

## **Relación entre Equipos de Ordeño y Calidad de Leche**

**M. V. Darío Arango Castilla**  
ALFA LAVAL AGRI LTDA. - Product Manager.  
Medicina de la Producción  
Philpot Institute, Winsconsin University,  
Colorado State University

**ABSTRACT**

The milk quality production at the farm level is the union of a big amount of little details that fortunately can be grouped in a way that the instructions can be simple to follow up. The first and most important issue is that the dairy-men became concieious that there is nothing that the industry can do to correct the problems of quality generated in the farm.

It is important that all the process of milk quality production in the farm have a lider and a responsible in which way that the process can be checked in a regular way according to the next groups of work:

- Milking Routines.
- Cleaning Routines of Milking Equipments, Milk cooler Tanks and other devices used at the farm.
- Evaluation and correct maintenance of the milking equipments and milk cooler tanks.
- Milk Quality production practices.
- Mastitis prevention practices.

The union between the correct application of the mentioned lately to assure the good quality of the milk produced is who is able to become us competitive at national and international level and let us to continue selling our product.

**RESUMEN**

La Producción de Leche de Calidad a nivel de finca es la unión de una gran cantidad de pequeños detalles que afortunadamente pueden ser agrupados de tal forma que las instrucciones sean simples de seguir por parte de los participantes en el proceso. Lo primero y más importante es que los ganaderos sean conscientes de que no existe nada que la industria pueda hacer para corregir los problemas de calidad generados en la finca.

Es importante que todos los procesos de producción de leche de calidad en la finca tengan un líder y un responsable de tal forma que puedan ser revisados de manera cotidiana de acuerdo con los siguientes grupos de trabajo:

- Rutina de ordeño.
- Rutina de lavado de equipos de ordeño, Tanques de enfriamiento de leche y demás implementos utilizados en la finca.
- Evaluación y correcto mantenimiento de equipos de ordeño mecánico y tanques de enfriamiento de leche.
- Prácticas de producción de leche de calidad.
- Prácticas de prevención de mastitis.

La correcta aplicación de lo mencionado asegura leche de buena calidad, capaz de hacernos competitivos a nivel nacional e internacional y nos permite sostener la venta de nuestros productos.

## *Relación entre Equipos de Ordeno y Calidad de Leche*



### ***1. RELACIÓN ENTRE EQUIPOS DE ORDENO Y CALIDAD DE LECHE***

#### ***1. Contaminación***

Cambio en el número de bacterias en el pezón o en el orificio del pezón: aquí el elemento a analizar es la relación de la frecuencia de infección y el nivel de exposición de bacterias debido a malas técnicas de higiene como el post-sellado. El nivel de infección del hato es de gran trascendencia ya que es mayor el riesgo de contaminación de cuartos sanos por otros cuartos infectados dentro de la misma ubre que de otra ubre, cuando tenemos mayor incidencia de lesiones en los pezones. Por ende, el reto es tener el menor

La producción de leche de calidad a nivel de finca es la unión de una gran cantidad de pequeños detalles, agrupados de tal forma, que las instrucciones sean simples de seguir por parte de los participantes en el proceso.

Lo primero y más importante es que los ganaderos sean conscientes de que no existe nada que la industria pueda hacer para corregir los problemas de calidad generados en la finca.

número de bacterias posibles en la región alrededor del orificio del pezón.

La mayoría de los patógenos se transfieren de vaca a vaca o de pezón a pezón, durante el tiempo de ordeño, y por supuesto a través del equipo de ordeño, más aún, a través de la pezonera. Phillips, demostró que bacterias colocadas en la pezonera al momento del ordeño de una vaca persistieron en estas pezoneras en las siguientes 6 vacas. Estos tipos de infecciones son muy pobremente controladas por el post sellado.

En el caso de que se cambie la orientación de la pezonera durante el ordeño o si existen oscilaciones cíclicas del vacío puede hallarse una contaminación cruzada debido a que leche y aire contaminados se mueven de una pezonera a la otra dentro de una misma unidad de ordeño.

## 2. Condición del Pezón

Dodd concluyó que el rol de los equipos de ordeño en la mastitis es complejo pero la principal vía en la cual influye es el conducto y piel del pezón. Cuando el nivel de exposición es mayor el balance entre bacterias inocuas y bacterias patógenas se inclina hacia las patógenas, haciendo que la capacidad de defensa propia del canal del pezón se agote y sea entonces más fácil la colonización de dichas bacterias.

La máquina de ordeño puede afectar la condición del pezón, y por ende, la rata de nuevas infecciones por dos principales vías: cambio en la integridad del canal del pezón (como cambios en la keratina, anomalías en la punta del pezón) y variación en el tejido del pezón (como congestión, edema e hiperplasia epitelial).

La keratina, en principio, es una barrera física a la infección y actúa también como una válvula de una sola vía. El tipo de pulsación aplicado durante el ordeño puede afectar la cantidad y la condición de la keratina.

Lesiones frecuentes en el pezón son hemorragias petequiales, seguramente causadas por fallas en la pulsación en el momento del masaje cuando el pezón debe estar a presión atmosférica. También podemos ver hiperkeratosis como resultado de

altas cargas de compresión aplicadas directamente por la pezonera (pezoneras muy duras o mal montadas) o por presión, inusualmente alta, aplicada a través de la pared de la pezonera colapsada (por muy alto vacío de ordeño) o por sobre-ordeño.

Cambios en el tejido del pezón como edema, son inevitables como consecuencia del sistema de ordeño, pero se agrava por una mala pulsación, afectando no sólo la piel del pezón sino también el tejido interno de la cisterna del pezón.

La magnitud del daño está dada por la magnitud y duración del stress ejercido por el vacío del sistema de ordeño.

El sobre-ordeño como tal es inevitable debido a que los cuartos se desocupan a velocidades diferentes, no se le puede atribuir el ser causante directo de mastitis ya que es mayor la incidencia de mastitis en cuartos traseros que en los delanteros, siendo estos últimos más sobre-ordeñados. Sin embargo, el sobre-ordeño persistente incrementa la incidencia de anomalías del orificio del pezón y pueden causar daño en la integridad de la cisterna del pezón, lo cual sí podría ser causal de mastitis.

**Cambios en el tejido del pezón como edema, son inevitables como consecuencia del sistema de ordeño, pero se puede agravar por una mala pulsación, afectando no sólo la piel del pezón sino también el tejido interno de la cisterna del pezón. La magnitud del daño está dada por la magnitud y duración del stress ejercido por el vacío del sistema de ordeño.**

### **3. Penetración Bacterial del Canal del Pezón**

Ordeñar con equipos en una combinación de oscilaciones de vacío frecuentes e irregulares, puede propeler patógenos desde fuera del pezón, al o a través del conducto del pezón, esto casi siempre relacionado con deslizamiento de pezoneras, dando como mecanismo de infección el "impacto" causado por gotas o tragos de leche contra el orificio del pezón forzándolos a penetrar a través del mismo.

El origen de este tipo de problemas y otras consideraciones son:

- Los impactos son resultantes de grandes admisiones de aire a través del colector, son provenientes de deslizamiento de pezoneras, abrupta remoción de pezoneras o un muy vigoroso escurrido.
- Estos impactos ocurren por eventos en el mismo colector y no por otros colectores del equipo.
- Los impactos están asociados a nuevas infecciones intramamarias por la contaminación del canal del pezón, por gotas o tragos de leche contaminada que es empujada hacia el orificio del pezón.
- No toda contaminación viene desde el colector, puede proceder de la piel de ese pezón o del orificio.
- El riesgo de infección por esta particular vía es mayor hacia el final del ordeño debido a que el impacto es mucho mayor cuando el flujo de leche es bajo.

El deslizamiento de pezoneras se da cuando el vacío cae en más de 10 kPas o 3" de Hg durante un tiempo de 0.25 segundos o menos.

### **4. Dispersión de Bacterias dentro de la Glándula Mamaria**

Phillips, sugiere que la máquina de ordeño puede incrementar la rata de nuevas infecciones intramamarias y se da en el momento de colapso de la pezonera, ya que aproximadamente 1/3 del flujo de leche hacia el orificio puede devolverse, moviendo hacia atrás leche desde el canal del pezón hacia la cisterna del pezón y desde la cisterna de la ubre hacia la cisterna de la glándula.

### **5. Frecuencia y Grado de Evacuación de la Ubre**

El ordeño tiene un efecto positivo en la reducción de nuevas infecciones y los síntomas clínicos decrecen cuando las vacas son ordeñadas más frecuentemente y más a fondo. Woolford, demostró cómo vacas ordeñadas de manera incompleta incrementaron los conteos de células somáticas.

Cuatro vacas con un cuarto subclínico fueron deliberadamente sub-ordeñadas y los conteos subieron de 250.000 a 900.000 células. Esto podría explicar los repentinos reportes en el conteo de células del tanque sin explicación clara. Cambios en el tipo o tensión de la pezonera, colector u otros componentes del equipo pueden afectar la perfección del ordeño.

## **II. RUTINA DE ORDEÑO**

### **1. Curva de Cooperación de la Vaca**

**La Curva de Cooperación** es la forma como la vaca reacciona internamente para soltar la leche y dejarse ordeñar. En un caso normal es la ternera la que hace este trabajo de estímulo, pero, en nuestras ganaderías la ternera no está presente en el ordeño, y es el ordeñador el encargado de hacerle bajar la leche a la vaca.



Este trabajo lo hace una sustancia interna de la vaca que se llama **Oxitocina**, la cual fuerza la leche a que baje hasta el pezón y de esta manera se saque con las manos o con un equipo de ordeño mecánico. Es como si alguien internamente apretara la ubre para que la leche baje hasta el pezón y por eso el resultado de la Curva de Cooperación de la Vaca se conoce como la **Bajada de la Leche**.

Se llama Curva de Cooperación porque tiene un inicio, una duración y un final. El inicio es un estímulo real sobre la ubre, un masaje suave y casi cariñoso, casi como imitando un ternero. Luego que la curva inició, la Oxitocina tiene efecto de 5 a 7 minutos y cuando pasa el efecto y la Oxitocina deja de actuar, no sale más leche y el excedente queda encerrado hasta que la vaca sea estimulada de nuevo, normalmente hasta el siguiente ordeño, puede ser muy grave si queda mucha leche y ésta está contaminada, porque se puede producir Mastitis. Esta Curva de Cooperación de la Vaca sólo se da si la vaca está tranquila. Si por algún motivo la vaca se pone nerviosa, la leche no bajará, la Oxitocina tiene una hormona enemiga que corta su acción llamada la Adrenalina; por esta razón debemos trabajar bien, sin molestar la vaca y rápido para sacar el mejor provecho de la Oxitocina, promoviendo la bajada de la leche.

## **2. Qué es la Rutina de Ordeño**

La rutina de Ordeño son todas las acciones que debemos realizar para respetar al pie de la letra la Curva de Cooperación de la Vaca, o sea tiempo y procedimientos.

### **2.1 Despunte o Extracción de los Primeros Chorros sobre el Jarro de Fondo Oscuro**

El verdadero objetivo de esta acción es estimular a la vaca, para que se de cuenta de que la vamos a ordeñar y además vamos a hacer algo útil para la salud de la ubre. Se sacan los primeros tres chorros de cada pezón sobre un jarro de fondo oscuro, mirando si hay grumos o taches blancos o amarillos en la leche, los cuales son indicadores de Mastitis Clínica. Lo que esperamos es que no los encontremos y si los hallamos debemos avisar de inmediato al jefe de hato, al veterinario o al dueño para que él diga cómo tratar la vaca.

También es muy importante que la leche de ese jarro de fondo oscuro obtenida de todas las vacas no se mezcle con la leche de vender, ya que está contaminada. Nunca se deben sacar estos chorros sobre la mano ya que ésta puede ser una fuente de diseminación de infecciones.

### **2.2 Lavado de la Ubre**

Se debe hacer con agua limpia y sólo mojando los pezones estos se deben lavar para retirar tierra, estiércol o cualquier otro elemento que pueda contaminar la ubre o la leche. Precauciones: solo lave con agua limpia porque se podría empeorar el problema de Mastitis y de calidad. El exceso de agua dificulta labores posteriores, como secar la ubre.

### 2.3 Presellado

Es una práctica útil cuando no se cuenta con buena calidad de agua. Consiste en aplicar de la misma forma que el sellador este mismo producto, luego del despunte y dejándolo trabajar por lo menos 30 segundos y luego secarlo con una toalla de papel desechable. La clave es aplicarlo, esperar y luego secarlo. Esta práctica no quiere decir que no se haga sellado de pezones luego del ordeño. Se ha comprobado su gran eficacia en el mejoramiento de los problemas de calidad de leche y presentación de casos de mastitis.

### 2.4 Secado de la Ubre

Se debe secar la ubre con un papel absorbente o periódico. Debe evitarse secar las ubre con trapos o toallas sucias y que se compartan entre una vaca y otra, ya que pueden pasarse infecciones de una vaca a la otra o de un pezón a otro. Si no podemos secar la ubre es mejor no lavarla y solo retirar con los dedos los excedentes de tierra o estiércol. (Consulte más adelante acerca de la medida de presellado).

### 2.5 Postura de la Unidad de Ordeño

El momento ideal para colocar la unidad de ordeño es cuando ya ha transcurrido 1 1/2 a 2 minutos desde el despunte. Si la vaca está bien estimulada se podrá ver los pezones templados e inclusive gotas o chorros de leche. La unidad de ordeño se debe colocar teniéndola con la mano más cercana a la cabeza de la vaca, accionando la válvula de vacío y doblando las mangueras de pezonera y tubo corto para que no se haga ruido al colocarlas. Las mangueras de leche y doble pulsación se deben orientar hacia adelante para evitar que la vaca se quite la unidad al patear. Si

la vaca está bien estimulada se verá fluir leche inmediatamente, luego de colocar la unidad.

### 2.6 Dejar Ordeñar la Vaca

Luego de colocada la unidad de ordeño, cuando la leche empieza a fluir, debe dejarse que ésta haga su trabajo sola, no es conveniente que el operario trate de ayudar al ordeño haciendo presión en los pezones o en los cuartos. El mejor ordeño es cuando la vaca se deja tranquila. Un ordeño normal en este punto, o sea, sólo fluyendo leche, dura de 5 a 7 minutos máximo.

### 2.7 Retirado de la Unidad de Ordeño

Cuando veamos que la leche ha dejado de fluir por el colector y la manguera de leche, se debe retirar la unidad de ordeño, accionando la válvula de vacío y haciendo una leve fuerza hacia afuera, casi como esperando a que la unidad se caiga sola y nunca tratando de arrancar la unidad de ordeño. Se debe tener precaución de no dejar mucho tiempo la unidad colocada en la ubre, más de 30 segundos después de que la leche deje de fluir, porque la ubre se podría lesionar. Esto se llama sobreordeño y es un gran causante de problemas relacionados con Mastitis, comúnmente visto cuando el operario hace fuerza con la mano, brazo, pie o colocando piedras u objetos pesados sobre el colector. Estas prácticas son completamente inconvenientes.

### 2.8 Sellado de los Pezones

Después de ordeñarse la vaca el pequeño orificio por donde salió la leche queda muy dilatado y susceptible a que entren por allí infecciones, por

**Se sacan los primeros tres chorros de cada pezón sobre un jarro de fondo oscuro mirando si hay grumos o taches blancos o amarillos en la leche, los cuales son indicadores de Mastitis Clínica.**

eso se debe aplicar un producto llamado Sellador de Pezones que ayuda a desinfectar y a cerrar ese orificio. Es muy bueno si, por lo menos, unos 15 minutos las vacas permanecen paradas para que no se ensucie la ubre, dándoles comida, el corte de pasto o algo adicional. Precauciones: nunca deje de aplicar el sellador por ningún motivo y siga las instrucciones sin cambiarlas.

### **3. Problemas del Sobre-Ordeño y del Sub-Ordeño**

Estos problemas se generan cuando el operario o el equipo de ordeño, no están trabajando bien y se deja leche dentro de la ubre, o se trata de sacar más de la que tiene por dejar la unidad colocada más del tiempo requerido. Si la unidad se retira antes de lo normal o el equipo no tiene suficiente vacío para sacar la leche en el tiempo mencionado, va a quedar leche dentro de la ubre que puede llegar a ser causante de Mastitis.

Si por el contrario la unidad se coloca cuando la vaca no ha sido aún suficientemente estimulada o se le deja la unidad más del tiempo recomendado, se llegan a lesionar los pezones, lo cual causaría Mastitis. El sobre-ordeño también se presenta cuando el operario hace presión sobre las unidades en forma indebida y durante un tiempo prolongado. La recomendación entonces es dejar ordeñar la unidad hasta cuando se agote la leche y en ese momento retirarla, cortando la provisión de vacío al accionar la válvula.

### **4. Ordeño a Mano**

Cuando se ordeña a mano el procedimiento es el mismo en lo que se refiere a despunte, lavado, secado y sellado de los pezones. Las manos deben estar limpias, pase lo que pase. Nunca se



Son muchos los vicios y malas costumbres de los operarios de equipos de ordeño, dentro ellas el escurrido con la mano o colocando piedras y otros objetos pesados sobre el colector.

sumergen en la leche para humedecer el pezón y no se deben coger vicios, como doblar los dedos o introducir algo en ellos o en las manos que pueda llegar a lesionar los pezones.

### **III. FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE ORDEÑO**

El vacío o fuerza negativa, con que se ordeña una vaca, es creado por la Bomba de Vacío a partir del trabajo que sobre ella hace el motor que esté moviendo la bomba, éste es conducido por el tubo principal de vacío hacia la trampa sanitaria o hasta el tanque de Balance. Alrededor del sitio de la trampa sanitaria se encuentra ubicado el Regulador de Vacío que es el encargado de mantener el nivel de vacío en él programado de acuerdo con el tipo de instalación. No es cierto que todos los equipos deban funcionar a 50 kPas, este nivel puede variar.



De ahí que ese vacío, ya estabilizado, es transportado por la tubería de conducción de vacío hasta las unidades de ordeño, las cuales lo utilizan para extraer la leche del pezón. Quien primero toma este vacío es el pulsador para comandar las fases de ordeño y masaje, y son tan importantes que merecen una explicación aparte.

Este pulsador tiene la capacidad de administrar este vacío alternándolo con la presión atmosférica (o sea 0 vacío) y conduciéndolo hasta el colector, el cual lo lleva hasta las pezoneras ubicadas dentro de un casquillo metálico.

Este es el sitio donde se crea la forma correcta de ordeñar, llamada **"Cámara de Doble Pulsación"** creada entre el casquillo rígido de acero inoxidable y la pezonera de goma. De esta forma se permite que el vacío alcance la punta del pezón y pueda de esta forma vencer la resistencia física del esfínter del pezón; el ordeño entonces se realiza cuando las dos cámaras se encuentran bajo vacío, esta fuerza no puede ser continua, porque además de muchos otros problemas, colapsarían al pezón y no saldría más leche.

El vacío que es aplicado sobre la punta del pezón es continuo, jamás cesa, pero cuando se permite la entrada de aire a presión atmosférica a la cámara existente entre el casquillo y la pezonera, ésta se colapsa y hace que el vacío no alcance la punta del pezón. Esto se repite en cada una de las pezoneras y la leche extraída se reúne en el colector. Este colector está conectado a la manguera de leche que la conduce, bien sea a una cantina o cántaro, si el equipo es del tipo

descarga directa a cantinas, o a una línea de conducción de leche, el equipo es una sala con una tubería diseñada para esto. La línea de conducción de leche recoge la leche llevada por las mangueras de cada una de las unidades y la deposita en la mayoría de los casos en un recipiente o unidad final que es la encargada, a través de una bomba de leche eléctrica o neumática, de sacarla al medio ambiente.

Cabe recordar que hasta el momento de llegar al recipiente, todo el proceso se llevó a cabo a una presión sub-atmosférica. Todos los equipos de ordeño deben, de igual forma, tener un sistema de lavado el cual lleva una variedad de componentes que lo deben convertir en una llamada CIP (Limpieza en su sitio, por su sigla en inglés). Existe dentro de un equipo de ordeño una amplia gama de accesorios que se unen a los anteriores para mejorar el comportamiento del equipo, como son: Medidores de leche, que pueden diferir en su grado de eficiencia, equipos de control de sobre-ordeño como los retiradores automáticos o el controlador de vacío.

El sistema de pulsación y la pulsación como tal son de una importancia tan grande que amerita una explicación aparte.

Su principal propósito es limitar la congestión de fluidos y edema en los tejidos del pezón durante el ordeño. Esto se lleva a cabo al ser masajeados el pezón. Este masaje se realiza al permitir la entrada de aire a la cámara de doble pulsación a presión atmosférica, que permite el colapso de la pezonera, que ejerce una presión sobre las paredes del pezón, con una fuerza suficiente para cerrar el canal de éste y masajearlo

**El vacío que es aplicado sobre la punta del pezón es continuo, jamás cesa, pero cuando se permite la entrada de aire a presión atmosférica, a la cámara existente entre el casquillo y la pezonera, ésta se colapsa y hace que el vacío no alcance la punta del pezón.**

haciendo que los líquidos acumulados en la punta puedan fluir hacia arriba, reintegrándose a la circulación venosa.

Existen dos principales tipos de pulsación. La pulsación Simultánea, en la que las cuatro pezoneras se abren y cierran al mismo tiempo, y la cual hoy día es muy rebatida. El otro tipo de pulsación es la Alterna, en la cual las pezoneras se abren y cierran en grupos de 2 en 2, la gran mayoría de las veces izquierdos y derechos y en algunas oportunidades delanteros y traseros. Hoy día se recomienda la pulsación alterna como la mejor alternativa.

La pulsación tiene varias características:

### ***Rata de Pulsación***

Se refiere a la cantidad de veces por minuto que un pulsador envía las señales de vacío o presión atmosféricas para llevar a cabo las fases de ordeño y masaje. Un pulsador debe trabajar en una rata de entre 45 a 60 PPM (Pulsaciones por Minuto).

### ***Ciclo de pulsación***

Se divide en 4 fases principales:

**Fase a o de apertura**, en la cual la cámara de doble pulsación se va plegando a las paredes del casquillo, empieza a existir comunicación de vacío a la punta del pezón y la leche empieza a fluir.

**Fase b o abierta**, hay vacío completo en la cámara de doble pulsación, la pezonera está plegada contra las paredes del casquillo, hay comunicación de vacío al pezón y la leche fluye.

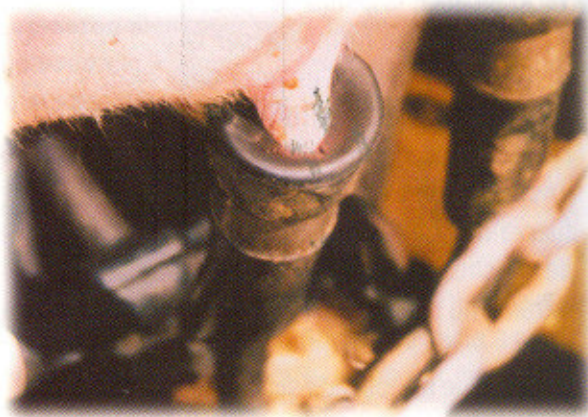
**Fase c o de cierre**, empieza a entrar aire a presión atmosférica y la pezonera empieza a

colapsarse y de esta forma la leche para de fluir.

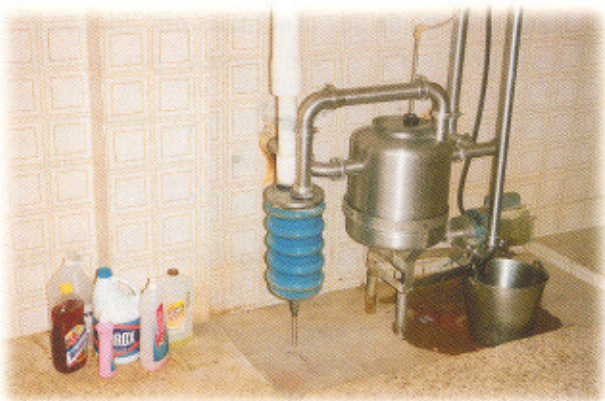
**Fase d o cerrada**, en la cual hay plena presión atmosférica entre el casquillo y la pezonera, que está completamente colapsada, masajeando el pezón, y la leche no fluye, ya que se ejerce la máxima fuerza sobre el mismo.

### ***Radio de pulsación***

Se refiere a la proporción de tiempo en que la pezonera se encuentra ordeñando y qué proporción de tiempo la pezonera se encuentra masajeando. Normalmente se refiere en términos de porcentaje y de relación ordeño:masaje, o sea, por ejemplo: 73:30, 65:35, 60:40.



Los componentes de los equipos de ordeño deben ser cuidadosamente diseñados por una persona que los conozca muy bien y sepa conjugar todos los elementos.



Todos los componentes del equipo de ordeño deben ser limpiados y vigilados con periodicidad para asegurar la calidad del producto que están obteniendo y evitar casos de mastitis en sus vacas.

## **IV. COMPONENTES DEL EQUIPO DE ORDEÑO**

### **A. Sistema de Vacío**

#### **1. Bomba de Vacío**

Crea esa fuerza negativa utilizada para ordeñar. Debe ser evaluada con periodicidad y tener un mantenimiento muy cercano, se evalúa según su capacidad de desplazar aire, medida en litros por minuto (LPM).

#### **2. Motor de la Bomba de Vacío**

Genera la fuerza necesaria para girar la bomba de vacío. Los motores pueden ser la causa de mal funcionamiento del sistema, sobre todo en aquellos casos de motores a explosión que pueden fallar, generando alteraciones.

### **3. Línea Principal de Vacío**

Es la tubería que va desde la bomba hasta el receptor o hasta el regulador de vacío, dependiendo del tipo de equipo. Puede verse afectada por problemas de mal dimensionamiento del equipo.

### **4. Regulador**

Componente de vital importancia en el equipo ya que es el responsable de que el vacío de ordeño sea siempre igual y no permita agresiones al pezón o que sea muy bajo en algunos momentos. Debe estar correctamente instalado, mantenerse limpio y en buen estado. El mejor regulador es aquel que tiene una unidad sensora y una unidad reguladora.

### **B. Sistema de Pulsación**

#### **1. Pulsador**

Es el encargado de realizar las fases de ordeño y masaje, de sacar la leche y hacer el masaje para evitar problemas del pezón. El mejor de todos es el pulsador electrónico y los demás, para su correcto funcionamiento, se deben limpiar con periodicidad semanal y tener un mantenimiento continuo.

#### **2. Tubería de Pulsación**

Es la tubería que va desde el receptor o del sitio del regulador de vacío hasta el sitio más lejano del equipo y da la alimentación de vacío necesaria a los pulsadores. Su dimensionamiento también debe obedecer a criterios de diseño, tener mantenimiento mensual para sacar residuos de leche y asegurarse que no se vea reducido su diámetro.

## C. Sistema de Ordeño

### 1. Pezonera

Es la parte que en realidad entra en contacto con el pezón de la vaca todos los días en cada ordeño. Cumple la orden de masajear el pezón que le dio el pulsador. Son de muy diferentes tipos y por ende duración y comportamiento, deben ser lo más ajustadas posible a los pezones de las vacas y cambiarse con la periodicidad requerida.

### 2. Colector

En este sitio se reúne el líquido de los cuatro pezones que se están ordeñando, y la lleva a la manguera de leche. Deben ser transparentes, con buena capacidad, ser de fácil mantenimiento y vigilar que la apertura para entrada de aire esté permanentemente destapada. Debe también contar con una válvula de corte de vacío para evitar lesiones al retirar la unidad de ordeño, y mejor cuando esta válvula es automática ya que evita grandes fugas de vacío cuando ocurre un accidente.

### 3. Tubos Cortos de Vacío

Reparten el vacío o aire a presión atmosférica desde el colector al casquillo de la pezonera. Deben cambiarse con la misma periodicidad de las pezoneras.

### 4. Manguera de Leche

Ha de ser transparente, de un diámetro que obedece al diseño del equipo y lo más corta posible sin que afecte la colocación de la unidad.

Deben cambiarse al menos una vez al año. Tienen riesgo de ser afectadas por hongos y tener problemas si son rayadas por dentro en el proceso de limpieza.

### 5. Manguera de Doble Pulsación

Lleva el vacío o aire atmosférico desde el pulsador hasta el colector. Puede existir una sola manguera, si hay pulsación simultánea. Deben ser cambiadas una vez al año y tener la misma longitud de la manguera de leche.

### 6. Entrada de Leche

Es el sitio donde entra la leche a la línea de leche o a la cantina. Para la primera, la ubicación de la entrada del líquido es muy importante. Deben cuidarse los empaques para que por allí no entre aire y para que no se acumulen residuos de leche.

**La Pezonera es la parte que en realidad entra en contacto con el pezón de la vaca todos los días en cada ordeño. Cumple la orden de masajear el pezón que le dio el pulsador.**

### 7. Niple de Vacío

Da vacío a la cantina cuando se trata de este tipo de descarga. Deben evitarse fugas de vacío por este sitio.

### 8. Tubería de Conducción de Leche

Es de vidrio o acero inoxidable, y tiene que ser calculada minuciosamente en lo que se refiere a diámetro, inclinación y número de circuitos. En algunas ocasiones es necesario desarmarla para hacer limpieza y mantenimiento, además deben cambiarse los empaques asociados con cierta periodicidad. Permite el saturamiento de las líneas de leche y genera inestabilidad en el vacío si fue mal dimensionada.

### **9. Conjunto de Descarga a Cantina**

Corre el riesgo de generar escapes de vacío y por ende inestabilidad en el vacío en la punta del pezón, además si no son aseados correctamente causan incremento en el conteo bacteriano.

### **10. Tubería de Conducción de Agua**

En los equipos que poseen conducción de leche, la tubería es parte del sistema de lavado y eventualmente del sistema de conducción de vacío de ordeño. Debe vigilarse que esté siempre bien drenada. Los materiales tolerados son únicamente vidrio pirex y acero inoxidable.

### **11. Unidad Final o Recibidor**

Puede tener mal los empaques, viéndose cómo se forman burbujas. También estar mal dimensionada y hacer que se genere mucha espuma o muchos golpes en la leche, siendo esto partícipe de la acidez de la leche.

### **12. Trampa Sanitaria**

Evita que se mezcle leche y vacío. Debe estar siempre libre de residuos de leche. La presencia de la misma es evidencia de alguna ruptura en pezoneras, etc.

### **13. Bomba de Leche o Flauta de Descarga Bajo Vacío**

Es la encargada de sacar la leche del equipo en un sistema bajo vacío, al medio ambiente. Debe tener una buena evacuación de leche.

### **14. Filtro en Línea**

Se usa para reducir la contaminación de la leche. Se recomienda usar filtros de papel desechable, uno para cada ordeño y no reutilizarlos.

Existen equipos que, de acuerdo con su diseño, tienen mayor cantidad de componentes básicos, adicionalmente hay equipos con equipos accesorios según su grado de sofisticación.

## **V. NORMAS INTERNACIONALES DE FUNCIONAMIENTO**

Existía una gran controversia entre los tipos de normas aplicables a los equipos de ordeño. Una de ellas de origen europeo, las normas ISO, y las otras de origen norteamericano, las ASAE. Luego de muchos años de discusión estamos cercanos a normas unificadas, pero aún no han sido publicadas oficialmente.

Ambos tipos de normas tienen cosas buenas y malas y ahora se ha logrado un punto intermedio en los dimensionamientos y diseños en aras de la unificación.

### **Requerimientos de Vacío**

Según las normas de la ASAE (Asociación Americana de Ingenieros Agrícolas, USA) los requerimientos de vacío se calculan así:

Condiciones de funcionamiento del equipo de acuerdo con necesidades de las unidades, adicionado a la reserva efectiva que se calcula de la siguiente forma:

Corresponde a la cantidad de Litros de Aire Libre por Minuto o Pies Cúbicos de Aire Libre por Minuto que es capaz de extraer una Bomba de Vacío del sistema de ordeño.

### **Requisitos para un Equipo de Ordeño Descarga a Cantinas o Cántaros**

1. Exigencia mínima de trabajo de sistema: 425 LPM:
2. 5 % adicional para cubrir eventuales fugas del sistema.
3. 30 LPM por cada unidad de ordeño instalada.

### **Requerimientos para un Equipo de Ordeño de Conducción de Leche:**

1. Exigencia mínima de trabajo de sistema: 1.000 LPM.
2. 10 % adicional para cubrir eventuales fugas del sistema.
3. 30 LPM por cada unidad de ordeño instalada.

Las normas intencionales ISO (Europeas) están consignadas en dos documentos, la norma 5707 que da las recomendaciones sobre instalaciones y la 6690 como la que da recomendaciones para las pruebas mecánicas de comportamiento.

### **A. Requerimientos de Vacío según las Normas Internacionales ISO:**

1. Condiciones de las unidades de ordeño, esto va a depender de la marca y en muchas

oportunidades del tipo de componentes que se utilicen.

2. Requerimiento de los componentes adicionales a la unidad como medidores, control de sobreordeño.
3. Reserva Efectiva de Vacío según cada equipo: (Ver tabla No. 1)

Si es equipo de ordeño no cuenta con un colector de válvula automática de cierre, se debe agregar 80 LPM adicionales al equipo a cantinas y 200 en el caso de los equipos con conducción de leche.

4. Se debe calcular la reserva de vacío para el lavado del equipo de ordeño que asegure que fluya a la mezcla de lavado a una velocidad de 7 a 10 Mts./seg.
5. Se debe ahora tomar la reserva efectiva que sea mayor entre 3 y 4.
6. Agregue 10 LPM más 2 LPM por cada unidad si es de conducción o 1 LPM si es a cantinas, para cubrir las eventuales fugas del sistema de transporte de leche.
7. Adicione las fugas de las tuberías de vacío, alrededor del 5 % de la capacidad de la bomba de vacío.
8. Añada las pérdidas por regulación, que deberán ser máximo el 10 % de la reserva manual.

Tabla No. 1

No. de Unidades	Reserva Efectiva de Vacío (LPM)	
	Descarga a Cantinas	Conducción de Leche
2 a 10 Unidades	$85 + (30 \times \# \text{ unidades})$	$200 + (30 \times \# \text{ unidades})$
Más de 10 Unidades	$330 + (10 \times (\# \text{ unidades} - 10))$	$500 + (10 \times (\# \text{ unidades} - 10))$

**Tabla No. 2**  
Relacion entre Altura sobre el Nivel del Mar y la Capacidad de Trabajo de las Bombas de Vacío.

Altura sobre el Nivel del Mar	Factor de Correlación
0	1.00
300	0.96
600	0.93
900	0.90
1.200	0.87
1.500	0.83
1.800	0.80
2.100	0.77
2.400	0.74
2.700	0.71
3.000	0.68

**Tabla No. 3**  
Requerimientos Mínimos para Diámetro de la Tubería de Vacío.

Número de Unidades	Diámetro de la Tubería
1 a 14	2"
Más de 15	3"

Uno de los factores que afecta en nuestro medio el comportamiento de las Bombas de Vacío es la Altitud sobre el Nivel del Mar. En una altitud como la de la sabana de Bogotá, las Bombas de Vacío sólo trabajan a un 70 % de su capacidad (Ver tabla No. 2 y 3).

### **Regulador de Vacío**

Debe estar montado en la línea principal de vacío cerca a la trampa sanitaria. Debe ser capaz de poder controlar caídas de vacío no mayores a 2 kPas o 0.6" Hg por debajo del vacío de trabajo del sistema. Debe tener una eficiencia efectiva superior al 90% lo cual quiere decir que debe tener una capacidad muy cercana a la capacidad de la bomba de vacío.

### **Pulsación**

#### **Rata de Pulsación**

El pulsador no debe tener variaciones de más de +/- 3 PPM de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

#### **Radio de Pulsación**

No debe variar en +/- 5% de las especificaciones del fabricante.

#### **Fases de la Pulsación**

La fase de ordeño no debe ser inferior al 30 % y la fase de masaje no debe ser inferior al 15 %.

Las normas internacionales ISO hacen una aclaración que no hacen las normas 3A y es Porcentaje de Cojeo o Limping: en el cual se determina que no debe haber más de un 5 % de desfase entre un canal y el otro cuando se habla de pulsación alterna, excepto aquellos pulsadores diseñados así.

La línea de conducción de leche no debe permitir fugas de vacío superiores a 22 Lts/Min. El drenaje debe ser diseñado de tal forma que no se acumulen líquidos en ninguna parte del sistema al apagar el equipo.

Las entradas de leche a la tubería deben estar en el tercio superior de ésta. Todo el funcionamiento de la conducción de leche en una tubería está dado para que se de un flujo de leche estratificado en el que fluye la leche por la parte inferior de la tubería y el aire que está siendo removido por el vacío debe fluir por la parte superior. Por ende, entonces, deben evitarse las conducciones de leche en las que se forman tragos o tacos de leche ya que estos hacen desestabilizar el vacío.

Tabla No. 4: Salas de ordeño:  
Circuito de Línea de Leche con Unidades Colocadas Simultáneamente  
por un Operario Típico Entrada Transitoria de Aire de 200 Lts/Min.

Diámetro Nominal de la Línea de Leche	Declive 0.8%	1.0%	1.2%	1.5%	2.0%
2.0 Pulgadas	1	1	2	2	3
2.5 Pulgadas	4	4	5	6	8
3.0 Pulgadas	9	10	12	13	16
4.0 Pulgadas	24	27	31	36	41

### **Conducción de Leche por Tuberías:**

Es importante que estos factores sean considerados:

1. Velocidad del Flujo de Leche (pico de flujo de leche).
2. Intervalo de tiempo de colocación de las unidades de ordeño.
3. Flujo de aire transitorio (pérdida de aire en la colocación de unidades de ordeño).
4. Número de unidades de ordeño.
5. Pendiente de la línea de leche. (Ver Tabla No. 5)

Componentes accesorios, no deben permitir caídas de vacío superiores a 5 kPas o 1.5" Hg medido a nivel del colector.

La pendiente de las líneas de conducción de leche no debe ser inferior al 0.5 % no superiores al 2 % de declive hacia la unidad final o receptor.

### **Tubos Flexibles**

El diámetro interno de las mangueras de leche no debe ser inferior a 14 mm y una longitud no mayor a 2.7 mt según las normas ASAE y de 3.0 mt según las normas ISO.

Las mangueras de pulsación no deben tener un diámetro inferior a 6 mm.

Los tubos cortos de pulsación no deben tener un diámetro interno inferior a 5 mm.

### **VI. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA DE ORDEÑO**

En la evaluación técnica de los equipos de ordeño, adicional a los cuidados que deben ser rutinarios (y que muchas veces no lo son), como el lavado, cuidado de piezas que se puedan romper o deteriorar, o que puedan promover fugas de vacío, evaluación técnica del equipo de ordeño con fines de utilidad en nuestro campo, deben tener un especial énfasis en:

1. Sistema de Vacío.
2. Sistema de Pulsación.
3. Pezoneras.
4. Voltaje Extraviado.

Las pruebas de evacuación de los equipos de ordeño mecánico se dividen en pruebas estáticas y pruebas dinámicas, si se hacen con el equipo de ordeño funcionando, en estáticas sin estar ordeñando y dinámicas con el equipo en condiciones normales de funcionamiento durante el ordeño.



## Pruebas Estáticas

### 1. Evaluación del Sistema de Vacío

Lo primero que debe observarse es que se cumplan las normas de requerimientos internacionales de vacío para el equipo que se está analizando. Pero basados en la frase "Si no tiene efecto sobre el vacío en la punta del pezón, no importa" es importante saber cómo debe ser el vacío y por ende cómo debe ser éste en la línea de conducción o línea de pulsación que tiene un efecto directo sobre el vacío en la punta del pezón.

El vacío recomendado por la gran mayoría de estudios al respecto es un vacío de 10.5" Hg a 12.5" Hg o sea 35 kPas a 42 kPas, siendo muy importante que no existan oscilaciones de más de 2" Hg o 7 kPas.

Para que la estabilidad en el vacío se respete dentro de los rangos de no oscilar más de 2" Hg o 7 kPas, lo que más importante es que el equipo tenga una buena reserva de vacío.

Para este caso, las diferencias del nivel de vacío requerido al nivel de pezón, son casi iguales para las normas 3A y normas ISO.

### Reserva Efectiva:

Es la mejor medida de la reserva de la bomba realmente disponible para cubrir las entradas de aire "no planeadas", las cuales son admitidas a través de las pezoneras cuando las unidades son colocadas o removidas. La prueba asume que una caída de vacío de 0.6" Hg o 2 kPas por debajo del nivel de vacío de trabajo a nivel del receptor, es una caída aceptable para hacer que el regulador de vacío se cierre, y por ende controle la caída de vacío.

### Reserva Manual:

Esta es la forma de medir la capacidad de la bomba de vacío y de reaccionar a caídas de vacío de 0.6" Hg o 2 kPas para cubrir las entradas de aire "no planeadas" al colocar o remover las unidades de ordeño, pero con el regulador de vacío desconectado, midiendo así la capacidad real de reserva de vacío de sistema (tuberías y demás) para controlar estas entradas de aire.

De las dos mediciones anteriores se obtiene, entonces, un dato que se llama Eficiencia del Regulador.

Eficiencia del Regulador = Reserva Efectiva / Reserva Manual x 100.

**Tabla No. 5**  
Guía para los Diferentes Sistemas de Ordeño con un Pico Promedio en Ordeño de 4 Lts/Minuto/Vaca.

Sistema de Ordeño	Vacío Nominal Ajustado	Vacío Nominal Ajustado
Línea Alta		
Sala o Aubrest	14"-15" Hg	47-50 kPas
Línea Media		
Sala o jarros medidores	13"-14" Hg	44-47 kPas 40-42 kPas
Línea Baja		
Sala o jarros medidores	12.5"-13.5" Hg.	
Cántaros o cantinas	12"-12.5" Hg	42-45 kPas

La eficiencia del regulador debe ser mínimo del 90 %.

Otra medición importante de hacer es el porcentaje de fugas del sistema, el cual se obtiene al medir la capacidad de producción de aire libre por minuto de la bomba de vacío sola, y luego en el punto más lejano del equipo de ordeño con todos los accesorios conectados. Las fugas no deben ser mayores al 10 %.

## 2. Sistema de Pulsación:

**Rata de Pulsación:** Las normas dicen que un pulsador no debe variar de + o - 3 ciclos por minuto y debe ser repetible día por día y pulsador por pulsador.

**Radio de Pulsación:** Las normas internacionales dicen que un pulsador no debe variar en su radio de pulsación en más de + o - 5 % de las especificaciones del fabricante o de un pulsador a otro.

**Fase a:** De apertura, debe ser de 150 mlseg, si es más demorada puede haber fugas de aire o vacío.

**Fase b:** De pezonera totalmente abierta, debe ser al menos el 35 % del ciclo total según las normas internacionales.

**Fase c:** Debe ser de 150-180 mlseg, si es más larga busque por suciedad o restricciones al flujo de aire.

**Fase d:** De masaje total, con la pezonera totalmente colapsada nunca debe ser inferior al 15 % del ciclo o 150 mlseg.

## Pruebas Dinámicas

Vacío en la Línea de Leche: Las fluctuaciones en la línea de leche no deben ser mayores a 0.5" Hg

o 2 kPas. El declive mínimo en una línea de leche debe ser de 0.8 %. Las fluctuaciones a nivel del colector no deben ser mayores a 0.6" Hg o 7 kPas. Las fluctuaciones en las líneas de conducción de vacío principal y de pulsación no deben ser mayores a 0.6" Hg o 7 kPas.

## 3. Pezoneras

Es la pezonera la parte que entra en el más íntimo contacto con el pezón, por esto es de una importancia vital en el comportamiento de un equipo de ordeño. Existen pezoneras redondas, triangulares y hasta cuadradas. En ellas también se analiza el diámetro y la longitud, además del material del que están hechas, lo cual le da grandes cambios en su duración.

Algunas de estas características dan la capacidad de penetración de los pezones dentro de ellas. El pezón se estira entre un 40-50% dentro de la pezonera, y ésta necesita ser al menos 25 mm más larga para realizar un buen masaje.

El diámetro interno de la pezonera está relacionado con el diámetro del pezón, debe ser levemente inferior al de éste para que haya una buena adherencia y por ende un buen masaje. El cuello de la pezonera, es decir, la parte más superior tiene el efecto de bloquear el flujo de leche si es de un diámetro muy estrecho.

Por estas razones es difícil decir cuál es el tipo de pezonera ideal, ya que es una decisión que debe ajustarse a cada finca y a cada tipo de vacas. En nuestros casos es bastante difícil debido a lo dispares que son nuestras vacas, y más si hablamos de ganadería de doble propósito.

Algo definitivo es que las pezoneras tienen un tiempo limitado de uso de acuerdo con el material. Además del cuidado y mantenimiento que se les debe dar, deben cambiarse con una regularidad específica.

La fórmula para determinar el número de ordeños que dura una pezonera es:

$$\frac{\text{Duración esperada de la pezonera x No. de unidades}}{\text{No. de ordeños por día x no. de vacas en el hato}} = \text{No. Días.}$$

Ejemplo:  $\frac{\text{Pezonera de 2.500 ordeños x 6 unidades de ordeño}}{2 \text{ ordeños al día x 150 vacas de hato}} = 50 \text{ Días}$



Los equipos de ordeño deben ser revisados por un técnico especializado no menos de dos veces al año con un procedimiento de evaluación como el ISO Check 6690.

Si las pezoneras no se cambian a tiempo éstas empiezan a perder todas sus características y además de convertirse en un peligroso reservorio de bacterias, pierden su capacidad de colapso o elasticidad, degenerando en un muy mal ordeño, que tendrá implicaciones directas sobre la salud del pezón, sobre la perfección en el ordeño y por supuesto en mastitis.

#### 4. Corriente Extraviada o "Stray Voltaje"

En muchos establos, por defectos en instalaciones eléctricas, las vacas se pueden ver sometidas a pequeñas corrientes eléctricas que fluyen a través del sistema neutro a tierra. Investigaciones de los Estados Unidos concluyen que alrededor del 20 % de sus hatos tienen problemas con Voltaje Extraviado. Estos pequeños voltajes usualmente son difíciles de localizar. Este voltaje puede pasar a la vaca y afectar negativamente el comportamiento de la misma, además llega a contagiarse de mastitis y dependiendo de la severidad de ésta pueden llegar a afectarse la producción y las características de la leche.

#### Síntomas de Problemas con Voltaje Extraviado:

1. No bajada de la leche: esto va tener implicaciones sobre tiempo de ordeño y sobre las prácticas del ordeño mismo. El nivel de problema está relacionado al nivel de Voltaje extraviado presente.
2. Vacas extremadamente nerviosas en la sala de ordeño: las vacas están moviéndose como bailando dentro de la sala, inclusive en el patio de espera.
3. Vacas reacias a entrar a la sala: este es un signo más no un síntoma clásico, ya que pueden no querer entrar por otros motivos.
4. Incremento en mastitis: cuando la ubre no está siendo completamente ordeñada o por decirlo así desocupada, sólo se requiere la presencia de una bacteria y se da la mastitis con su obvio incremento en Células Somáticas.

5. Reducción en el consumo de alimento en la sala de ordeño: si los comederos generan Voltaje extraviado, ellas estarán reacias a comer.

6. Reducción del consumo de agua: puede haber Voltaje extraviado en los bebederos de los establos y por ende bajo consumo de agua.

7. Baja producción de leche: cada uno de los signos anteriormente descritos puede tener una influencia directa sobre la producción.

Todo esto se puede complicar ya que otros factores son comunes al Voltaje extraviado adicional. Inclusive una vez solucionado el problema pueden persistir los síntomas por los problemas asociados.

Las vacas toleran de 0.5 a 0.7 Voltios. Cualquier Voltaje por encima de 1.0 Voltios debe considerarse un problema a solucionar.

Con un Voltímetro unido a un muy buen polo a tierra y probando en la conexión neutro de la instalación y a diferentes puntos de la misma se detectan estas dificultades.

Esto ocasiona una disminución de la leche y afecta el nivel de mastitis del hato de una forma desconocida.

## VII. EQUIPOS DE ORDEÑO

### *Equipos de Ordeño Portátil*

Estos equipos en el mercado internacional no son muy conocidos, ya que en otros países que tienen estaciones es casi imposible tenerlos. El sistema de vacío se instala en un remolque

portátil con un motor de combustión y el resto de elementos son removibles en un establo portátil y se transportan en el remolque en cuestión.

Es menos eficiente debido a que es más difícil mantenerlo en buen estado y su operación es más complicada si no están dadas las condiciones necesarias para su correcto manejo. Es recomendable cuando las extensiones de terrenos son muy grandes y cuando el presupuesto asignado es modesto.

### *• Equipo Portátil Descarga a Cantinas o a Cántaros*

En este tipo de equipos la conducción de leche se hace desde el colector de leche que viene de las pezoneras, a cantinas recipientes de 40 litros o cántaros de 20 litros. Su ventaja es que al estar medianamente desocupadas actúan como una buena reserva de vacío, pero cuando se llenan sin que el operario se de cuenta, la leche puede pasar al sistema de conducción de vacío ocasionando problemas graves.

**El equipo portátil es un equipo menos eficiente debido a que es más difícil mantenerlo en buen estado y su operación es más complicada si no están dadas las condiciones necesarias para su correcta operación. Es un equipo que es recomendable cuando las extensiones de terrenos son muy grandes y cuando el presupuesto asignado es modesto.**

### *• Equipos Portátiles de Conducción o Arrastre de Leche*

En estos equipos se instala una línea de conducción de leche, en acero inoxidable, en el cual se llenan cantinas en un sitio específico, siendo sacada la leche al medio ambiente bajo vacío o por una bomba de leche. Es un equipo muy práctico pero tiene grandes problemas porque es de difícil manejo, corriendo peligro el comportamiento del equipo y la calidad de la leche a obtener.

### **Equipos de Ordeño Fijo**

Implica el tener unas instalaciones logísticas mínimas, como un establo encallado además de techos y una medida de recolección de estiércol.

- **Equipo Tipo Espina de Pescado**

Aquí las vacas están a un nivel más alto (80-110 cm) y los operadores en el cárcamo. Las vacas se encuentran en un ángulo de 45°. Es un equipo de buen comportamiento y puede venir en versiones de líneas de conducción de leche alta, media o baja. Adicionalmente puede venir en versiones de línea central o dos líneas laterales. La línea baja debe obligatoriamente ser lateral y doble. Es un excelente equipo para el manejo de grupos.

- **Equipo Tipo Tandem**

Debe haber un cárcamo y una o dos líneas de leche, la diferencia es que cada vaca tiene una casilla individual. Es un excelente equipo permite un cuidado especial para vacas específicas.

- **Equipo Tipo Aubrest o Brete a la Par**

Es muy parecido al equipo portátil, no hay cárcamo, la línea de conducción de leche es obligatoriamente alta, y puede haber una unidad de ordeño por cada casilla o por cada dos casillas. Es económico y eficiente.

- **Sala tipo Rotatoria o Rotativa**

Requiere de instalaciones muy sofisticadas, cárcamo y un establo especial que está dando vueltas permanentemente, las vacas son ordeñadas mientras el establo da la vuelta. Es un buen equipo para ordeñar hatos muy grandes.

- **Sala Tipo Paralelo**

Es la sala más desarrollada hasta el momento. Requiere de cárcamo, línea baja, salidas rápidas, las vacas se encuentran en ángulo de 90° y en algunas oportunidades requiere de tratamiento especial con las vacas, como quitar colas.

- Pueden existir también las salas de ordeño Descarga directa a Cantinas en cualquiera de las versiones anteriores.

- La última versión de equipos considera a un robot como parte de sus componentes y explota la teoría de que la vaca se ordeña sola, las veces que se desee. Este equipo es llamado VMS.

### **VIII. PRUEBAS SENCILLAS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO DE ORDEÑO**

El mayor problema a enfrentar en los equipos de ordeño de hoy es la falta de adecuado mantenimiento. Un simple chequeo visual del equipo nos da una idea que se relaciona con mastitis o el estado de los pezones, o con ordeños lentos o incompletos.

#### **Pruebas durante el ordeño**

Las tres guías más importantes son: el estado de los pezones al retirar las unidades, el grado de evacuación de la leche de la ubre y la frecuencia de resbalamiento o caída de las unidades durante el ordeño.

#### **1. Condición del Pezón**

Cambios a corto plazo. Revise los pezones antes y después del ordeño y busque indicios de inflamación o dureza (por edema y congestión) o cambios en el color (cianótico) que le den signos de fallas en la circulación sanguínea.

Cambios a largo plazo. Podría encontrarse evidencia de anomalías hiperkeratosis o grietas radiales (anillos o callos).

## **2. Grado de Perfección del Ordeño**

El sub-ordeño puede llegar a elevar los Conteos de Células somáticas y hasta podría hacer aflorar como clínicas las mastitis que habían permanecido subclínicas. Para ver esto, luego de ser ordeñadas 10 vacas, haga un escurrido a mano y recoja esa leche en un balde. La leche que sobre no debe ser mayor a 400 c.c. por vaca en promedio.

## **3. Frecuencia de Resbalamiento o Caída de Pezoneras**

Existen problemas si se observan más de 5-10 resbalamientos o caídas por cada 100 vacas ordeñadas (5-10 %). Busque problemas como pobre alineación de la unidad de ordeño o si el orificio de ventilación del colector está cerrado. Casi siempre si hay resbalamiento o caída de pezoneras, éstas ocurren al principio del ordeño cuando el flujo de leche es mayor y puede inundarse la tubería o las mangueras.

## **Pruebas a Realizar con el Equipo sin Funcionar**

### **4. Pezoneras**

Estas deben tener un diámetro de promedio 2 mm menor al de los pezones luego de la bajada de la leche. Las pezoneras deben ser lo suficientemente largas para que puedan colapsarse por debajo del pezón. Adicionalmente revise por lo menos el 20 % de las pezoneras buscando agrietamientos o rajaduras.

## **5. Estado de Mangueras de Leche, Doble Pulsación y Tubos Cortos de Vacío**

Revíselas buscando el estado general y la limpieza, agrietamientos o rajaduras, además del tamaño, es decir, son muy cortas o muy largas.

## **6. Colectores**

Revise que el orificio de ventilación de la pezonera no esté tapado o bloqueado.

## **7. Líneas de Leche**

Inspeccione la inclinación de la línea de leche hacia el receptor unidad final. Recuerde que la mínima inclinación necesaria es del 0.8 %. Igualmente verifique que las entradas de leche a la línea estén en el tercio superior del tubo.

## **Pruebas a Realizar con el Equipo Funcionando pero no Ordeñando**

### **8. Pulsación**

Los problemas más encontrados son resquebrajamientos o partimientos de los tubos de pulsación, mangueras de pulsación o material extraño en el pulsador o en el sitio de su instalación. El ruido generado por la entrada de aire debe ser regular e intermitente, y no debe oírse un continuo "hiss", esto puede indicar fugas. Corte el vacío del colector y meta los dedos y sienta la pulsación.

### **9. Regulación de Vacío**

Controle la exactitud de los vacuómetros de la finca, ojalá pueda tener uno. Luego oiga la entrada de aire a través del regulador cuando todas las unidades están desconectadas. Posteriormente deje entrar aire por una unidad y

vea el vacuómetro, éste no debe caer más de 3 kPas o 1" Hg y debe recuperarse en menos de 1 segundo. Usted oírá el sonido del aire al abrir la unidad y luego cuando vuelva a dejarlo entrar a los pocos segundos.

### **10. Capacidad de Reserva de la Bomba de Vacío**

La forma adecuada de saber si es correcta esta reserva es calcular con los aparatos necesarios la reserva efectiva y la reserva manual como se explicó anteriormente.

Una prueba que se puede hacer en campo es dejar una unidad de ordeño entrándole aire permanentemente y el nivel de vacío en el vacuómetro no debe caer en más de 2 kPas o 0.5" Hg. Si cae en más de 2 kPas debe llamarse a un técnico para que haga una evaluación más rigurosa.

Así como ya analizamos la importancia del equipo de ordeño en el comportamiento de la mastitis y de la calidad de la leche, recordemos como éste es sólo un tercio de la terna dada por equipo, vaca y hombre como el encargado del manejo del mismo.

Para esto los estudiosos en el tema han diseñado el sistema de Rutina de Ordeño como una gran ayuda en el control de calidad de la leche y por supuesto del control de mastitis. Analice desde el punto de vista procedimiento y como puede y debe controlarse.

**Así como ya analizamos la importancia del equipo de ordeño en el comportamiento de la mastitis y de la calidad de la leche, recordemos como este es solo un tercio de la terna dada por equipo, vaca y hombre como el encargado del manejo del mismo. Para esto los estudiosos en el tema han diseñado el sistema de Rutina de Ordeño como un factor de gran ayuda en el control de calidad de la leche y por supuesto del control de mastitis. Quiero entonces que analicemos esto desde el punto de vista procedimiento y como puede y debe controlarse.**

## **IX. PRÁCTICAS DE MANEJO DE LOS EQUIPOS DE ORDEÑO MECÁNICO**

### **A. Rutina de Lavado del Equipo de Ordeño Mecánico**

#### **Procedimiento de Lavado**

Es muy importante que el equipo se lave inmediatamente se acabe de ordeñar. Es conveniente usar los productos recomendados para equipos de ordeño mecánico en las diluciones que el fabricante indica. Existen detergentes líquidos y sólidos (polvo), ambos se diluyen muy bien en agua caliente, si los detergentes en polvo se disuelven hacen un buen trabajo.

Los pasos a seguir son los siguientes:

#### **• Desleche**

Si se hace correctamente remueve el 95 al 98 %. Pasar agua tibia a no menos de 35°C y no más de 45°C ayuda no solamente en la remoción de residuos sino que además calienta las tuberías preparán-

dolas para el lavado con detergente. Manejar estos rangos de temperatura evita la precipitación de las grasas por el frío y de las proteínas por el calor. Esta es una operación que debe hacerse tan pronto como se acabe el ordeño y el agua debe recircular.

#### **• Lavado con Detergente Alcalino**

Debe usarse agua caliente a 70°C con la dilución recomendada por el fabricante del jabón y de

acuerdo con la dureza y capacidad buffer del agua y se deja recircular por 10 minutos. Al terminar, el agua no debe salir a menos de 45°C. La mezcla no debe tener un pH inferior a 10.5

### • *Lavado con Detergente Ácido*

Debe usarse agua fría o máximo tibia a 35°C con la dilución de detergente recomendada por el fabricante y dejarse recircular por 5 minutos. La frecuencia en el uso del detergente ácido puede ser desde diaria hasta semanal, esta es una decisión que debe tomar con el proveedor. El agua debe ser entre 45 y 60 °C. El pH de la solución no debe ser superior a 3.

### • *Uso de Desinfectante*

Debe recircularse durante 5 minutos con agua a 35°C con la dilución recomendada de desinfectante justo antes del ordeño. Debe botarse el excedente de desinfectante, pero ojo, el desinfectante no debe enjuagarse. El mejor desinfectante para este trabajo es el cloro en una concentración de 100 a 200 PPM.

### *Tanques de Enfriamiento de Leche*

Su objetivo principal es detener el crecimiento exponencial de las bacterias presentes en la leche.

Tabla No. 6  
Cálculo del Agua de Lavado de un Equipo de Ordeño  
(Según Normas ISO)

Línea de Leche	Diámetro	Longitud Mt	Constante	Litros de Agua
	4"		1.49	
	3"		0.87	
	2 1/2"		0.62	
	2"		0.37	
	1 1/2"		0.25	
Línea de Lavado y Descarga	3"		4.22	
	2 1/2"		2.86	
	2"		1.86	
	1 1/2"		1.12	
	1"		0.93	
		Volumen Recibidor Gl.		
			0.33	
		# Unidades de Ordeño		
			6	
		# Medidores de leche		
			0.25	
Mangueras de Leche	Diámetro			
	9/16"		0.15	
	5/8"		0.20	
		# Pre enfriadores	2	
		# Tinas de Lavado		
			8	
TOTAL LITROS	DE AGUA		Litros	





Muchas piezas del equipo de ordeño deben ser cambiadas con una periodicidad que debe ser establecida por el vendedor de los equipos de ordeño y de acuerdo al uso que se le de al equipo.

Entre mayor sea la carga bacteriana, más difícil va a ser que la conservación de la leche sea eficiente.

La PMO (Pasteurized Milk Ordinance) de los Estados Unidos, entidad que regula este tema dice que la leche debe estar fría en un plazo máximo de dos horas, por debajo de 15 °C en la primera hora. Cuando se mezclan ordeños, la temperatura de la mezcla no debe llegar nunca a superar los 15 °C.

Los problemas más comúnmente encontrados en los tanques de enfriamiento de leche son que enfríen rápidamente o que la temperatura de la mezcla suba demasiado. En la mayoría de los casos los problemas pueden ser localizados y solucionados siguiendo un correcto protocolo de mantenimiento.

Algunas causas comunes de lento enfriamiento pueden incluir:

1. Inadecuada provisión de aire fresco al condensador de la unidad.
2. Recirculación de aire caliente hacia el condensador.
3. Condensador sucio o tapado.
4. Incorrecta operación.

Aunque siempre seguirá siendo el enfriamiento instantáneo con un enfriador de placas y un Chiller, los tanques cumplen un buen desempeño siempre y cuando sean bien diseñados, instalados y mantenidos y que cumplan los requerimientos y normas internacionales sobre todo en lo que se refiere a gases refrigerantes como el Freón R-22 o 134-A y nunca más el Freón R-12.

### **Formas Alternativas de Enfriamiento de Leche**

Existen desde las más sofisticadas como son los Enfriadores de Placas con Banco de Hielo, recomendables principalmente cuando la finca produce grandes cantidades de leche, los Pre-enfriadores de leche que se usan antes del tanque, las cortinas enfriadoras que hoy día se ven ya muy poco, hasta tecnologías muy sencillas como es el sumergir las cantinas entre agua fría o corriente.

### **Lavado de Tanques de Enfriamiento de Leche**

El lavado del Tanque de Enfriamiento de Leche es muy similar al de los equipos y las cantinas. Debemos hacer una diferencia aquí entre los

tanques que tienen lavado automático y los que no.

Los Tanques de Enfriamiento de Leche con lavado automático casi siempre tienen una cabina de controles donde existe uno, dos o hasta tres recipientes para ser llenados con los productos diseñados para esto. Como siempre debemos ser muy estrictos en usar sólo productos diseñados para este oficio y respetando las diluciones que el fabricante de. Los tanques varían de acuerdo con sus especificaciones pero la mayoría usan de 40 a 50 litros de agua para cada ciclo de lavado, entonces las diluciones deben ser hechas de acuerdo con la cantidad de agua utilizada. Si tiene duda, contacte el servicio técnico especializado de los tanques de enfriamiento.

Los tanques abiertos que no poseen lavado automático deben ser lavados manualmente, la cantidad de agua y la dilución varía de acuerdo con el tamaño del tanque, aunque no existe una regulación al respecto. Si tiene dudas contacte al servicio técnico especializado para conocer cuánta agua usar. Se debe contar con un cepillo se mango largo para poder refregar todos los sitios del tanque, tengan o no contacto con la leche.

Tanto para los tanques de lavado automático como para los de lavado manual, se debe evitar hasta el máximo meterse dentro del tanque a hacer labores de aseo. El tanque debe ser lavado tan pronto como se desocupe. El procedimiento correcto para lavar un tanque es:

- **Desleche:** Deben retirarse los residuos de leche tan pronto como se desocupe el tanque. Si es de lavado automático él lo hace solo, siempre y cuando Usted dé la orden.

procedimiento debe hacerse con agua fría o máximo a 35°C.

- **Lavado con Detergente Alcalino:** Deben respetarse las diluciones y tiempos diseñados por el proveedor de detergentes, aún si es de lavado manual. Debe usarse agua caliente a 70°C durante 10 minutos.

- **Lavado con Detergente Ácido:** Igual que en el paso anterior deben respetarse las diluciones y tiempos diseñados por el proveedor de detergente, y utilizarse agua fría. El excedente de mezcla debe botarse y dejarse cubierto de ácido el tanque mientras esté desocupado, pero, ojo el tanque debe enjuagarse antes de vertirse la leche.

- **Desinfección:** Debe usarse un desinfectante en agua tibia durante 5 minutos y no es necesario enjuagarlo.



### ***Bibliografía***

ANDY, Johnson y Reis, David. The professionals approach to quality milk production. 1996

ANNUAL Meeting National Mastitis Council (35th Februry 18 21 1996 Nashville, Tennese )

ANNUAL Meeting National Mastitis Council (36th Februry 16-19, 1997 Albuquerque, New Mexico)

ASAT Standards, 1996  
ISO Standars 5707, 1996

Referencias Personales

