

# FUNCIONAMIENTO Y EVALUACIÓN DE MÁQUINAS DE ORDEÑO Y SU REPERCUSIÓN EN LA MASTITIS BOVINA

MV MSc Dr. Alfredo Delgado\*. 2005. Fac. de Medicina Veterinaria, Univ. Nac. Mayor de San Marcos.

\*Presidente de la Sociedad Peruana de Buiatría.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

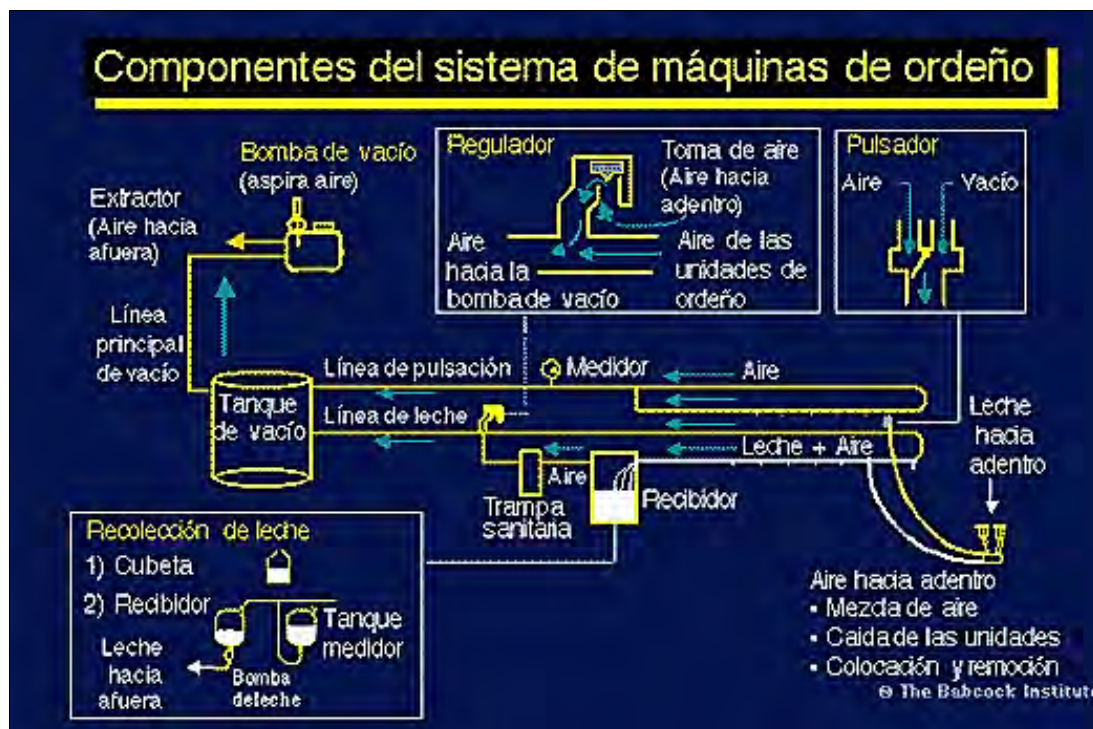
Volver a: [Instalaciones de los tambos](#)

## INTRODUCCIÓN

El correcto funcionamiento de una máquina de ordeño, tiene una relación tanto o más estrecha que la que físicamente guarda con la glándula mamaria de la vaca lechera, de ahí que llame la poca atención que el ganadero tiene con sus unidades de ordeño, en lo referente a la instalación y mantenimiento. Si se tiene en cuenta que son máquinas que están dos y en otras tres veces al día trabajando en el ordeño, son máquinas que están en permanente contacto con la ubre de las vacas, de manera que en la medida que funcione mal o bien, se darán casos de mastitis en las vacas, sean esta de índole clínico o subclínico.

Debe quedar claro que las máquinas de ordeño de reciente fabricación e instalación han mejorado sustancialmente en lo referente a concepción y diseño, y esto evidentemente permite un mejor uso y por tanto mejora sustancial en lo que a sanidad de la ubre se refiere, condición que se traduce en mayor volumen de leche y mejor calidad del producto.

## PARTES DE UNA MÁQUINA DE ORDEÑO



**1.- Bomba de vacío:** Es la que genera el vacío en la máquina, debemos recordar en este punto que en el ordeño la leche fluye de una zona de mayor presión a una zona de menor presión. Una bomba de vacío es la que extrae el aire existente dentro del sistema, para que este permanezca en presión negativa, y así pueda hacer que la leche fluya de la ubre hacia afuera. Las bombas de vacío generan ésta, por flujo de aire desde el sistema hacia el exterior. En términos generales una bomba de vacío genera 10 pies cúbicos por minuto (CFM) por cada HP de potencia que tenga, esto permitirá prever la capacidad necesaria para una sala de ordeño.

En este punto cabe señalar que pocos profesionales y ganaderos conocen los principios básicos del funcionamiento de la bomba de vacío, incluso personas que brindan servicio de mantenimiento de este importante medio de ayuda en la producción de leche, no tiene el entrenamiento debido en materia de máquinas de ordeño, y esto hace que su imagen vaya en deterioro, de manera que el ganadero ha “probado” con uno u otro sin resultado satisfactorio.

**2.- Tanque de distribución:** Es un dispositivo en donde el vacío se “acumula”, generalmente lo encontramos por debajo de la bomba de vacío, y muchas veces se le conoce como trampa o reserva de vacío. Su función es la de mantener un nivel de vacío más o menos constante, es el que tiende a equilibrar cuando hay fluctuaciones de vacío.

Debe recordarse que muchas máquinas tienen un tanque de distribución reducida para el trabajo que realizan, y recientemente en un establo lechero se indicó la construcción de un tanque adicional de 200 litros de capacidad, esto mas la inclusión de tubería de grueso calibre (4” de diámetro), nos ha permitido mejorar sustancialmente el manejo de la mastitis bovina, debido a que las fluctuaciones de vacío se reducen sustancialmente.

**3.- Línea de vacío de leche:** Es la línea a la que se conecta las mangueras de leche sea que esta vaya a un balde o a una línea que llevará la leche al tanque de recepción. Recalco en todo establo que visito, que tanto el calibre, como la ligera pendiente que debe tener esta línea hacia el tanque de recepción es fundamental, ya que de lo contrario se crea turbulencia en el flujo de la leche y esto significa mayor consumo de vacío, lo que puede tener repercusión en la garra o pezonera.

**4.- Línea de vacío de pulsadores:** Es la línea a la que se conectan los pulsadores. Es recomendable que esta línea sea independiente de la línea de leche, esto ayuda sustancialmente a mantener estabilidad de vacío en el sistema.

**5.- Manómetro:** Artefacto que va en la línea de pulsadores, y que indica el nivel de vacío del sistema, debemos recordar que es sólo indicador aproximado del nivel real de vacío.

**6.- Regulador:** Es un dispositivo calibrado que se encarga de la admisión de aire hacia el sistema, es el encargado de equilibrar con presión positiva, para que el sistema no se mantenga en presión negativa constante, si no fuera por el regulador no habría las alternancias entre presión positiva y negativa, para un correcto funcionamiento de una maquina de ordeño.

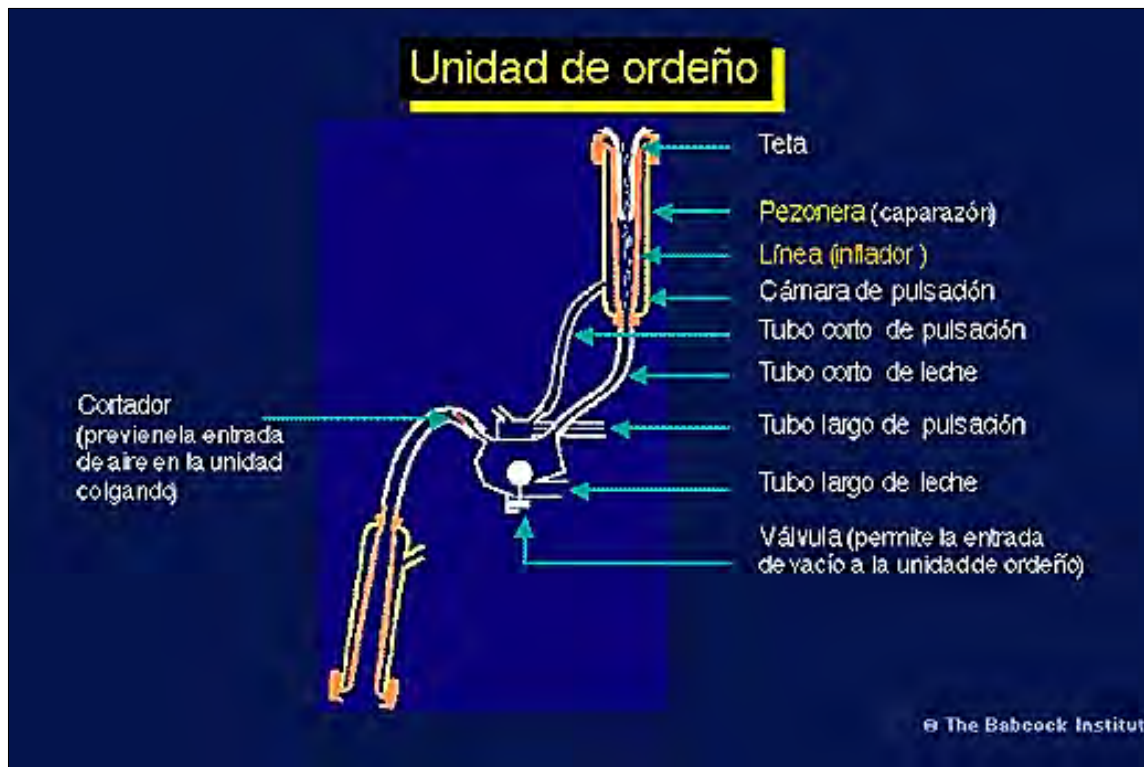
Este dispositivo que en algunos casos trabaja con un sensor o simplemente tiene regulación neumática, es el encargado de que la bomba de vacío no haga que colapse el sistema de tuberías, ya que a un nivel de vacío extremo, deja entrar aire y si este vacío esta cayendo, se cierra, por lo mismo dejar al aire, pero sin descuidar la limpieza es garantía de buen funcionamiento de la máquina.

**7.- Los pulsadores:** Son dispositivos que también admiten aire hacia el sistema, necesarios en las diferentes fases del ordeño, es el encargado de admisión de aire para la fase de descanso de las pezoneras. Además son indicadores del ritmo que lleva la maquina durante el ordeño. Los pulsadores pueden ser eléctricos o neumáticos, siendo mejores los primeros.

**8.- Recipiente o tanque de recepción de leche:** Dispositivo en donde se recibe la leche cuando esta fluye en un sistema cerrado de línea de leche, está sujeto a las variaciones de vacío. Las salas que trabajan con balde o porongos, evidentemente carecen de este dispositivo, en sí los baldes hacen de tanque de recepción.

**9.- Trampa sanitaria:** Dispositivo de desfogue para el tanque de recepción.

**10.- Unidades de ordeño:** Son las que se colocan a los pezones para la correcta extracción de la leche.



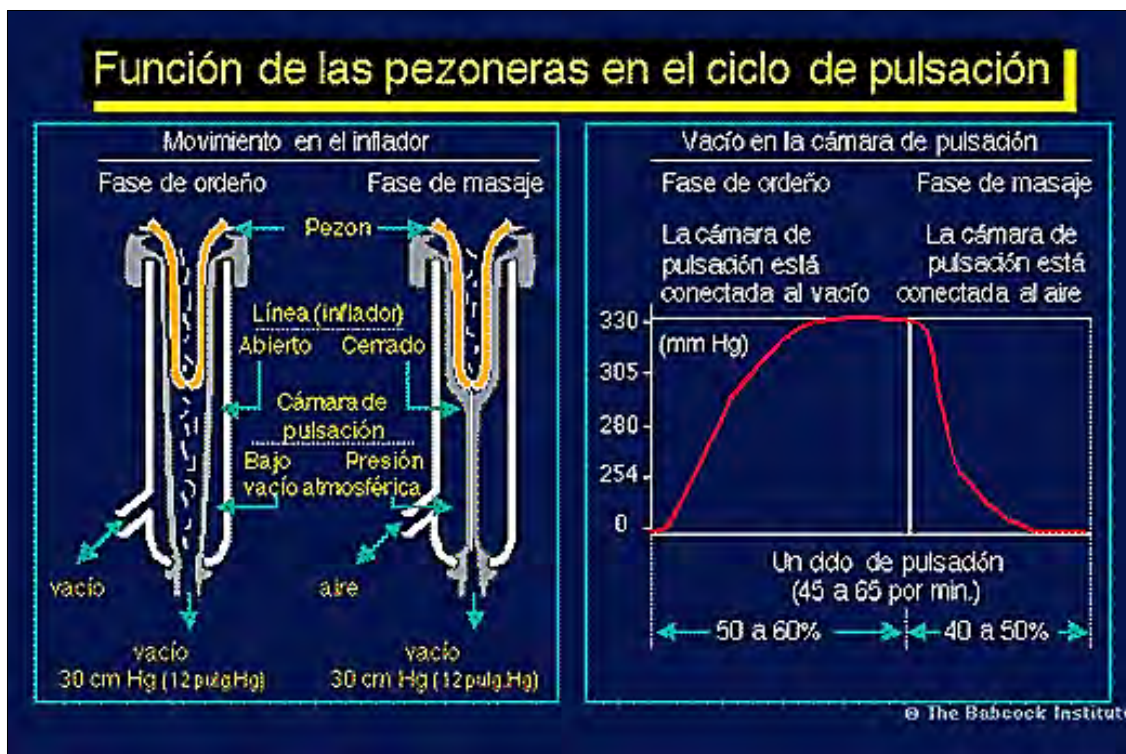
La bomba de vacío es la encargada de crear la presión negativa hasta niveles de 45 a 50 Kpa, dependiendo del tipo de máquina de ordeño, cuando el nivel de vacío sobrepasa estos límites, el regulador es el que admite aire y estabiliza el nivel de vacío en el sistema, si el nivel de vacío tiende a caer el regulador cierra las válvulas y de este abrir y cerrar de válvulas, se tiene el vacío uniforme para un buen ordeño.

Debemos recordar que además hay ingreso de aire normal, por las unidades de ordeño y los pulsadores, durante el ordeño, de manera que esa es la razón por la cual la bomba trabaja permanentemente. Las variaciones en el nivel de vacío son perjudiciales para la glándula mamaria, así si el vacío es excesivo, entonces tiene repercusión en la glándula mamaria, pues ejerce una mayor presión a nivel de los pezones, y aquí puede causar desde una simple congestión, hasta edema, esto si sucediera por tiempos relativamente cortos, probablemente no tendría mayor repercusión en la salud de la ubre, pero esto va a ocurrir dos veces por día, 30 veces al mes y el tiempo que se demore en ser detectado y corregido.

Por otro lado la fluctuación de vacío en una garra o unidad, probablemente no sea causante potencia o real de mastitis es la vaca que sufre esta alteración, sino en otra vaca, ya que se crea presión positiva, lo que facilita el reflujo de leche al interior de la glándula mamaria.

De otro lado, si el vacío es insuficiente, las pezoneras tienden a no prenderse bien, generando los típicos ruidos de una máquina con bajo nivel de vacío, que aspira aire, esto genera subordeño, y genera cambio en las presiones a nivel de pezoneras, permitiendo que haya reflujo de leche desde pezoneras hacia la glándula mamaria, y esto es un alto factor de riesgo para la salud de la glándula mamaria.

Algo que está fuera de los programas de evaluación de máquinas de ordeño, es lo relacionado a las pezoneras, bien se sabe que deben ser usados entre 2,500 a 4,000 ordeños. Resulta que cuando visito un establo y revisé la maquina de ordeño, lo primero que hago es pasar el dedo medio por el interior de las pezoneras, y es francamente sorprendente encontrar pezoneras ásperas que parecen lija, a estas alturas estos artefactos que debieran ser cambiados, causan mucho daño en la glándula mamaria, generando mastitis.



En cuanto a los procedimientos de evaluación de una máquina de ordeño, en la siguiente sección se incluye la traducción del manual de evaluación del Concejo Nacional de la Mastitis (National Mastitis Council = NMC), realizada y revisada por el que suscribe y que a su vez ha sido presentado como documento de trabajo de la NMC, para países de habla hispana, en la reunión anual del 2002 en Orlando, Fl. USA, que además unifica los criterios de evaluación en sistemas de ordeño mecánico, en la idea de que no se atomicen los criterios de evaluación.

Procedimientos para la evaluación de niveles de vacío y flujo de aire en sistemas de ordeño National Mastitis Council (NMC) - Machine Milking Committee

## INTRODUCCIÓN

Este documento presenta métodos para la evaluación de niveles de vacío y flujo de aire en sistemas de ordeño. Este documento no presenta una evaluación completa del proceso de ordeño. Por ejemplo, no se ocupa de la eva-

luación de los operarios y sus procedimientos de ordeño, que son críticos para el éxito del ordeño. El principal objetivo de los procedimientos presentados, es asegurar que el sistema de vacío de la línea de leche sea mantenido cerca del nivel pre-establecido durante todo el ordeño. Por favor tenga presente que el NMC no es una organización encargada de establecer estándares. Los procedimientos presentados aquí son guías basadas en los estándares para la instalación y rendimiento (ASAE S518) y técnicas de medición (ASAE EP445) desarrollados por la Sociedad Americana de Ingenieros Agrícolas (ASAE).

El orden en que se lleven a cabo las diferentes pruebas no es crítico; sin embargo, el orden de las pruebas que aquí se presenta ha sido diseñado para minimizar la duplicación de mediciones y maximizar la eficiencia del proceso de evaluación. Las pruebas durante el ordeño son el procedimiento más directo para determinar la adecuada producción y regulación de cualquier sistema de ordeño bajo sus condiciones de uso, y se presentan primero en este documento. El apropiado funcionamiento del pulsador también es crítico para el éxito del proceso de ordeño, y se presentan en segundo lugar. Se pueden usar pruebas más detalladas para diagnosticar la causa de fallas en cualquiera de estas pruebas. Estas pruebas diagnósticas detalladas se presentan en tercer lugar.

Debe llevarse a cabo una evaluación completa para cada sistema nuevo, o cada vez que se hagan modificaciones a la máquina de ordeño, o cuando las pruebas durante el ordeño indican que podría haber un problema con la máquina de ordeño. Después que se haya llevado a cabo una evaluación completa y se han registrado datos específicos de rendimiento, se pueden llevar a cabo controles puntuales de aspectos tales como reserva efectiva, que se comparan con estos valores de referencia como indicación de un cambio en la condición de la máquina de ordeño.

Es importante comprender que existen muchas razones que sugieren cambios en un sistema de ordeño, como:

- ◆ Mejorar el rendimiento del ordeño (velocidad / ordeño completo).
- ◆ Mejorar el control de mastitis y la calidad de la leche.
- ◆ Reducir el consumo de energía.
- ◆ Reducir el desgaste de piezas en la bomba de vacío.
- ◆ Mejorar el rendimiento del lavado.
- ◆ Razones estéticas o de presentación.

Cuando se ha completado la evaluación de la máquina de ordeño, se debe hacer una lista de las recomendaciones según orden de prioridad de acuerdo al más probable costo-beneficio para el cliente, de la siguiente manera:

- ◆ Prioridad 1 – Cambios urgentes e importantes
- ◆ Prioridad 2 – Mejoras importantes pero no urgentes
- ◆ Prioridad 3 – Otras mejoras

## UNIDADES DE MEDICIÓN

Casi todos los países del mundo han adoptado el sistema métrico de medición. En este documento se usan tanto el sistema métrico como el sistema inglés, en beneficio de los usuarios de los Estados Unidos.

La conversión para medidas de presión (o de vacío) y la tasa de flujo es la siguiente:

Presión de 1 pulgada de mercurio (“Hg.) = 3.38 kilopascales (kPa) de presión

1 kPa de presión = presión de 0.296”Hg.

Flujo de 1 pie cúbico de aire por minuto (CFM) = Flujo de 28.3 litros / minuto (LPM)

1000 litros / minuto (LPM) = 35.3 CFM de flujo de aire

(La tasa de flujo de aire se mide según su volumen equivalente por minuto, LPM o CFM, a presión atmosférica, también conocida como ASME o aire libre)

## PRUEBA DE ORDEÑO

El registro preciso de los niveles de vacío y de las fluctuaciones del vacío en diferentes puntos durante el ordeño, ofrece el mejor medio para demostrar la apropiada producción de vacío y la función de regulación de cualquier sistema de ordeño. La ASAE especifica que los criterios de rendimiento para la estabilidad del vacío en una máquina de ordeño es que la caída del vacío en o cerca del envase receptor no debe exceder de 2 kPa (0.6”Hg.) durante el ordeño normal, incluyendo la colocación y el retiro de las copas o pezoneras, desajuste de pezoneras y caída de garras.

Además, el vacío en la línea de leche no debe caer más de 2 kPa (0.6”Hg.) por debajo del nivel de vacío del envase receptor, por lo menos durante 95% del período normal de ordeño. Se reconoce que golpes en la línea de leche y la consiguiente caída de vacío, son prácticamente inevitables durante la caída de una unidad de ordeño, lo que no debe considerarse como evidencia de un inadecuado diseño del sistema. La caída de una unidad de ordeño debe constituir un evento poco frecuente (menos de 5% del período normal de ordeño) si la máquina de ordeño ha sido diseñada y es usada de manera apropiada.

Los sitios más apropiados para las pruebas durante el ordeño son las líneas de leche, en o cerca del envase receptor (si fuese necesario) y en la garra. Debe registrarse el vacío en estos sitios cuando el sistema está en condi-

ciones de flujo completo de leche y aire; es decir cuando las copas (pezoneras) están siendo colocadas, cuando todas las copas (pezoneras) están colocadas y luego cuando las copas (pezoneras) son retiradas. Debe usarse un sistema de registro de vacío capaz de medir por lo menos 90% de la verdadera variación de las fluctuaciones de vacío.

- a) Vacío en la línea de leche: Haga la conexión apropiada a la línea de leche y registre el vacío de la línea de leche durante 3 “turnos” de una sala de ordeño, o durante 15 minutos en equipos de ordeño instalados en un establo de sujeción o amarre. Asegúrese que los registros sean hechos mientras todo el equipo normalmente en uso durante el ordeño esté operando. Si la caída de vacío en la línea de leche (promedio – mínimo; o máximo – promedio) no excede de 2 kPa (0.6” Hg), se considera que la estabilidad del vacío en la línea de leche cumple con los estándares internacionales.
- b) Vacío en el envase receptor: Si el sistema pasa la prueba 1.a, entonces no es necesario registrar la estabilidad del vacío en el envase receptor. Sólo será necesario hacer mediciones en el envase receptor si las fluctuaciones de vacío exceden de 2 kPa (0.6”Hg) en la línea de leche, a fin de determinar si son causadas por una línea de leche floja o por una inadecuada producción o regulación del vacío. Conecte al envase receptor un registrador apropiado de vacío (véase Apéndice B) y registre el vacío del envase receptor durante 3 turnos de ordeño, o durante 15 minutos si se trata de un equipo en establo de sujeción o amarre, y con línea de leche que recorre todo el establo. De preferencia registre simultáneamente el vacío de la línea de leche y del envase receptor mediante un registrador de 2 vías.
- c) Vacío promedio en la garra: Conecte a la garra un registrador apropiado de vacío utilizando alguno de los siguientes métodos:
- ◆ Conecte un dispositivo T apropiado para la prueba entre la manguera de la leche y el tubo de salida de leche de la garra.
  - ◆ Inserte una aguja Nº 12 o 14 a través del tubo delgado de la pezonera. La aguja debe ser por lo menos de 2.5 pulgadas de largo a fin de asegurar la apropiada ubicación de la aguja a través del niple de la garra y hacia la parte alta de la cámara de la garra. El extremo de la aguja debe situarse fuera del chorro de la leche.
  - ◆ Use una garra preparada con un puerto de ensayo que esté localizado fuera del chorro de la leche. Este también es un momento conveniente para chequear los pulsadores bajo carga completa de leche, a fin de comparar el registro de vacío del pulsador con los resultados de la prueba estática. Las longitudes de cada fase (A, B, C y D) van a ser diferentes si se miden durante el ordeño, o si se miden durante pruebas en seco, pero la frecuencia y las relaciones deben ser comparables. Un vacío de garra entre 32 y 42 kPa (10” a 12.5”) durante el período de pico de flujo es generalmente considerado un buen compromiso para ordeñar a las vacas, en forma cuidadosa, rápida y completa. Este vacío de ordeño se logra usualmente ajustando el regulador de vacío como sigue:
 

○ Línea alta (no automática)	46-50 kPa (13.5-15”Hg)
○ L. medias o con jarrones centrales de medición	45-49 kPa (13-14.5”Hg)
○ Línea baja (directa a línea de leche)	40-46 kPa (12-13.5 ”Hg)

Sin embargo, el tipo de unidad de ordeño y el equipo auxiliar que se use, afectarán la diferencia entre el vacío del regulador y el vacío promedio de la garra. El vacío del regulador debe ser ajustado para cada sistema a fin de obtener el vacío de ordeño deseado en la garra. La diferencia entre el vacío de la línea de leche y el vacío promedio de la garra puede ser reducida ya sea disminuyendo la elevación de la leche, usando tubos de leche más cortos o de mayor diámetro, o reduciendo la caída de vacío por medio de accesorios o de equipo auxiliar.

**Fluctuación de vacío:** Las fluctuaciones de vacío en la garra pueden no ser una medición exacta de las fluctuaciones de vacío en la punta del pezón, sobre todo en el caso de unidades de ordeño con tubos cortos de diámetro reducido, o de vacas con flujo de alta velocidad. Si los tubos de leche son cortos, para medir las fluctuaciones de vacío se requiere de un equipo de evaluación especial y de una cuidadosa técnica de medición.

Las fluctuaciones de vacío en la garra pueden ser medidas usando la aguja o los puntos de conexión de los puertos de prueba indicados arriba. La fluctuación de vacío es la diferencia entre el vacío máximo y el mínimo en la garra durante un ciclo de pulsación. Esta debe ser registrada durante el período pico de flujo de ordeño en una muestra representativa de vacas. Una fluctuación promedio de menos de 10 kPa (3” Hg) en la garra es considerada deseable; sin embargo, los actuales estándares nacionales e internacionales (ASAE S518, ISO 5707) no especifican un límite permisible. Fluctuaciones más altas de ciclos de vacío podrían sugerir válvulas de aire ocluidas, un ritmo de flujo excesivo a través de las válvulas, o pérdidas de aire en la garra o los tubos de leche.

## PRUEBA EN SECO DE PULSADORES

Efectúe estas pruebas con las unidades de ordeño conectadas a la línea de leche, con los pulsadores funcionando y las copas (pezoneras) cerradas con tapones. El objetivo de estas pruebas es determinar si el sistema de pulsación y todos los pulsadores están operando de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Desconecte el tubo corto del pulsador del niple de la cámara de pulsación de una copa (para sistemas con pulsación simultánea), o de dos copas por unidad de ordeño (para sistemas de pulsación alterna). Drene cualquier líquido de las cámaras de pulsación y acople un dispositivo en T apropiado entre el niple y el tubo corto de pulsación. Conecte el dispositivo en T a un registrador apropiado de vacío y registre por lo menos 5 ciclos de pulsación por cada unidad de ordeño.

Las especificaciones ASAE S518 para pulsación son:

Tasa de pulsación. Debe poderse repetir día a día sin desviarse más de +/- 3 ciclos por minuto de una unidad a otra.

Relaciones de pulsación. No debe variar en más de 5% de las especificaciones del fabricante, o entre un pulsador y otro.

Fase B. Debe constituir por lo menos el 30% del ciclo de pulsación.

Fase D. (Fase cerrada) del ciclo de pulsación. No debe ser menor al 15% ni menos de 150 milisegundos, aunque recientes investigaciones señalan más de 200 milisegundos, como deseable.

Remítase al fabricante para especificaciones más detalladas de diferentes tipos de pulsadores. Si las características de cualquier pulsador no se ajustan a las especificaciones del fabricante, se recomienda que un representante de éste haga otros chequeos.

## CHEQUEO DEL VOLTAJE PARA PULSADORES ELECTRÓNICOS

Si cualquier clase de pulsador no está funcionando correctamente, puede ser útil medir el voltaje que alimenta a los pulsadores. Puede tratarse de voltaje AC o DC, debiendo usarse el medidor apropiado. Mida el voltaje en la caja de control de pulsación, en el último pulsador de la sala, en un pulsador intermedio y en cualquier pulsador que no esté funcionando correctamente. Compare estos voltajes con las recomendaciones del fabricante. Voltajes bajos pueden ser causados por alambres de menor calibre o por conexiones defectuosas.

## PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO

Si en el sistema de ordeño fallasen las pruebas de estabilidad de vacío en la línea de leche durante el ordeño, se pueden llevar a cabo las siguientes pruebas de diagnóstico para establecer la causa de la falla. La bomba de vacío debe estar operando por lo menos durante 10 minutos antes de llevar a cabo la siguiente serie de mediciones de flujo de aire.

### PRUEBAS DE DIFERENCIAS EN EL SISTEMA DE VACÍO Y CAÍDA DE UNIDADES DE ORDEÑO

Ejecute estas pruebas en seco con todas las unidades de ordeño operando, las copas con tapones puestos y el regulador conectado y operativo (como durante el ordeño). Haga todas las mediciones de vacío en áreas de aire quieto, a fin de minimizar errores de medición.

Mida el vacío operativo en la unidad de recepción, en el sensor de vacío del dispositivo de regulación de vacío, en la línea de aire del pulsador más alejado de la fuente de vacío y a la entrada de la bomba. En los sistemas con jarrones de medición, mida el vacío en la manguera que abastece al primer jarrón, de preferencia en el lado de la sala opuesto al punto de conexión del medidor de flujo de aire.

Abra una unidad de ordeño y cuélguela boca abajo para simular una caída de unidad y repita las mediciones de vacío en el receptor y en el sensor de regulación. No abra una unidad de ordeño en la misma pendiente de línea de leche en que se está midiendo el vacío de trabajo. Para sistemas con 2 receptores, abra una unidad de ordeño para un receptor y registre los resultados. Cierre esta unidad y abra una unidad para el otro receptor y registre los resultados.

Para sistemas con más de 32 unidades, abra 2 unidades y repita las mediciones en el receptor y el sensor de regulación. Si una sala de ordeño tiene menos de 32 unidades y se anticipa que el sistema va a ser manejado por más de 2 operarios, se puede examinar con dos unidades abiertas. Use la misma estrategia que la indicada en el acápite 1.b, a fin de minimizar los errores de medición debidos a flujo de aire de alta velocidad, y en sistemas con 2 receptores examine ambos receptores.

### Interpretación

La diferencia en el nivel de vacío entre la entrada de la bomba y el receptor en el paso 1.a no debería exceder de 2 kPa (0.6" Hg). El vacío promedio en el extremo distal de la línea de aire de los pulsadores no debería diferir en más de 2 kPa (0.6" Hg) del vacío en el receptor. Diferencias mayores resultan en un menor flujo de aire en el receptor, y podrían ser debidas a caídas de presión causadas por líneas de poco diámetro o líneas limitadas, exceso de uniones T o de codos, o por flujos de aire elevados y no justificados.

Se considera deseable una diferencia de 0.7 kPa (0.2" Hg) o menos entre el receptor y en el regulador de vacío, en los pasos 1.a, 1.b y 1.c. Diferencias mayores resultan en una reducción en la sensibilidad de la regulación, y

suelen ser consecuencia de una ubicación inapropiada del regulador, o a exceso de restricciones en las tuberías y accesorios entre el receptor y el regulador.

Todos los sistemas deberían tener suficiente reserva de flujo de aire a fin de enfrentar cuando menos la caída de una unidad de ordeño. El vacío a la altura del receptor no debe caer en más de 2 kPa (0.6" Hg) estando una unidad abierta (Vacío del receptor 1.a – 1.b)

Es deseable que los sistemas con más de 32 unidades, o que los sistemas de salas de ordeño diseñados para acomodar más de 2 operarios, tengan suficiente reserva de flujo de aire para enfrentar a la caída de dos unidades de ordeño. En estos sistemas, el vacío en el receptor no debería caer en más de 2kPa (0.6" Hg) teniendo dos unidades abiertas (Vacío del Receptor 1.a – 1.c).

## RESERVA EFECTIVA, RESERVA MANUAL Y REGULACIÓN EFICIENTE

### Reserva Efectiva

Esta prueba cuantifica la capacidad de la reserva disponible de flujo de aire, para hacer frente a una admisión no planeada de aire a través de las copas (pezoneras) cuando se colocan o se retiran las unidades de ordeño, cuando las copas (pezoneras) se desajustan o se caen, o cuando las 4 copas se desprenden durante el ordeño. La prueba debe hacerse con el sistema de regulación operando, las unidades de ordeño con tapones, las llaves de cierre de vacío abiertas y los pulsadores operando (como cuando se ordeña). En los sistemas de tubería, conecte un medidor de flujo de aire (AFM) en o cerca del receptor; en los sistemas de jarrones de medición, la conexión se hace a la línea de suministro de vacío.

Abra gradualmente la llave de admisión hasta que el vacío del receptor se encuentre 2 kPa (0.6" Hg) por debajo del vacío de trabajo (que es la máxima caída permisible de vacío especificada por ASAE) y registre la lectura del AFM como la RESERVA EFECTIVA.

Para sistemas con 2 receptores, la RESERVA EFECTIVA debe medirse con 2 AFM, uno en cada receptor, cada uno de los cuales debe admitir aproximadamente el 50% del flujo total de aire.

RESERVA EFECTIVA \_\_\_\_\_ LPM (CFM)

### **Notas:**

El criterio primario de rendimiento para estabilidad de vacío (el vacío en el receptor no debe caer más de 2 kPa (0.6" Hg) durante el ordeño normal, usualmente se logra si el sistema pasa las pruebas de caída en la sección 1. Una guía secundaria es que la mayoría de los sistemas de ordeño alcanzan este estándar de rendimiento con una reserva efectiva de 1000 LPM (35 CFM) más 30 LPM (1 CFM) por cada unidad de ordeño.

La asignación base de 1000 LPM (35 CFM) ha sido considerada para sistemas cuyas unidades de ordeño admiten de 30 a 40 CFM durante la caída de una unidad. Esta asignación podría ser aumentada para unidades de ordeño con una mayor admisión de aire durante una caída. Pero podría ser reducida cuando se usa unidades con válvulas de cierre automático. Podría ser necesario aumentar la reserva efectiva, a fin de permitir una admisión adicional de aire debida a otros componentes. Ejemplos de otros componentes son equipos de backflush que operan con vacío, o cilindros que operan con vacío.

El procedimiento para medir la reserva efectiva no se modifica para sistemas con controladores ajustables de velocidad incorporados a la bomba de vacío. Algunos controladores ajustables de velocidad, pueden permitir que la velocidad de la bomba exceda la carga total de velocidad (frecuencia por encima de 60 Hz). Cuando realice esta prueba, asegúrese que no esté permitido que estos sistemas trabajen a velocidad máxima durante largos períodos de tiempo.

### Reserva Manual

En sistemas con reguladores convencionales mida la reserva manual en los mismos puntos y bajo las mismas condiciones como para la reserva efectiva (unidades de ordeño con tapones puestos, llaves de vacío abiertas y pulsadores operando), pero con el sistema de regulación inhabilitado (véase detalles en Apéndice E). Los sistemas con controladores ajustables de velocidad incorporados a la bomba de vacío, tendrán los mismos valores para reserva manual y reserva efectiva, de modo que no hace falta medir la reserva manual. Como precaución de seguridad, abra completamente el medidor de flujo de aire (AFM) antes de inhabilitar el regulador. Mida el flujo de aire al mismo vacío de la reserva efectiva: es decir, 2 kPa (0.6" Hg) por debajo del vacío de trabajo del receptor.

RESERVA MANUAL \_\_\_\_\_ LPM (CFM)

### Eficiencia de Regulación

La eficiencia de regulación se calcula dividiendo la reserva efectiva (ER) entre la reserva manual (MR). Los estándares ASAE e ISO señalan que la eficiencia de regulación debe ser de 90% o más.

EFICIENCIA DE LA REGULACION = (ER / MR) x 100 = \_\_\_\_\_

## Causas de Baja Eficiencia de Regulación

Si la EFICIENCIA DE REGULACIÓN es menos de 90%, o si los sistemas con mando de ajuste de velocidad no están trabajando adecuadamente, proceda con la siguiente prueba para determinar la causa.

El punto sensitivo del regulador debe estar lo más cerca posible de la trampa sanitaria o en una tubería de diámetro suficiente si tuviese una ubicación remota.

En los sistemas con jarrones de medición el regulador debe ser instalado en la línea de aire que abastece de vacío de ordeño a la parte alta del jarrón.

Si el sistema está bien instalado, el regulador debe detectar una caída de vacío de por lo menos 1.3 kPa (0.4" Hg) cuando la caída de vacío en el receptor es de 2 kPa (0.6" Hg).

Esto se aplica a sistemas que posean, ya sea reguladores convencionales, o controladores ajustables de velocidad en la bomba de vacío.

Si el sistema no pasa esta prueba, algunas de las posibles causas son:

El sistema posee una bomba de capacidad excesiva la tubería entre el receptor y el regulador no es adecuada para la capacidad de la bomba, o el regulador de vacío está ubicado demasiado lejos de la trampa sanitaria Si el vacío cerca del regulador cambia en 1.3 kPa (0.4" Hg) o más, entonces la baja eficiencia en la regulación del vacío puede deberse a:

Un regulador que no responde debido a que está sucio con basura o polvo, o porque está roto, o no funciona, o porque es de un diseño obsoleto.

- ◆ Un regulador que no empareja con el tamaño de la bomba de vacío,
- ◆ Controlador ajustable de velocidad no instalado apropiadamente, o un sensor de vacío defectuoso o sucio,
- ◆ Insuficiente "lubricación por aire" de reguladores de marca Sentinel.

## Aire empleado por los Componentes del Sistema

La siguiente serie de pruebas están diseñadas para medir el aire usado por diversos componentes del sistema. Los reguladores deben ser inhabilitados y/o los controladores ajustables de velocidad deben ser fijados a una velocidad constante (60 Hz) para todas las pruebas de uso de aire en las partes 3 y 4. Los sistemas con controladores ajustables de velocidad, podrían estar también equipados con un regulador convencional de vacío adicional, que debe ser desactivado durante estas pruebas.

Comience la serie de pruebas con las unidades de ordeño con tapones y operando. Ajuste el medidor de flujo de aire (AFM) en el receptor, de tal manera que el vacío del receptor esté en su nivel operativo de vacío (desde el paso 1.a)

- a) Registre el flujo de aire admitido en el receptor (o a la línea de abastecimiento de vacío) bajo estas condiciones.

Lectura del AFM con todos los componentes \_\_\_\_\_ LPM (CFM)

- b) Desconecte o cierre los pulsadores y reajuste el AFM de tal manera que el receptor retorne al nivel operativo de vacío, y registre la nueva lectura del flujo de aire

Lectura del AFM sin pulsadores \_\_\_\_\_ LPM (CFM)

La diferencia en las lecturas del AFM entre los pasos 3.b y 3.a, es el aire usado por el sistema de pulsación.

Aire empleado por el sistema de pulsación (3b - 3a) \_\_\_\_\_ LPM (CFM)

Compare este valor con las especificaciones del fabricante para el tipo de pulsadores usados. Valores típicos van de 20 a 40 LPM (0.75 a 1.5 CFM) por pulsador.

- c) Desconecte o aisle el conjunto de pezoneras de ordeño de la línea de leche o jarrones de medición. Reajuste el AFM de tal manera que el receptor retorne a su nivel operativo de vacío, y registre la nueva lectura de flujo de aire.

Lectura del AFM sin unidades \_\_\_\_\_ LPM (CFM)

La diferencia en las lecturas del AFM entre los pasos 3.c y 3.b, es el aire usado por las pezoneras de ordeño (en garra).

Aire usado por las garras de ordeño (3c - 3b) \_\_\_\_\_ LPM (CFM)

Compare este valor con las especificaciones del fabricante para el tipo de pezoneras (en garra) en prueba. Valores típicos van de 10 a 15 LPM (0.3 a 0.5 CFM) por unidad.

- d) Retire el regulador previamente inhabilitado y tape la conexión. Reajuste el AFM de tal manera que el receptor retorne al nivel operativo de vacío y registre la nueva lectura del flujo de aire.

Lectura del AFM sin regulador \_\_\_\_\_ LPM (CFM)

La diferencia en las lecturas del AFM entre los pasos 3.d y 3.c, es el aire utilizado para operar el regulador.

Aire usado por el regulador (3d - 3c) \_\_\_\_\_ LPM (CFM)

- e) Desactive el equipo auxiliar, p.e. medidores de leche. Reajuste el AFM de tal manera que el receptor regrese al nivel operativo de vacío, y registre la nueva lectura del flujo de aire.

Lectura del AFM sin equipo auxiliar \_\_\_\_\_ LPM (CFM)



La diferencia en las lecturas del AFM entre los pasos 3d y 3e es el aire utilizado para operar equipos auxiliares.

Aire usado por el equipo auxiliar (3e - 3d) \_\_\_\_\_ LPM (CFM)

Compare el valor medido con las especificaciones del fabricante.

f) Manteniendo el AFM abierto con el mismo flujo de aire y en la misma posición que al final del paso 3.e, lleve la aguja de medición de vacío hacia la entrada de la bomba y mida el vacío a la entrada de la bomba.

Vacío a la entrada de la bomba (PIV) \_\_\_\_\_ kPa (Hg)

### CAPACIDAD DE LA BOMBA

La capacidad de bomba de vacío se mide en la bomba, con el sistema desconectado. Antes de arrancar la bomba y conectar el AFM al sistema, determine o estime el valor de la capacidad de la bomba y abra el AFM con dicho valor.

a) Coloque un medidor de flujo de aire lo más cerca de la entrada de la bomba y mida el flujo de aire al nivel recomendado por el fabricante (comúnmente 50 kPa o 15" Hg), y compare esta capacidad de flujo de aire con la tabla de valores del fabricante.

	Bomba 1	Bomba 2	Bomba 3
Capacidad bomba	_____ LPM (CFM)	_____ LPM (CFM)	_____ LPM (CFM)

Valor fabricante	_____ LPM (CFM)	_____ LPM (CFM)	_____ LPM (CFM)
------------------	-----------------	-----------------	-----------------

b) Adapte el medidor de flujo de aire a la entrada de vacío de la bomba (desde paso 3.f), a fin de medir el flujo de aire en la bomba

Flujo aire en bomba	__ LPM (CFM)	__ LPM (CFM)	_____ LPM (CFM)
---------------------	--------------	--------------	-----------------

Fugas en el Sistema

Las fugas de aire en el sistema pueden ser estimadas de la diferencia en las mediciones de flujo de aire en los pasos 4.b y 3.e. Las fugas del sistema también pueden ser estimadas de la diferencia entre la capacidad de la bomba (4.b, válvula de compuerta cerrada) y la medición del flujo de aire tomada a la entrada de la bomba y el vacío a la entrada de la bomba, con todos los componentes inactivados y el sistema de tuberías conectado (válvula de compuerta abierta). Las fugas del sistema deben ser menores al 10% de la capacidad de la bomba bajo condiciones de trabajo.

Lectura de AFM determinada in paso 4.b \_\_\_\_\_ LPM (CFM)

Lectura AFM 3e (o como en 4b pero con válvula de compuerta abierta) \_\_\_\_\_ LPM (CFM)

Fuga del sistema (4b - 3e) \_\_\_\_\_ LPM (CFM)

Rechequeo del Vacío del Receptor y Reserva Efectiva

Vuelva a reconectar y reactivar todos los componentes del sistema. A modo de chequeo de seguridad, para garantizar que los componentes del sistema se encuentran reactivados, reconectados correctamente y operando apropiadamente, vuelva a revisar el vacío del receptor y la reserva efectiva.

Volver a: [Instalaciones de los tambos](#)