

# Efectos del ordeño mecánico sobre el pezón

## Un enfoque crítico sobre la calidad de la leche y el bienestar animal

Imagen generada con IA

En el panorama ganadero moderno, donde la producción de leche y queso se enfrenta a mayores exigencias de eficiencia, calidad y bienestar animal, el equipo de ordeño aparece como un elemento clave de todo el proceso. La salud de los pezones, en particular, está intrínsecamente ligada a las características y el manejo del equipo, representando un factor crucial para la salud general de la ubre y, en consecuencia, para la rentabilidad de la ganadería. Este artículo tiene como objetivo analizar el impacto crítico de los equipos de ordeño en la salud de los pezones, explorando la anatomía funcional, los parámetros técnicos, las patologías relacionadas y las estrategias para un manejo óptimo.

### 1. El pezón bovino: Anatomía funcional y mecanismos de defensa

El pezón bovino es un órgano altamente especializado, dotado de sofisticados mecanismos de defensa contra las infecciones. Su integridad anatómica y funcional es el requisito previo fundamental para un ordeño eficaz y para la prevención de la mastitis. Anatómicamente, el pezón se compone de cuatro capas principales: la piel externa, la dermis subcutánea, la capa de músculo liso y la mucosa interna que recubre el canal del pezón. Esta última está recubierta por una capa de queratina,

que forma un tapón físico y bioquímico entre ordeños. La queratina es capaz de inhibir el crecimiento bacteriano, actuando como la primera línea de defensa inmunitaria local. En el extremo distal del canal del pezón se encuentra el esfínter del pezón, que, en condiciones normales, mantiene el canal bien cerrado, impidiendo la entrada de microorganismos. Durante la rutina de preparación y el ordeño, la estimulación del pezón y el efecto de vacío inducen el reflejo neuroendocrino de eyeción de la leche, mediado por la oxitocina, que relaja el esfínter y permite la salida de la leche.

Es fundamental que el esfínter se cierre rápida y eficazmente al final del ordeño para restablecer la barrera protectora. Una alteración de estos mecanismos, a menudo causada por un manejo inadecuado del equipo de ordeño, predispone al pezón a traumatismos e infecciones (Figura 1).

### 2. Equipo de ordeño: Componentes críticos y su interacción con el pezón

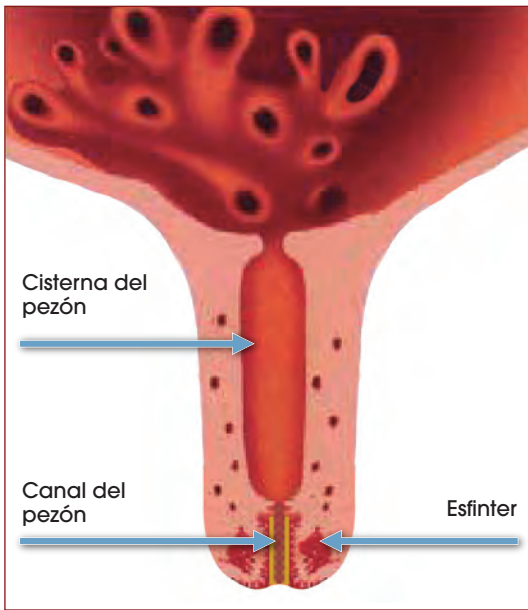
La eficacia y la seguridad de un equipo de ordeño dependen de la correcta interacción de diversos componentes, cada uno de los cuales influye directamente en la salud del pezón.

**2.1. Nivel de vacío:** El vacío se define como la fuerza impulsora del ordeño, responsable de la apertura del esfínter del pezón y la extracción de la leche. Su

“Effetti della mungitura meccanica sulla salute del capezzolo”, de **Mariano Gambina**, especialista en sistemas de ordeño y calidad de la leche, consultor independiente de Drop Academy. Artículo publicado en la revista **BIANCONERO** n° 5 sept./oct. 2025 y en <https://www.anafi.it/it/bianconero/annali>. Asociación Nacional de Ganaderos de la raza Frisona, Bruna y Jersey Italiana. [www.anafibj.it](http://www.anafibj.it)



**Figura 1.** Sección longitudinal del pezón bovino. Se indican el esfínter, el canal y la cisterna del pezón. (Lévesque, 2005)



nivel y estabilidad son parámetros críticos. Un nivel de vacío demasiado alto puede provocar la congestión vascular del pezón, causando edema, hemorragias y presión tisular (Tabla 1).

Esta presión prolongada conduce a una alteración de la barrera de queratina y a una menor capacidad del esfínter para cerrarse correctamente después del ordeño, aumentando la susceptibilidad a infecciones. Por el contrario, un vacío insuficiente o excesivamente fluctuante (Gráfico 1), debido a un tamaño inadecuado de la bomba de vacío, fugas en el sistema, un tanque de vacío demasiado pequeño, pezoneras inadecuadas, etc., puede prolongar el tiempo de ordeño, aumentar el deslizamiento de las pezoneras (lo que provoca "golpes de aire" y reflujo de leche contaminada al canal del pezón) y estresar el pezón durante un tiempo excesivo, impidiendo un masaje eficaz y la restauración de la circulación.

**2.2. Pulsación:** El pulsador es el componente que alterna las fases de ordeño (vacío aplicado al pezón) y masaje (liberación de vacío alrededor del pezón).

La **frecuencia de pulsación** (número de ciclos por minuto) y la **relación de pulsación** (porcentaje de tiempo dedicado a la fase de ordeño respecto a la fase de masaje) son fundamentales. Una relación de pulsación desequilibrada, con una fase de masaje insuficiente, impide la correcta restauración de la circulación sanguínea en el pezón, lo que provoca congestión, edema y daño tisular progresivo (Figura 2). Esta presión mecánica repetida es una de las principales causas de hiperqueratosis y de compresión del esfínter. Los valores estándar sugieren una relación de pulsación de entre 60:40 y 65:35 para las vacas, con frecuencias de 60 ciclos por minuto.

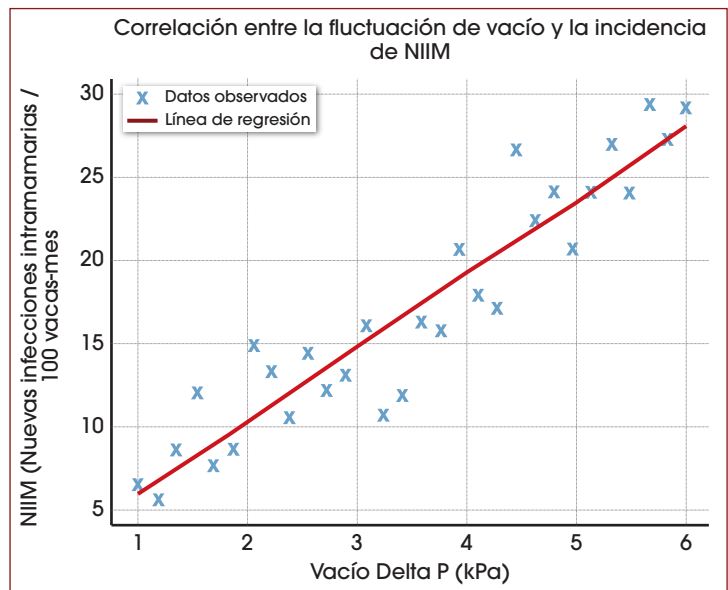
**2.3. Pezoneras (almohadillas):** Son la conexión directa entre la máquina y el animal. Su forma, tamaño, elasticidad y desgaste influyen significativamente en la salud del pezón. Las pezoneras que no se adaptan a la morfología del pezón pueden causar una compresión excesiva o insuficiente, lo que provoca irritaciones, deslizamiento o un ordeño incompleto. El desgaste de las pezoneras es un factor

**Tabla 1.** Parámetros indicativos.

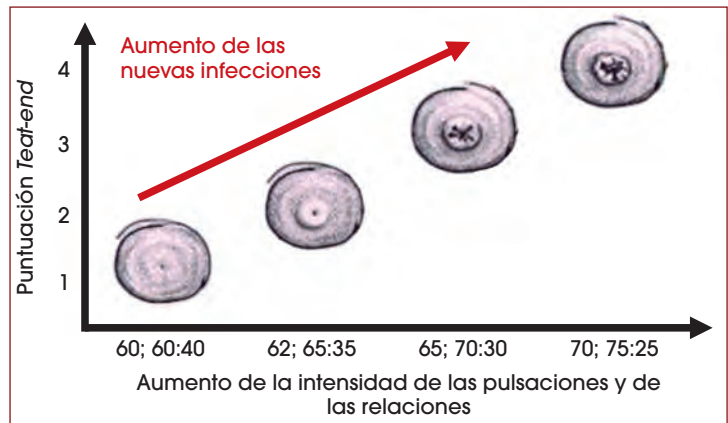
	Nivel de vacío kPa		Pulsaciones PPM	Relación %
	Línea alta/foso	Línea baja		
Vacas	48 / 50	42 / 44	60	60:40 / 65:35
Cabras	42 / 44	38 / 40	90	60:40
Ovejas	40 / 42	36 / 38	120	50:50
Búfalas	50 / 52	44 / 46	60	60:40
Yeguas/burras	40 / 42	36 / 38	90	60:40

**Gráfico 1.** Correlación entre fluctuaciones de vacío e incidencia de nuevas infecciones intramamarias.

(Los puntos muestran una clara tendencia al aumento de las NIIM al aumentar las fluctuaciones de vacío, subrayando la importancia de la estabilidad del vacío en el equipo)



**Figura 2.** Efecto del aumento de la intensidad de las relaciones de ordeño y de los ciclos de pulsación sobre el estado de salud de los esfínteres y sobre el aumento de las nuevas infecciones.



crítico que a menudo se subestima. Con el uso, el material de las pezoneras (goma o silicona) pierde elasticidad, se endurece y puede presentar microfisuras. Una pezonera desgastada no se comprime correctamente durante la fase de masaje, no asegurando la correcta restauración de la circulación sanguínea al pezón y aumentando el riesgo de hiperqueratosis y presión mecánica. Además, la superficie rugosa de las pezoneras viejas puede acumular residuos y bacterias, lo que favorece la aparición de infecciones. **La sustitución de las pezoneras cada 2.500 ordeños o cada 6 meses** es una práctica fundamental e incuestionable.

**2.4. Los equipos de ordeño:** La alineación y el peso del equipo de ordeño son importantes. Un equipo demasiado pesado o mal alineado puede estirar demasiado el pezón, causando tensión y daños en la base. Retirar el equipo en el momento oportuno, preferiblemente con sistemas de liberación automática según el flujo de leche, previene el sobreordeño final, una de las principales causas de hiperqueratosis y daños en el esfínter del pezón. El sobreordeño prolonga la exposición del pezón al vacío sin proporcionar leche adicional que actúe como colchón protector.

### 3. Patologías del pezón relacionadas con el ordeño

Las alteraciones inducidas por un sistema de ordeño deficiente se manifiestan primero en el pezón, predisponiendo la ubre a patologías más graves.

**3.1. Hiperqueratosis del pezón:** Es la patología más común asociada al ordeño mecánico. Se manifiesta como un engrosamiento y endurecimiento del borde del orificio del pezón, con la formación de anillos o rosetas. La hiperqueratosis es una respuesta al estrés mecánico crónico. Las principales causas incluyen:

- Vacío demasiado bajo, demasiado alto o inestable.
- Pulsación incorrecta (fase de masaje inadecuada).
- Pezoneras desgastadas o inadecuadas.
- Exceso de ordeño inicial o final prolongado.
- Preordeño insuficiente (estimulación deficiente).
- Postordeño inadecuado.

La hiperqueratosis es un factor de riesgo significativo para la mastitis. La superficie rugosa y agrietada del pezón hiperqueratósico proporciona un entorno ideal para la adhesión y colonización bacteriana. Además, la compresión del esfínter facilita la entrada de patógenos. Uno de los métodos más utilizados y eficaces para evaluar el estado de salud los esfínteres es el *Teat-end Score* (TES) (puntuación de la punta del pezón).

El TES es un sistema para evaluar la salud de los pezones basado en una escala de calificación del 1 al 4, donde TES 1 define un esfínter perfecto y TES

4 define un esfínter con hiperqueratosis y eversión. Para evaluar el TES en un rebaño, los criterios de referencia exigen que el porcentaje de pezones con una puntuación de 3 sea inferior al 20 %, mientras que el porcentaje de pezones con puntuación de 4 debe ser inferior al 5 %. La Figura 3 muestra un ejemplo de un formulario para medir la puntuación del TES en una ganadería.

**3.2. Edema y congestión del pezón:** Se manifiestan como hinchazón y endurecimiento del pezón, a menudo con un color cianótico. Son típicos de un vacío excesivo o un masaje insuficiente, que impiden el flujo sanguíneo y linfático normal. El edema prolongado puede dañar el tejido y reducir la resistencia local a las infecciones.

**3.3. Lesiones y traumatismos del pezón:** Los rasguños, abrasiones, aplastamientos o hematomas pueden resultar de pezoneras mal colocadas, equipos de ordeño que se deslizan o la retirada manual o brusca del equipo de ordeño. Estas lesiones, incluso si son pequeñas, representan puntos de entrada directos para las bacterias y aumentan la susceptibilidad a la mastitis clínica.

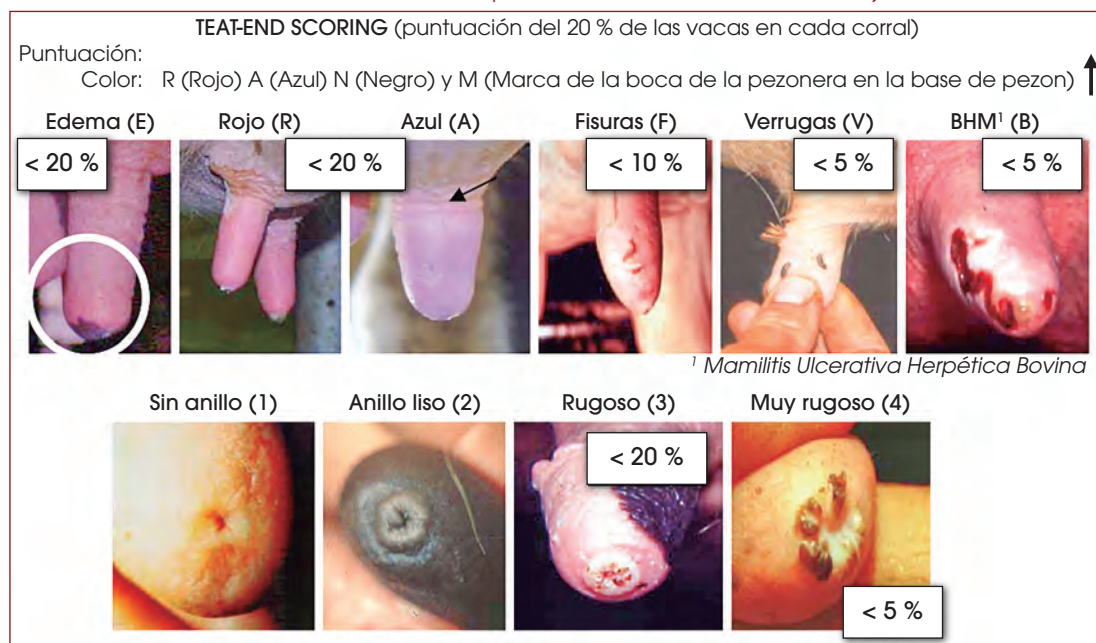
**3.4. Mastitis:** Aunque la mastitis es una enfermedad multifactorial, el equipo de ordeño desempeña un papel crucial en su epidemiología. Un sistema defectuoso puede:

- **Aumentar la exposición a patógenos:** Deslizamiento de las pezoneras, reflujo de leche contaminada.
- **Comprometer las defensas naturales:** Hiperqueratosis, edema, lesiones que debilitan el esfínter y la barrera de queratina.
- **Favorecer la transmisión horizontal:** Las pezoneras no se desinfectan adecuadamente entre ordeños o entre animales.

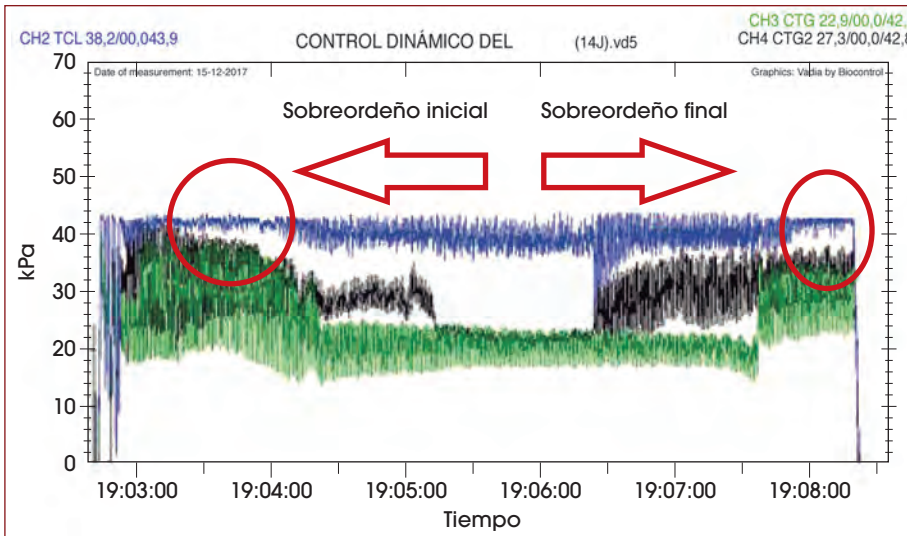
### 4. Estrategias para un ordeño óptimo y el cuidado de la salud de los pezones

La prevención de enfermedades de los pezones requiere un enfoque que combine el manejo adecuado de los equipos con buenas prácticas de ordeño e higiene.

**Figura 3.** Hoja de puntuación Teat-End Scoring (Diseñado por Nigel B. Cook UW-Madison, utilizando las directrices desarrolladas por el "Teat Club International", 2002)



**Figura 4.** Ejemplo de sobreordeño inicial y final sobre una curva de flujo de leche de una vaca durante un control dinámico.



**4.1. Mantenimiento preventivo del equipo:** Es fundamental la revisión periódica del equipo de ordeño por parte de técnicos especializados.

Se recomienda, al menos, una inspección exhaustiva (estática y dinámica) cada 6 a 12 meses, que incluya:

- Verificación de los niveles de vacío y su estabilidad.
- Control de la frecuencia y la relación de pulsación de todos los pulsadores.
- Inspección y sustitución periódica de las pezoneras (cada 2.500 ordeños o cada 6 meses) y los tubos de goma (cada 12 meses).
- Control del funcionamiento de los sistemas de retirada automáticos (verificación del sobreordeño final, ver Figura 4).
- Verificación y control higiénico del equipo.
- Evaluación de las técnicas y rutinas de ordeño (comprobar la presencia de sobreordeño inicial, también conocido como bimodalidad, ver Figura 4).

**4.2. Rutina de ordeño eficaz:** Una rutina estandarizada y cuidadosa minimiza la presión en el pezón y reduce el riesgo de infecciones.

- **Preordeño:** Limpieza a fondo de los pezones con un producto específico de *pre-dipping* (certificado) para reducir la carga bacteriana en la superficie cutánea. A continuación, secado completo con toallitas desechables o toallas de papel.
- **Estimulación:** Eliminación de los primeros chorros de leche (preferiblemente en un recipiente para la detección de mastitis clínica) y estimulación manual de los pezones durante aproximadamente 30 segundos, lo cual es esencial para promover la producción de oxitocina y asegurar una extracción rápida y completa de la leche.
- **Colocación de las pezoneras:** Debe ser rápida y precisa, evitando la entrada de aire.
- **Evitar el sobreordeño final:** La unidad de ordeño debe retirarse en cuanto el flujo de leche des-

**SINBAD**

Servicio de Información de  
 La Base de Datos

**CONAFE**.com

cienda por debajo de un umbral mínimo mediante la retirada automática, con un umbral personalizado para cada rebaño.

- **Postordeño:** Aplicación del *post-dipping* (sellado) a todos los pezones dentro de los 30 segundos posteriores a la retirada de las pezoneras. Esto cierra el canal del pezón, elimina las bacterias restantes sobre la superficie e hidrata la piel. Es fundamental que los animales permanezcan de pie durante al menos 30 a 60 minutos después del ordeño para permitir que el esfínter se cierre y evitar que se acuesten en un ambiente potencialmente contaminado (ver Figura 5).

## 5. Tecnologías innovadoras y el futuro del ordeño para la salud de los pezones

Los avances tecnológicos proporcionan herramientas cada vez más sofisticadas para monitorizar y optimizar el ordeño, con un impacto positivo en la salud de los pezones.

- **Ordeño Robotizado (AMS Automatic Milking Systems):** Los robots de ordeño ofrecen un ordeño personalizado para cada animal, adaptando los parámetros (vacío, pulsación) al flujo de leche individual. También pueden monitorizar la conductividad eléctrica de la leche (un indicador temprano de mastitis subclínica) y aplicar el sellado posterior con mayor precisión.
- **Sensores Avanzados:** Los sensores integrados en los equipos de ordeño miden en tiempo real el flujo de leche, la temperatura de los pezones y su conductividad, lo que proporciona datos valiosos para la identificación temprana de problemas y la optimización de las pausas.

- **Análisis de datos e inteligencia artificial (IA):** Los datos recogidos de los equipos de ordeño se pueden analizar mediante algoritmos de IA para identificar tendencias, prever riesgos de mastitis y sugerir intervenciones de manejo específicas para cada animal o para todo el rebaño, basándose también en la respuesta de los pezones al ordeño.

- **Innovaciones en pezoneras:** La investigación y el desarrollo continuos están dando lugar a pezoneras con materiales y diseños cada vez más ergonómicos y adaptados, reduciendo la presión sobre el pezón y mejorando la eficiencia del ordeño.

Estas tecnologías permiten la gestión proactiva de la salud de la ubre, reduciendo la incidencia de patologías en los pezones y optimizando la producción de leche de forma sostenible.

## Conclusiones

La salud de los pezones no es un detalle secundario en el manejo de una explotación lechera, sino un pilar fundamental sobre el que se basan la productividad, la calidad de la leche y el bienestar animal. Un equipo de ordeño eficiente y manejado correctamente, respaldado por una rutina de ordeño rigurosa y un mantenimiento preventivo constante, es la primera y más eficaz barrera contra las patologías de los pezones y la mastitis.

La adopción de tecnologías innovadoras ofrece nuevas oportunidades para mejorar los estándares de bienestar y productividad. Invertir en comprender y optimizar la relación entre los equipos de ordeño y la salud de los pezones significa invertir en el futuro sostenible de la ganadería lechera.

Figura 5. Pilares de la salud de los pezones en el ordeño mecánico.



## BIBLIOGRAFIA

- Bramley, A. J., & Dodd, F. H. (1985). *Mastitis Control and Herd Management*. NIRD, Reading.
- Mein, G. A., & Reinemann, D. J. (2012). *Machine Milking and Lactation*. Blackwell Publishing.
- IDF (International Dairy Federation). (2009). *Machine milking and mastitis: an international consensus*. IDF Bulletin, 439.
- Neijenhuis, F., Bresser, J. E., & Hogeveen, H. (2001). *Risk factors for teat tissue changes and mastitis in dairy cows*. Journal of Dairy Science, 84(11), 2419-2425.
- Rendini, R. (2018). *Guida Pratica alla Mungitura Meccanica in Zootecnica*. Edizioni Agrifoglio.
- Zadoks, R. N., et al. (2011). *Impact of milking machine settings on teat condition and milk somatic cell counts*. Journal of Dairy Science, 94(7), 3584-3595.
- DairyProducer.com - Dairy Cow Teat Condition Scoring, 2024.
- Cook Nigel B. - Teat-End Score Chart- using the guidelines developed by The "Teat Club International" - 2002, UW Madison.

