

22) LA MAQUINA DE ORDENO

Michel A. Wattiaux
Instituto Babcock

Los diseños básicos de las máquinas de ordeño incluyen:

- Un balde de recolección de leche que se ubica cerca de la vaca;
- Un sistema de tuberías en el que las vacas se ordeñan en establo y la leche fluye a un tanque central de colección;
- Un sistema de breteles en el que todo el equipo se encuentra centralizado y las vacas vienen a él para el ordeño.

A pesar de la gran diversidad de instalaciones de ordeño, las máquinas de ordeño funcionan con el mismo principio básico: la leche se colecta desde la vaca por vacío (succión). La Figura 1 ilustra los componentes básicos de todas las máquinas de ordeño; estos incluyen:

- Un sistema de vacío: una bomba de vacío y un tanque de reserva, un regulador de vacío, tuberías y tubos largos de pulsado que forman un espacio cerrado;
- Pulsadores que alteran el nivel de vacío alrededor del pezón de manera que el ordeño se desarrolla sin congestión y edema de los tejidos del pezón;
- Unidades de ordeño o racimo: la composición de cuatro pezoneras conectadas montadas con una válvula que admite y corta el vacío de la unidad;
- Un sistema de remoción que transporta la leche hacia afuera de la unidad de ordeño, hacia la unidad de almacenamiento: el tubo de leche y el receptor (balde, jarra de medición, tubos de leche, bomba de leche, etc.).

Todos estos componentes requieren de un alto grado de coordinación para que la máquina de ordeño funcione correctamente.

SISTEMA DE VACIO

Bomba de vacío

La bomba de vacío evacua el aire desde la tubería y de las unidades de ordeño y crea el vacío necesario para ordeño las vacas. Las máquinas más actuales también utilizan vacío para transportar la leche a la jarra receptora (o directamente hacia el tanque de almacenamiento a granel, debajo de la bomba), y para lavar el equipo de ordeño. Para prevenir que el material sólido o líquido sea absorbido dentro de la bomba, un interceptor debe ser ubicado en la línea de vacío principal, adyacente a la bomba.

Creando y midiendo el vacío

Vacío significa presión por debajo de la presión atmosférica normal. Cuando se enciende la bomba de vacío, el aire es evacuado produciendo la caída en la presión de aire dentro de las tuberías y en las unidades de ordeño (espacio cerrado). La diferencia entre la presión de aire por fuera de la tubería y la presión (negativa) de aire por dentro de la tubería se llama nivel de vacío.

Un manómetro de mercurio puede ser utilizado para medir el nivel de vacío (Figura 2). Este instrumento se encuentra realizado con un tubo en "forma de U" parcialmente lleno de mercurio (Hg). Una punta del tubo se conecta a la tubería y la otra permanece abierta al exterior (presión atmosférica). Cuando la bomba de vacío se

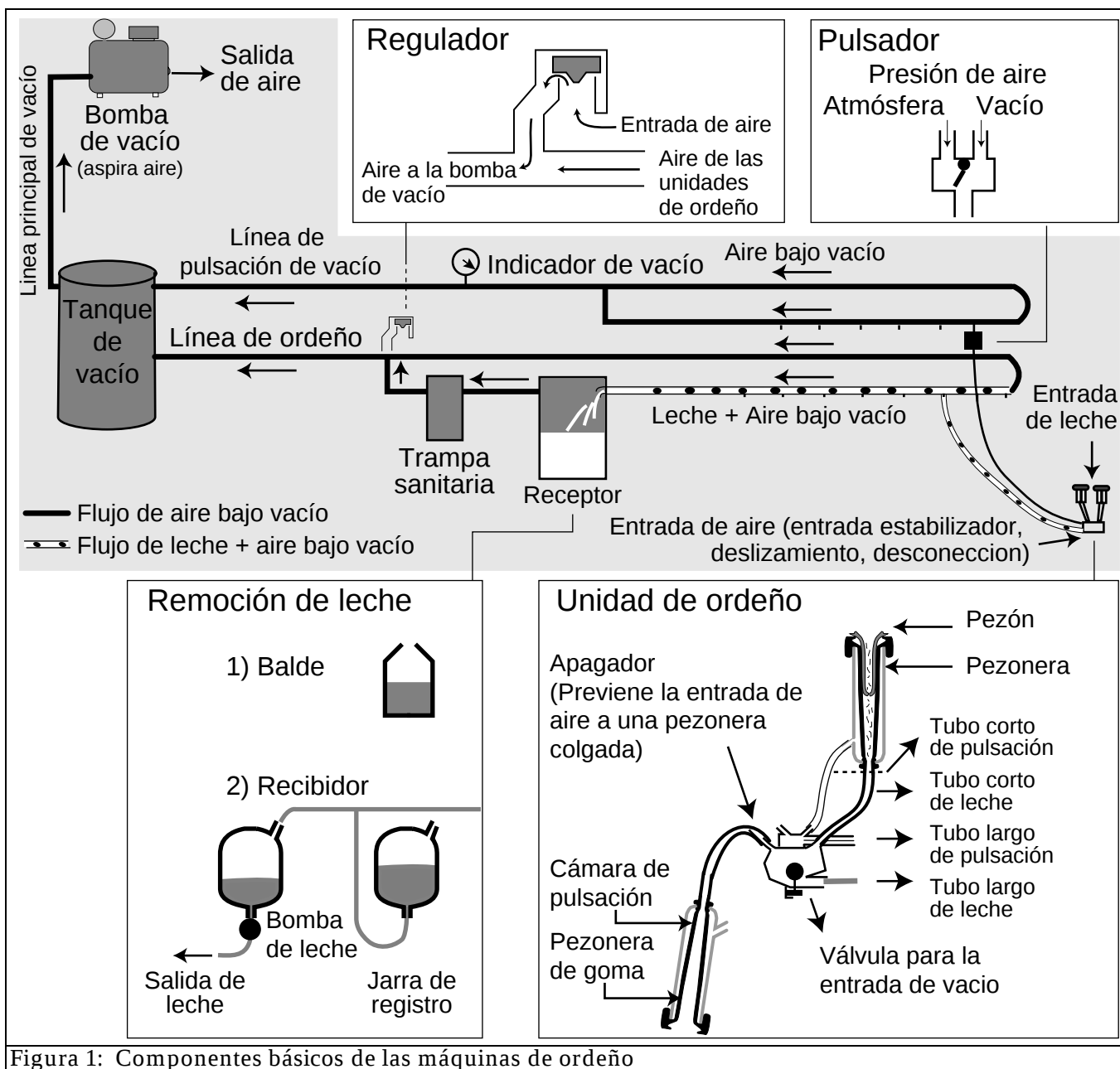


Figura 1: Componentes básicos de las máquinas de ordeño

encuentra apagada, la presión atmosférica actúa por fuera y por dentro de la tubería y el nivel de mercurio es el mismo en ambos brazos del manómetro. Aún así, cuando la bomba de vacío es encendida, la presión de aire por dentro de la tubería pasa a ser menor que la exterior. Uno puede pensar que la presión atmosférica externa "empuja" el mercurio hacia abajo y que el vacío interno tira el mercurio hacia adentro. La diferencia en el nivel de mercurio de cada brazo es el nivel de vacío. A pesar de que "mm de mercurio" es aún utilizado, el "kilo Pascal (Kpa)" es ahora la medida

internacional estándar para medir el nivel de vacío del equipo de ordeño ($1 \text{ mmHg} = 0,1333 \text{ Kpa}$).

Regulador de vacío (controlador) y medidor

La función del regulador es la de admitir el aire dentro del sistema para mantener el vacío dentro del nivel recomendado. Normalmente, la bomba de vacío crea un nivel de vacío mayor que el que necesita la unidad de ordeño. El regulador monitorea los cambios de vacío (debido a pérdidas, colocación y remoción de unidades de

ordeño, desprendimiento de una pezonera, etc.) y controla la cantidad de aire que se admite dentro del sistema de vacío para mantener el nivel deseado dentro de un rango muy estrecho. El controlador puede ser un diafragma con un peso o un dispositivo operado por un resorte (Figura 2). Para que opere correctamente, debe estar ubicado en el lugar correcto de acuerdo con el sistema de ordeño (balde, tuberías o echaderos). El medidor de vacío debe de ser utilizado para detectar fluctuaciones anormales del nivel de vacío que pueden provenir de serias pérdidas de aire, un regulador sucio, patinaje de las correas de la bomba de vacío, etc.

PULSADOR

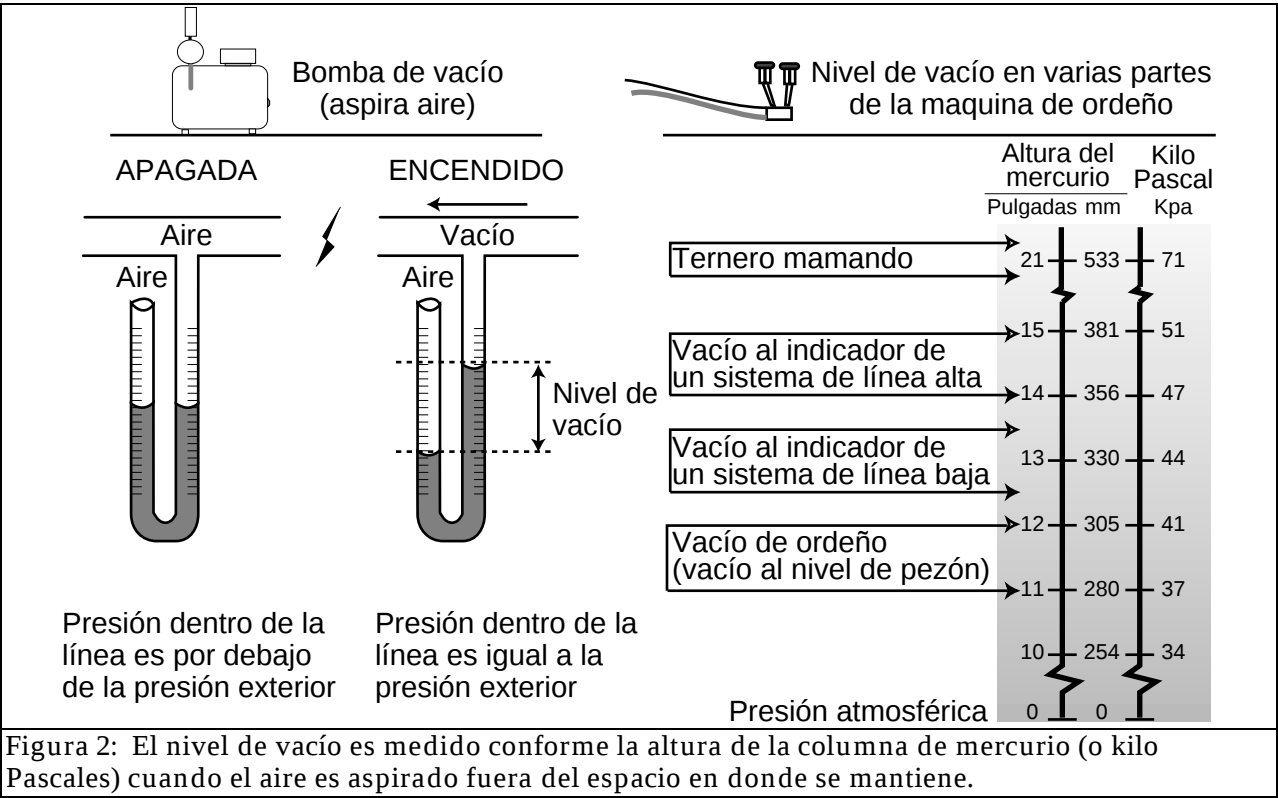
El pulsador es una simple válvula que admite la entrada de aire en forma alternativa en la cámara de pulsado de la pezonera. La acción de las pezoneras de la unidad de ordeño se hace posible por el pulsador.

Los pulsadores pueden ser activados por vacío o por una señal eléctrica desde un controlador de pulsación para dar una frecuencia de 45 a 65 ciclos por minuto

(ritmo de pulsado). Los pulsadores pueden tener acciones simultáneas o alternativas. La pulsación es simultánea cuando las cuatro cámaras de pulsación de la unidad de ordeño se encuentran en la misma posición al mismo tiempo (las cuatro en la fase de ordeño al mismo tiempo, y las cuatro en la fase de masaje al mismo tiempo). Con la acción alternativa, dos de las pezoneras se encuentran ordeñando mientras que las otras dos se encuentran masajeando. La leche fluye en forma más regular y las fluctuaciones en el vacío son menores cuando el pulsado es alternativo, sin embargo, el número total de fluctuaciones de vacío se dobla al compararse con el sistema simultáneo de pulsado.

RACIMO (UNIDAD DE ORDENO)

Las partes de la unidad de ordeño se ilustran en la Figura 1 y una detallada descripción de la acción de las pezoneras se presenta en el *Esenciales lecheros*, "Principios del ordeño". La camisa interior de las pezoneras de la unidad de ordeño es la única parte de la máquina que entra en contacto con la ubre de la vaca. El peso de



la unidad es generalmente ajustado al nivel de vacío para permitir la tensión deseada en el pezón y permitir el posicionamiento adecuado y la acción adecuada de ordeño. Si el nivel de vacío por dentro de la unidad es demasiado alto o la unidad es demasiado liviana, puede suceder lo siguiente:

- La unidad se "trepas" y tiende a apretar el área donde el pezón se une con la ubre. El flujo de leche se detiene y el operador debe de tirar de la unidad para poder ordeño completamente a la vaca;
- Es probable que se presenten lesiones del pezón haciendo que la vaca sea más susceptible a la mastitis;
- La congestión del pezón se incrementa, lo que tiende a decrecer el tamaño del canal del pezón y la velocidad del ordeño.

Cuando el vacío es demasiado bajo o cuando la unidad de ordeño es demasiado pesada puede suceder lo siguiente:

- La unidad de ordeño se desprende fácilmente;
- Un sellado débil entre el pezón y la camisa tienden a producir pérdidas más frecuentes y admisión de aire en la unidad, creando fluctuaciones de vacío no deseadas y un riesgo mayor de diseminar mastitis;
- La velocidad de ordeño se reduce.

Durante el ordeño, el flujo puede variar de 2 a 5 kg de leche/ minuto por un período de dos a ocho minutos dependiendo de la producción de leche. Por lo tanto el diseño de la maquina es importante para asegurar que el flujo de leche no se detenga. Además, una buena visibilidad del flujo de leche es importante debido a que le permite al operador estar seguro de que la unidad se encuentra adecuadamente ajustada al comienzo del ordeño e identificar el final del ordeño fácilmente.

Las cuatro camisas de la unidad de ordeño se contraen y se dilatan muchas veces durante el mismo ordeño. A medida

que se van gastando, se desquebrajan, estiran y endurecen (pierden su elasticidad) y reaccionan más despacio a los cambios de presión. Las camisas utilizadas en exceso decrecen la velocidad del ordeño e incrementan el riesgo de diseminar mastitis. Ellas deben ser reemplazadas periódicamente. La vida útil de una camisa depende de muchos factores y es muy importante seguir las instrucciones del fabricante con respecto a la frecuencia de su reemplazo.

SISTEMA DE EXTRACCION DE LECHE

Una vez que la leche ha sido colectada dentro de la unidad de ordeño, la misma debe de ser transportada. El sistema de transporte debe estar diseñado de manera de que la leche fluya rápidamente sin sobrecargar las líneas o retroceder a la unidad de ordeño.

Un pequeño orificio de admisión de aire en la garra ayuda a estabilizar el vacío en la pezonera durante el ordeño y a transportar la leche. La leche y el aire fluyen juntos en la línea de leche (que se encuentra bajo vacío) hasta que sean separados en la jarra recibidora (Figura 2). Sin una admisión adecuada de aire, el nivel de vacío puede fluctuar considerablemente en la unidad de ordeño, en parte debido al peso de la leche a lo largo del tubo de leche. La relación aire/leche es importante en especial cuando la leche debe de ser elevada desde la pezonera hacia la tubería alta (sistema de línea alta). Cuando una columna de leche es elevada en un tubo de vacío de un metro de largo, el nivel de vacío en la unidad de ordeño se reduce a cerca de 10 Kpa (75 mmHg). La introducción de aire dentro de la línea de leche "rompe" la columna de leche y facilita el movimiento de la mezcla de aire y leche en el largo tubo. Un sistema de ordeño en el que la leche fluye hacia abajo desde la pezonera hacia la línea de leche (sistema de línea baja) es una mejor elección que la de tener que elevarla hasta una línea alta (sistema de línea alta).