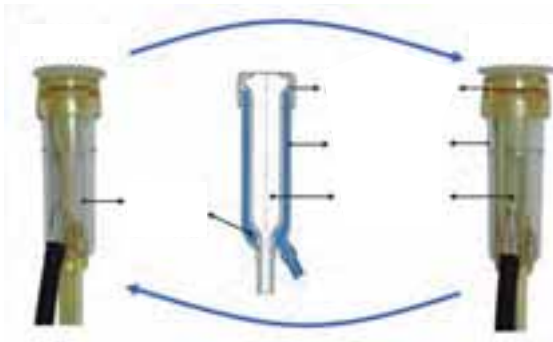
La norma ISO 3918 define la máquina de ordeño como una instalación completa que comprende los sistemas productores de vacío y pulsación, una o varias unidades de ordeño y otros componentes.

Los principios básicos de funcionamiento de las máquinas de ordeño actuales fueron inventados hace ya más de cien años, sin embargo el uso de la máquina de ordeño no se popularizó hasta bien entrada la mitad del siglo XX. En los años 50 se producen una serie de avances importantes en la producción lechera de los países industrializados propiciados por el crecimiento económico a nivel general, mejoras en la reproducción, la higiene en los procesos de

producción de alimentos, reducción de la carga de trabajo, etc. En esta época los principales objetivos se fijaron en incrementar la producción lechera y mejorar el proceso de ordeño buscando flujos de ordeño elevados. Las máquinas fueron mejoradas para conseguir un ordeño más eficaz y con más cantidad de leche, despertando el interés por los efectos que la máquina tenía sobre la producción, la salud de la ubre y la calidad de la leche.

Aunque existen diferentes tipos de instalaciones (líneas altas, medias o bajas), con diferentes niveles de automatización (ordeño a cántara, circuitos, salas, sistemas robotizados), los principios básicos de funcionamiento son idénticos en todas ellas. Se trata de conseguir una acción alternativa de succión y masaje sobre los pezones de la vaca por medio de juegos de ordeño con pezoneras de dos cámaras, una bomba que extrae aire del sistema y la acción de unos dispositivos llamados pulsadores que producen cambios cíclicos de presión en la cámara de pulsación de la pezonera (figura 1).

Figura 1. Alternancia de las fases de succión/masaje en el juego de ordeño con pezoneras de doble cámara

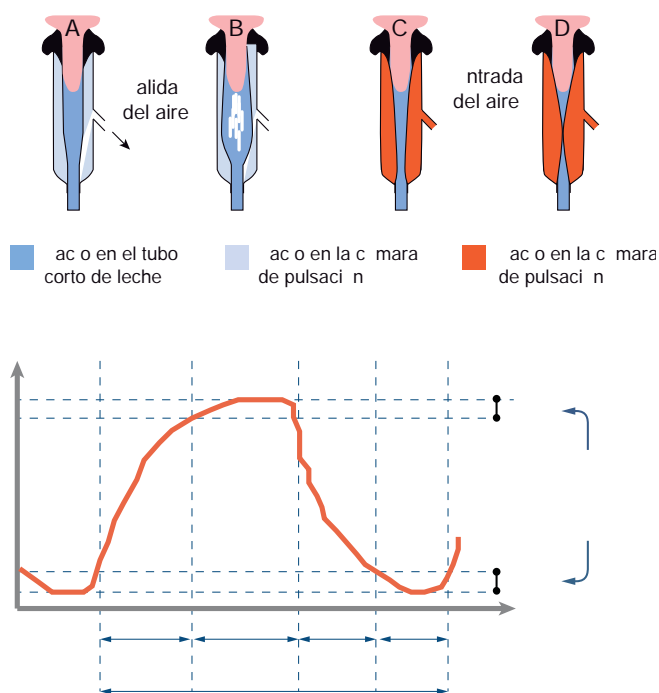


Por el contrario, si se tiene un vacío permanente en el interior de la pezonera y en el colector, el vacío entre la pezonera y la copa o casquillo de ordeño (cámara de pulsación) oscila entre el vacío de trabajo y la presión atmosférica. Esta alternancia en la cámara de pulsación se consigue por medio de la actuación de un sistema de pulsación (pulsador) que dirige la alternancia en la apertura y en el cierre de la pezonera a un ritmo, en la mayoría de los sistemas de ordeño actuales, de alrededor de 60 veces por minuto (frecuencia de pulsación). A lo largo de cada uno de los ciclos de pulsación se suceden 4 etapas o fases (A, B, C, D; ver figura 2). Cuando el pulsador abre vacío hacia la cámara de pulsación, este va aumentando (fase A) hasta alcanzar el vacío de trabajo; el vacío estará entonces presente a ambos lados del manguito de ordeño y la pezonera estará abierta; se produce succión y la leche fluirá a través del esfínter del pezón (fase B). Transcurrido un breve periodo de tiempo durante el cual se mantiene la succión, el pulsador cierra vacío y permite la entrada de aire a presión atmosférica, el vacío en la cámara de pulsación va descendiendo (fase C) hasta que la presión atmosférica está presente en la cámara de pulsación y la pezonera colapsa y presiona sobre la punta del pezón provocando que cese el flujo de leche (fase D). Este periodo, también conocido como fase de masaje, ocurre en ausencia de vacío en la cámara de pulsación y resulta fundamental para asegurar una buena salud de la ubre y del pezón. >>

LA SANIDAD EMPIEZA POR LA HYGIENE

HYPRED IBÉRICA S.L. Tfno: 948 324 532 www.hypred.es • hyprediberica@hypred.com

Figura 2. Las fases de la curva de pulsación



LA INFLUENCIA DE LA MÁQUINA DE ORDEÑO EN LA SALUD DE LA UBRE

A medida que la máquina de ordeño se fue implantando en las explotaciones lecheras y el sector se iba profesionalizando, se ha producido un incremento de la detección de infecciones de la ubre propiciado por una vigilancia más extrema en la higiene de vacas y leche.

Aún teniendo en cuenta que en la salud de la ubre y en la aparición de mastitis pueden confluír factores ajenos al funcionamiento de la propia máquina, como el ambiente o el manejo, parece probado el efecto catalizador del binomio máquina/manejo. Según Mein G. (2004), la máquina de ordeño influye directa o indirectamente entre el 6 % y el 20 % de las nuevas infecciones que existen y, además, tiene una gran influencia en la calidad de la leche porque sobre ellas (en restos de leche) se pueden multiplicar las bacterias cuando existe una mala limpieza y desinfección del equipo o del tanque.

Existen cuatro posibles variables por las que la máquina de ordeño puede influir en la salud de la ubre:

1. Transporte físico de los microorganismos causantes de mastitis entre cuartos y vacas.
2. Causando daños en la punta del pezón.
3. Incrementando el riesgo de que los microorganismos causantes de mastitis penetren por el canal del pezón.
4. Modificando las condiciones del tejido mamario, debilitando sus defensas y facilitando la colonización de las bacterias patógenas.

Un mal funcionamiento del sistema de pulsación puede llegar a provocar congestión y daños en la punta del pezón. La pulsación tiene como función masajear el pezón en intervalos regulares de tiempo, con lo que se consigue mante-

LAS BASES DEL FUNCIONAMIENTO SON SUCCIÓN Y MASAJE SOBRE LOS PEZONES DE LA VACA, UNA BOMBA QUE EXTRAE AIRE DEL SISTEMA Y LA ACCIÓN DE UNOS DISPOSITIVOS LLAMADOS PULSADORES QUE PRODUCEN CAMBIOS CÍCLICOS DE PRESIÓN EN LA CÁMARA DE PULSACIÓN DE LA PEZONERA

ner la sangre en circulación y se previene su congestión. Retiradores automáticos mal ajustados o un manejo incorrecto de la retirada manual pueden provocar fenómenos de sobreordeño u ordeños incompletos, favoreciendo la aparición de lesiones en los pezones y aumentando la predisposición a la aparición de mastitis. El riesgo de aparición de nuevas infecciones, por patógenos contagiosos así como por ambientales, se ve incrementado por cambios en la condición del pezón inducidos por la máquina (Mein *et al.*, 2004):

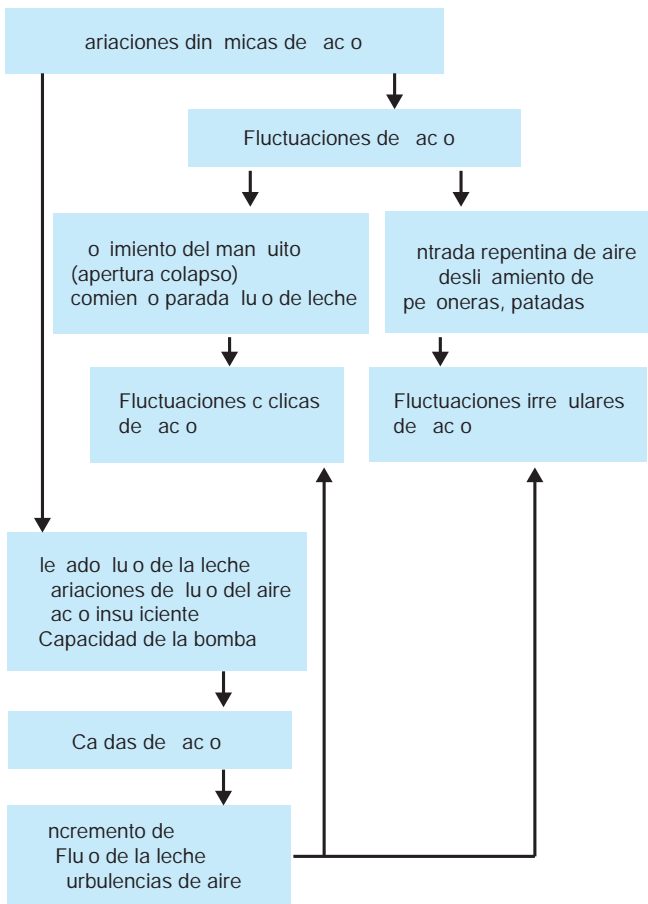
- Un incremento en la congestión y edema en la pared del pezón resultan en un cierre más lento de su canal y/o hipoxia (deficiencia de oxígeno molecular) de los tejidos del pezón (Hamman *et al.*, 1994)
- Una menor tasa de remoción y recrecimiento de la queratina del canal del pezón (Woolford, 1997; Lacy-Hubert, 1958)
- Mayor grado de apertura del orificio del pezón después del ordeño (Mein *et al.*, 2001)
- Aumento de la hiperqueratosis de la punta del pezón (Neijenhuis *et al.*, 2001; Mein *et al.*, 2003)

Las deficiencias de mantenimiento, como puede ser el alargamiento en exceso de la vida útil de las pezoneras, pueden llegar a causar daños en el pezón y/o empeorar la calidad bacteriológica de la leche.

Los resultados de algunos experimentos indican que el diseño de las pezoneras suele tener mayor efecto en las características del ordeño que cualquier otro factor de la máquina. Estudios comparativos realizados en Irlanda mostraron diferencias importantes en la cantidad de leche retenida en la ubre tras la retirada de la unidad de ordeño, diferencias de hasta 8 veces en la frecuencia de deslizamientos de las pezoneras y de hasta un 33 % en los tiempos de ordeño entre diferentes tipos de pezoneras (Mein G. *et al.*, 2003). La elección de las pezoneras adecuadas garantiza un ordeño confortable y tranquilo para las vacas, a la vez que minimiza el riesgo de lesiones en los pezones.

A menudo se ha asumido que determinadas oscilaciones de vacío en el pezón podían, por sí mismas o conjuntamente, tener un impacto negativo sobre el ordeño y la salud de la ubre. Algunos investigadores consideran las fluctuaciones de vacío como el aspecto más importante a controlar en el ordeño para prevenir la mastitis. Así, uno de los principales objetivos de los ingenieros que desarrollan los equipos de ordeño y tema clave en las investigaciones ha sido ordeñar a un nivel de vacío más constante en la punta del pezón. Se intenta conseguir una más rápida evacuación de la leche evitando, al mismo tiempo, impactos negativos en la salud de la ubre causados por la carga mecánica sobre los pezones. »»

Figura 3. Visión de los diferentes tipos de cambios de vacío que pueden ocurrir durante el ordeño (adaptado de Besier *et al.*, 2016)



CAÍDAS DE VACÍO

Las caídas de vacío son definidas como una diferencia en el nivel de vacío medio (media aritmética de todos los valores registrados mediante adquisición automática de datos) entre dos puntos cualquiera de un sistema o en cualquier punto del sistema de ordeño, antes y después de un incremento del flujo de aire en el sistema que no sea a través del regulador de vacío (International Organization for Standardization, 2007).

Las fluctuaciones y caídas de vacío en la punta del pezón ocurren regularmente durante el ordeño como resultado de las interacciones que se producen entre el suministro de vacío, el movimiento de la pezonera y el flujo de leche que es transportada, desde el mismo momento que comienza el ordeño, a través de un sistema de conducciones que forman la línea de leche. Estas caídas de vacío son más altas y frecuentes con elevados flujos de leche. Una acumulación en el colector y en los tubos de leche afecta al flujo de aire libre y conduce a descensos en el nivel de vacío por debajo del pezón. Otros factores, como una reducida o bloqueada entrada de aire a través del orificio del colector y, por supuesto, también las características del sistema de ordeño, como su capacidad y diseño, afectarán a la estabilidad del vacío (figura 3). Por ejemplo, las caídas de vacío suelen ser más pronunciadas en sistemas de ordeño con diseños en líneas altas que en bajas.

LAS DEFICIENCIAS DE MANTENIMIENTO, COMO PUEDE SER EL ALARGAMIENTO EN EXCESO DE LA VIDA ÚTIL DE LAS PEZONERAS, PUEDEN LLEGAR A CAUSAR DAÑOS EN EL PEZÓN Y A EMPEORAR LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA DE LA LECHE

Figura 4. Fluctuaciones cíclicas de vacío durante el ordeño (vacío en tubo corto de leche/curva de pulsación), en ausencia de flujo de leche

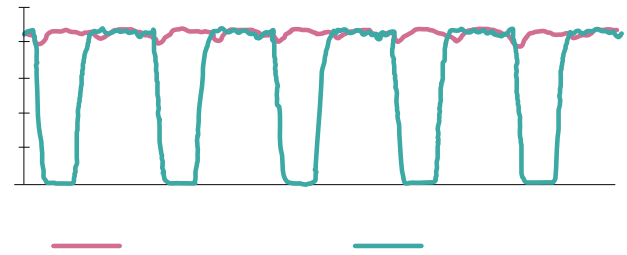


Figura 5. Fluctuaciones cíclicas de vacío durante el ordeño (vacío en tubo corto de leche/curva de pulsación), en presencia de flujo de leche

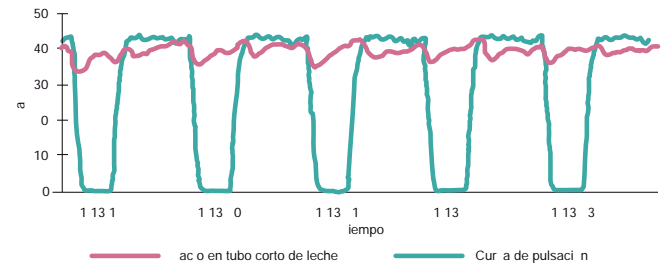
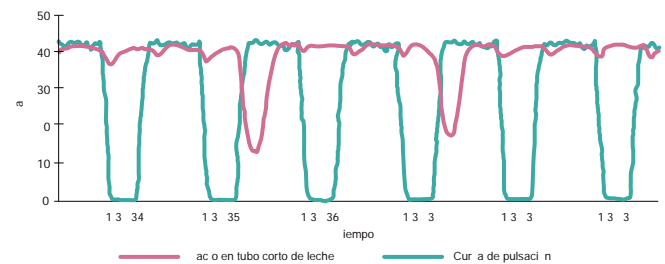


Figura 6. Fluctuaciones no cíclicas de vacío durante el ordeño (vacío en tubo corto de leche/curva de pulsación)



El funcionamiento del sistema de pulsación produce movimientos en las paredes de la pezonera. Esta abre y cierra provocando fluctuaciones de vacío cíclicas en el tubo corto de leche. Su apertura y cierre en ausencia o con bajos flujos de leche produce fluctuaciones de vacío bajas (figura 4). La principal causa de las fluctuaciones es debida al movimiento dinámico de la leche en el tubo corto de leche y en el colector. Cuando la pezonera abre, provoca un ligero aumento del nivel de vacío que es debido al incremento del volumen interno; seguidamente se observa un descenso de vacío cuando el flujo de leche comienza y, finalmente, cuando la pezonera cierra, el vacío baja como consecuencia de la disminución del volumen interno (figura 5). >>>

Las fluctuaciones no cíclicas de vacío debidas a variaciones en el flujo de leche y aire (figura 6), a menudo provocadas por la entrada repentina de aire a través de pezoneras que se deslizan o caen, pueden crear presiones positivas que producen sobre el orificio del pezón impactos debidos al movimiento rápido hacia arriba de pequeñas gotas de leche o retroceso de leche durante el ordeño, reflujos de leche, facilitando la entrada de patógenos procedentes de otros cuartos o incluso de otros animales. El efecto de una pezonera de mayor tendencia al deslizamiento con respecto a una de menor tendencia al deslizamiento sobre la tasa de nuevas infecciones fue monitoreada en los Estados Unidos en una granja experimental de 160 vacas (Baxter *et al.*, 1992). Los deslizamientos se registraban cuando tenía lugar una caída de vacío de 10 kPa en un tiempo de 0,25 segundos o menos. Los resultados mostraron que la pezonera con mayor tendencia al deslizamiento tuvo un promedio de 7,6 deslizamientos importantes por vaca ordeñada comparada con los 3,1 que tuvo la pezonera con menor tendencia a deslizarse. La tasa de nuevas infecciones fue de 0,49 cada 100 vacas/día para las pezoneras de mayor número de deslizamientos comparado con una tasa de 0,27 para aquellas de bajo número de deslizamientos (Mein *et al.*, 2004). Algunas investigaciones apuntan a que el riesgo de infección es más elevado si los impactos ocurren hacia el final del ordeño (Cousins *et al.*, 1973).

Las infecciones cruzadas entre vacas o cuartos pueden llegar a representar hasta un 40 % de las nuevas infecciones (Jones, G.M., 1999), aunque no es atribuible únicamente al efecto de los impactos provocados por reflujos de leche, ya que los efectos de la máquina sobre la mastitis son debidos a la interacción de múltiples factores: limpieza, manejo, lotes de ordeño, preparación de las vacas, momento de colocación de la unidad de ordeño, retirada, postordeño, estado o mala alineación de las pezoneras, etc.

EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE MÁQUINAS DE ORDEÑO

Así pues, para asegurar la rentabilidad de las explotaciones, resulta fundamental integrar de forma regular el control de los equipos de ordeño como una práctica básica dentro de los programas de control de mastitis y de calidad de leche. Un control sistemático y periódico del equipo de ordeño permitirá identificar los problemas a tiempo y proponer soluciones y mejoras minimizando el riesgo de posibles efectos adversos en las explotaciones.

Algunos aspectos del funcionamiento de las máquinas de ordeño pueden ser evaluados por un profesional utilizando los equipos de control específicos para ello. En España, la norma UNE 68061:1998 (Instalaciones de ordeño. Ensayos mecánicos), equivalente a la norma ISO 6690:1996, y la norma UNE 68050:1998 (Instalaciones de ordeño. Construcción y funcionamiento), equivalente a la norma ISO 5707:1996, siguen hoy en día utilizándose como referencia, aunque las especificaciones más recientes son las correspondientes a la norma ISO 6690 y 5707:2007.

El análisis, los procedimientos y el equipo a utilizar pueden ser estructurados en tres niveles de complejidad (Reinemann *et al.*, 2001):

1. Chequeo elemental (simple) y observación del tiempo de ordeño
2. Funcionamiento de la pulsación y estabilidad del vacío en condiciones de ordeño (ensayos dinámicos)
3. Control y funcionamiento de la máquina de ordeño (ensayos estáticos). ●

BIBLIOGRAFÍA

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 effect of milking machine liner slip on new intramammary infections. *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.

BRITISH STANDARD ISO (2007). International Standard of milking machine installations. ISO 5707 - 6690 - 3918 - 20966. BSI. UK.

Cousins, C.L., C.C. Thiel, D.R. Westgarth y T.M. Higgs. 1973. Further short-term studies of the influence of milking machine on the rate of new mastitis infections. *J. Dairy Res.* 40: 289.

Jones G.M., (1999). The role of milking equipment in mastitis. Virginia Cooperative Extension. Virginia State University.

Mein, G., Reinemann, D., Schuring, N., Ohnstad, I., 2004. Milking machines and mastitis risk: A storm in a teacup. National Mastitis Council.

Mein, G., Reinemann, D., O'Callaghan, E., Ohnstad, I., 2003. Where the rubber meets the teat and what happens to milking characteristics. Proceedings of the IDF 2nd World Symposium, Melbourne (Australia).

Mein, G., Williams, D.M.D., Reinemann, D. 2003. Effects of milking on teat-end hyperkeratosis: 1. Mechanical forces applied by the teacup liner and responses of the teat. National Mastitis Council, Fort Worth Texas.

Neijenhuis, F., G.A. Mein, J.S. Britt, D.J. Reinemann, J.E. Hillerton, R. Farnsworth, J. R. Baines, T. Hemling, I. Ohnstad, N. Cook, W.F. Morgan. 2001. Relationship between teat-end callosity of hyperkeratosis and mastitis. Proc. AABP-NMC International Symposium on Mastitis and Milk Quality, Vancouver, BC, Canada, pp 362-366.

Reinemann et al., 2001. Evaluating Milking Machine Performance. VII International Congress on Bovine Medicine, Oviedo, Asturias, Spain.

Reinemann, D., 2012. Máquinas de ordeño y mastitis (Seminario APROCAL-Universidad de Wisconsin. San Francisco, Cba. 8-5-2012).

Reinemann, D.J., Mein G.A. 2011. Unraveling the mysteries of liner compression. Countdown Meeting, Melbourne, Australia.

Ruegg, P. and Reinemann, D. 2005. Teat condition scoring chart. Available on line in : <http://milkquality.wisc.edu/> (date 28/12/2016). University of Wisconsin (USA)

University of Minnesota - Dairy extension 2016. Available on line in (28/12/2016): <http://www.extension.umn.edu/agriculture/dairy/health-and-comfort/options-cow-tail-switches/>