

El ordeño mecánico supone una reducción de la mano de obra, una mejora de la racionalización de los recursos y de la gestión logrando la combinación deseada de un producto de calidad a bajo costo, siempre que se asocie a unos protocolos que aseguren el estado de limpieza de las instalaciones ganaderas y su mantenimiento.

R  
W  
-  
S  
O  
S  
O

# La maquinaria de ordeño

Pablo Gutiérrez San José.  
Ingeniero Agrónomo.

El comienzo de la ganadería tiene lugar con la domesticación de cabras y corderos en torno al 9500 a.C., unos 1.000 años después se domesticaría al ganado vacuno; pero no sería hasta finales del siglo XIX cuando se hacen los primeros ensayos de ordeño mecánico (anónimo, 2003).

En el momento actual España es un país claramente importador de leche, a lo largo de los últimos seis años la media de las importaciones ha sido de 400.000 toneladas, frente a una exportación media de 129.000 toneladas, lo que se traduce en un saldo deudor medio de 99 millones de euros. En este marco económico, al que debemos sumar la reducción de precios de la leche y la existencia de un sistema de cuotas dentro de la UE desde 1985, la obtención de leche de alta calidad y bajo costo se hace obligatoria

para lograr la competitividad de nuestras instalaciones lecheras.

El ordeño mecánico supone una reducción de la mano de obra, una mejora de la racionalización de los recursos y de la gestión logrando la combinación deseada de un producto de calidad a bajo costo; siempre que se asocie a unos protocolos que aseguren el estado de limpieza de las instalaciones ganaderas y su mantenimiento.

Volviendo al origen del ordeño mecánico, se barajaron diversas posibilidades en el diseño de los dispositivos de extracción de la leche: unos basados en discos rotativos, imitando la acción de un operario en el ordeño manual; y otros imitaban la succión de los terneros, bien de forma continua, bien por medio de una aspiración pulsatoria que constituye el fundamento de

los sistemas de ordeño actuales y que describimos a continuación.

### Elementos de ordeño

El objetivo de la maquinaria de ordeño es la extracción de la leche de la ubre del animal por medio de una succión pulsatoria. Para lograrlo encontramos distintos elementos que a continuación se describen.

### Unidades de ordeño o aparato ordeñador

La unidad de ordeño posee una envoltura rígida exterior (copa) y una interior de goma o silicona alimentaria (pezonera). Se forman así dos cámaras una externa donde se introduce el pezón del animal, y otra intermedia unida por un pulsador al sistema de vacío. La cámara interna está también unida al sistema de vacío con una depresión constante de unos 50 kPa.

El estado de las pezoneras es importante ya que el desgaste pueden producir pérdidas de hasta un 5% en la producción de leche; éstas poseen en general una duración de unos 2.500 ordeños.

### Colector

La leche proveniente de las pezoneras se reúne en un colector. Este elemento es en general de forma circular, si bien se han desarrollado diseños asimétricos para una mejor adaptación al ubre del animal. Para ovejas y cabras,





Foto 2. Unidad de ordeño para cabras y ovejas con medidor de leche.

se ha desarrollado un sistema en el que pezonera, copa y colector forman una unidad compacta. Dispone en la parte inferior de un mecanismo de apertura y cierre que regula automáticamente el vacío de ordeño; otra mejora de las unidades de ordeño es la reducción del peso reduciendo así su caída durante el ordeño, y los daños al animal.

### Pulsador

Cuando el pulsador comunica la cámara intermedia con el sistema de vacío, la presión de ésta y la de la cámara interna, donde está el pezón del animal, es la misma. En ese momento la pezonera deja de presionar el pezón y la leche fluye al colector; ésta se denomina fase de aspiración. Cuando el pulsador cierra la conexión entre la cámara intermedia y el sistema de vacío, la pezonera comprime el pezón dejando de fluir la leche; es la fase de reposo o masaje. El conjunto de una fase de reposo y aspiración se llama pulsación. La relación entre tiempo de reposo y succión puede variar entre 1:1, 1:2, 1:3, con un total de 40 a 60 pulsaciones por minuto, que se conoce como ritmo de pulsación. Para el ordeño de ovejas el ritmo de pulsación es de 150 a 180 pulsaciones/minuto y la relación reposo/aspiración varía entre 1:1 y 1:2. Los pulsadores pueden ser electrónicos o neumáticos. La pulsación es simultánea cuando las unidades de ordeño se

encuentran en la misma posición al mismo tiempo; es alternativa cuando dos de las unidades de ordeño se encuentran en una posición de aspiración y las otras dos en reposo, y la pulsación es alternativa en cascada cuando la fase de aspiración tiene lugar consecutivamente en cada unidad de ordeño. En general, las fluctuaciones del vacío son menores con una pulsación alternativa y la leche fluye mejor.

### Bomba de vacío

Es la encargada de generar la depresión necesaria para el funcionamiento de la maquinaria de ordeño. En general se trata de una bomba de paletas, aunque también puede ser de pistones y deben de realizar una succión de unos 45 kPa a 50 kPa. Son necesarios del orden 150 l/min de aire más 60 l/min por cada unidad de ordeño de la instalación. En el mercado existen bombas de vacío con caudales que oscilan entre los 300 l/min y los 8.500 l/min.

Asociados a la instalación de vacío encontramos los reguladores de vacío que mantienen la depresión necesaria dentro de unos valores adecuados pudiendo manejar caudales de hasta 12.000 l/min para instalaciones de gran tamaño. También es posible el control de la presión en la instalación por medio de reguladores de velocidad.

El correcto control del vacío en una instalación de



Foto 3. Unidad de ordeño con retirador.

ordeño es un punto clave, ya que no sólo es la base de su funcionamiento, si no que además, determina la agresividad del ordeño, por exceso en el nivel de vacío, fluctuaciones, o una pulsación inadecuada.

### Extractor de leche o unidad final

La leche de los colectores va por medio de una tubería a un extractor de leche o unidad final, se trata de un depósito con una capacidad variable de entre 30 l a 100 l, que dispone de una motobomba con la que se trasiega la leche hasta un tanque de frío para su almacenamiento.

### Otros elementos

La mejora del ordeño pasa por una mejora en la información obtenida del animal y el desarrollo de sistemas que permitan reaccionar a esta información. Aparecen así los controladores de los puestos de ordeño que permiten una medida de la cantidad de leche ordeñada del animal, o alarman de la presencia de mastitis, etc. La medida del

flujo de leche puede basarse en la absorción de la luz infrarroja por el caudal de leche o por medios mecánicos. La ventaja de los primeros es que al carecer de partes móviles suelen tener menos averías.

Para evitar el sobreordeño aparecen los retiradores que, como su nombre indica, retiran las unidades de ordeño de la ubre del animal cuando el flujo de leche es bajo.

El corte del vacío del ordeño es importante para evitar la entrada de suciedad en el sistema. Algunos modelos disponen de una reconexión del vacío tras la retirada



Foto 4. Vista general de robot de ordeño.

de la unidad de ordeño durante un periodo breve de tiempo que limpia los restos de leche que pueda haber en las pezoneras.

La higienización de las conducciones por las que circula la leche es importante, por lo que las instalaciones disponen de un sistema de lavado. Supone un gasto de agua y energía considerable. Así para una instalación de unas 24 unidades de ordeño, el gasto de agua puede ser de unas 475 toneladas al año. Las mejoras en el sistema de lavado pasan por el reciclado del agua en la propia explotación, el uso de tarifa nocturna, etc. Determinados modelos permiten integrar este dispositivo fácilmente con otros dispositivos de ordeño independientemente de la marca y su control por ordenador.

## Instalaciones de ordeño

El conjunto anterior de elementos se puede estructurar de diferentes formas. Surgen así distintos dispositivos e instalaciones que varían según su forma y grado de mecanización.

El ordeño de los animales puede realizarse en el propio establo o en salas especializadas para tal fin o salas de ordeño.

Dentro del ordeño en establo encontramos: los carros de ordeño y los lactoductos de establo.

Los carros de ordeño son dispositivos móviles que pueden usarse tanto en establo como en el prado. El equipo de ordeño con todos los elementos necesarios, bomba de vacío, regulador de la presión, así como un balde para el almacenamiento de la leche ordeñada, va montado sobre un carro con ruedas. Su uso tiene sentido cuando el número de animales manejado es muy pequeño.

En el caso de los lactoductos de establo, como en el anterior, la sala de ordeño es el propio establo, en el que se dispone de una instalación de vacío y de conductos para la leche sobre los que conectar las unidades de ordeño, lactotubos, existiendo tantos puntos de conexión como cubículos para los animales.

## Salas de ordeño

Existen distintos tipos de salas de ordeño en función de cómo se coloquen los animales en el momento de ordeño en relación con el pasillo o foso de trabajo. Podemos encontrar que los animales se sitúan en paralelo al pasillo, perpendicular a él, con una cierta inclinación, o también puede que los animales se agrupen formando un círculo.

## Salas tandem o por el costado

En este tipo de instalaciones las vacas se colocan en cubículos paralelamente al foso donde está colocado el operario, las vacas circulan individualmente por la insta-

lación, siendo liberadas cuando finaliza el ordeño. Son instalaciones que se recomiendan para rebaños de entre 40 a 110 vacas.

## Instalaciones de ordeño trasero, por detrás o en paralelo

Los animales en este caso se colocan perpendicularmente al pasillo de trabajo con lo que se reduce la longitud de la sala. El ordeño se realiza por lotes, los animales por medio de un empujador se separan en grupos pasando a los puestos de ordeño.

Podemos encontrar dos tipos de modelos: fijos o móviles en los que una vez colocados los animales son acercados hacia el foso para iniciar el ordeño.

## Espina de pescado

En este caso también el ordeño se realiza por lotes y los animales forman un ángulo, de entre 30° y 50° con el pasillo de trabajo. Este tipo de instalación es recomendable para cualquier tipo de cabaña.

## Salas Rotativas

En las salas rotativas los animales se colocan formando un círculo. La instalación gira durante el ordeño lo que permite la salida y entrada de los animales. El sistema está diseñado para que el operario no se mueva de su puesto, pudiendo estar colocado en el interior del círculo o en el exterior.

La posición de las reses puede ser radial o en ángulo respecto a los radios del círculo que forman, estas últimas se denominan salas rotativas en espina.

Las construcciones de la sala pueden ser en acero, acero pintado u hormigón. El número de plazas del que disponen es variable, de 16 a 60 según los modelos. Las instalaciones más grandes permitirían un rendimiento máximo de unos 500 animales a la hora en vacas y de unos 600 animales/h en ovejas y cabras. En ciertos modelos, las reses de ordeño más lento pueden permanecer

# SBS Global 90i

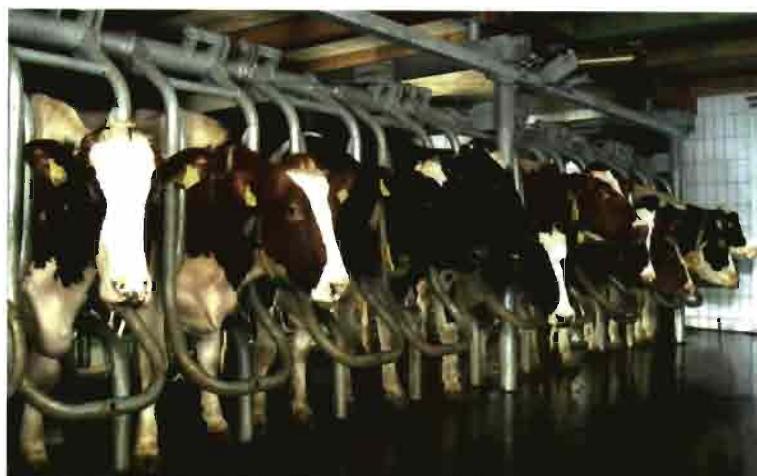


## La única sala de ordeño con sistema de indexing individual

Un tráfico fluido, sin stress y un fácil acceso al puesto de ordeño, acompañado de un **sistema de indexing individual** que permite que las vacas adopten la mejor posición para el ordeño, constituyen algunas de sus ventajas.

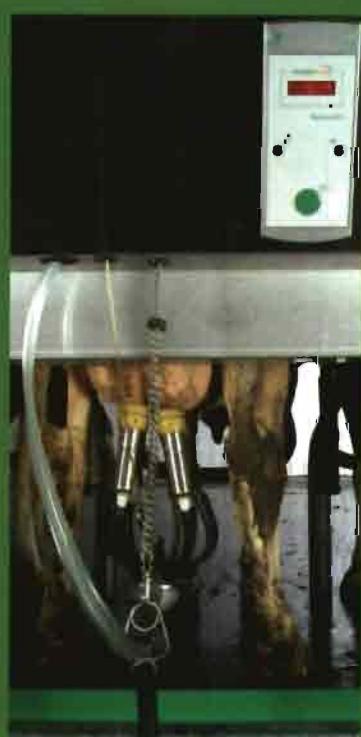


El canal de deyecciones, fabricado en acero inoxidable, ligeramente inclinado para mayor comodidad y confort del animal



COW  
COMFORT

MÁXIMO CONFORT PARA LA VACA



COUNTERBALANCE



MULTILINE

Los armarios MultiLine, protegen de polvo y humedad a los elementos del equipo de ordeño y reducen el nivel acústico

Para más información, contacte con su distribuidor más cercano.

Westfalia Surge Ibérica, S.L. Avda. Sant Julià 147, 08400 Granollers  
Tel. 93 861 7120, e-mail agricola@es.westfalia.com.

3G granollers  
mesas

una segunda rotación sin que se interrumpa el flujo de animales.

### Robots de ordeño

Los robots de ordeño suponen una mecanización total, eliminando la necesidad de mano de obra. Aunque si bien es cierto que suprime la realización de ciertas labores, surgen otras ligadas al control, la limpieza del sistema automático o la revisión de avisos obtenidos del robot.

La motivación principal para instalar este sistema por parte de los ganaderos, especialmente en explotaciones familiares, es la reducción de las horas de trabajo y el tipo de labor realizada (hasta un

centrado, lo que permitiría atraer voluntariamente al animal hasta el alojamiento que dispone el robot. Diez años después se dio el último paso desarrollando un sistema de detección de la ubre. La comercialización de los robots de ordeño comienza en Holanda en torno a 1993, pero no es hasta 1998 cuando se produce una explosión en el uso de esta tecnología.

Los elementos de los que consta un robot de ordeño son:

- Sistema de jaula de ordeño (el box o alojamiento).
- Sistema de detección de la ubre.
- Brazo robótico para colocación de las unidades de ordeño y limpieza.
- Sistema de limpieza del pezón.
- Sistema de control (incluido software y sensores).
- Sistema de ordeño.

La colocación del robot dentro de la explotación puede ser forzada o libre. Se puede hacer que, para que el animal acceda alimento haya de pasar antes por el robot de ordeño; se trataría de un sistema de ordeño forzado o controlado. En el sistema libre el animal decide entrar o no en el robot, lo que hace que sea un sistema versátil adaptable incluso en pastos. En general, en el momento en el que se está introduciendo el robot en una explotación, suele optarse por el sistema forzado.

La detección del pezón se basa en obtención de una imagen tridimensional del mismo por medio de diferentes sistemas: láser, ultrasonido o cámaras CCD. Un problema fundamental con el que se nos enfrentamos es el medio agresivo en el que se encuentran los sensores, alta humedad y polvo. En la actualidad, se está investigando la mejora del análisis de imagen que permita obtener información no sólo de la posición del pezón, sino de su estado sanitario.

El brazo robótico se encarga de la colocación y retirada de las unidades de ordeño y del sistema de desin-

fección. En los sistemas con varios alojamientos, el robot suele disponer de un solo brazo por cada dos alojamientos diseñado para una explotación de entre 110 y 140 vacas.

El sistema de limpieza del pezón reduce la aparición de infecciones y la transmisión de enfermedades entre animales, así como estimula la secreción de leche. Los sistemas de limpieza pueden ser: secuenciales por medio de cepillos y rodillos; con cepillos rotativos horizontales con limpieza simultánea; de limpieza por medio de agua con un sistema similar a las unidades de ordeño.

El sistema de control está encargado de la detección de anomalías, identificación del animal, enganchado de las pezoneras, nivel de vacío, e inicio y fin del ordeño.

El sistema de ordeño del robot es similar a los convencionales descritos antes, con la diferencia de que las distancias que ha de recorrer la leche son menores y la relación aire:leche es mayor, (10:1; frente 3:1 de los convencionales).

El número medio de ordeños en los robots es de 2,5 a 3 ordeños diarios por vaca y día. Un incremento en el número de ordeños diario redundaría en un incremento de la producción, lográndose hasta un 9%-11% de incremento.

La problemática asociada a este sistema de ordeño es que, dado que el sistema de ordeño funciona las 24 horas, los fallos durante el ordeño pueden producirse a lo largo de todo el día. Se estima que el sistema puede fallar una vez cada dos semanas. Por otro lado, al trabajar con organismos vivos, las vacas, la adaptación de los animales al sistema de ordeño puede fracasar en torno a un 5% o 10% de los animales.

*Agradecemos la colaboración para la realización de este artículo de José Javier Ormazábal, director de Mendikoi Fraisoro y Sfren E. Christensen de Sac.*

*Referencias bibliográficas en poder de la redacción.*



Foto 5. Detalle del brazo manipulador robot de ordeño.

10% respecto de los sistemas convencionales), que puede ir acompañado de un incremento de la productividad de la explotación. El éxito en la instalación de un sistema de ordeño automático se basa en tener unas expectativas realistas, correcto manejo y mantenimiento.

Comienza a investigarse el desarrollo de robots de ordeño en torno a 1970; el logro más importante para estas fechas fue obtener un sistema de identificación para el ganado. A partir de los años 80 se consiguió desarrollar un sistema que almacenara los datos de producción de los animales y también se concluyó que era posible ordeñar los animales en un recinto donde se les suministrara con-