

# Limpieza y desinfección del equipo de ordeño. Identificación de problemas de limpieza (1ª parte)

## 1. INTRODUCCIÓN

No puede negarse que en la dos últimas décadas, la calidad de los productos alimenticios ha cobrado una enorme importancia; la leche no ha sido una excepción. Por un lado, la industria demanda un producto con las características adecuadas para una correcta transformación. Por otra, el consumidor es cada vez más exigente y apuesta por un producto libre de agentes contaminantes y con unas determinadas propiedades organolépticas, si bien es verdad que las fuertes campañas publicitarias en el sector de los productos lácteos pueden dirigir de una forma interesada y no siempre correcta el gusto y las exigencias del consumidor.

Los consumidores demandan productos lácteos de más calidad en un mercado cada vez más competitivo, en el que se pueden encontrar productos de casi cualquier parte del mundo. Satisfacer estas necesidades requiere por parte del productor un alto nivel de calidad sostenida, sostenimiento que sólo puede producirse si la materia prima que da origen a dichos productos es también de la mejor calidad posible.

La presión del consumidor se transmite finalmente al ganadero de tres formas posibles:

- 1.- Exigencias legales para lograr los estándares básicos de calidad.
- 2.- Incentivos o penalizaciones en el pago, basados en la calidad de la leche.



3.- Precios de la leche que reflejan el acceso o rechazo de mercados que requieren leche de alta calidad.

El término "calidad" no es fácil definirlo por cuanto puede englobar distintos conceptos, muchos de ellos de apreciación totalmente subjetiva. No obstante, y aceptando que cualquier globalización o generalización es discutible, podemos considerar que la **calidad es el grado de aptitud para el uso** y que, por tanto, valor nutritivo, características organolépticas, conservabilidad y elementos contaminantes van a condicionar dicha aptitud y,

por ello, la calidad.

Hoy hablamos de leche de calidad cuando los componentes naturales de la misma se encuentran en porcentajes normales y preestablecidos, alterándose lo menos posible a lo largo de la larga cadena de producción de leche y productos lácteos hasta su llegada al consumidor.

De entre las posibles causas de insuficiente calidad de la leche, la contaminación de origen microbiano es la principal, asociándose a instalaciones de ordeño con limpieza deficiente como resultado de un programa de lavado ineficaz. Para la consecución de leche de máxima calidad es fundamental seguir un programa exigente de higiene en la instalación.

## LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL EQUIPO DE ORDEÑO

### 2.1. Consideraciones previas

La **limpieza** puede definirse como la eliminación de la suciedad y otros residuos extraños. Normalmente, se consigue mediante lavado con agua a la que se añade un detergente para aumentar su eficacia. A pesar de que esta limpieza eli-

**Antonio Callejo Ramos** <sup>(1)</sup> y **Virginia Díaz Barcos** <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Dpto. de Producción Animal. EUIT Agrícola-U.P.M.  
antonio.callejo@upm.es

<sup>(2)</sup> Dpto. de C.y T aplicadas a la ITA. EUIT Agrícola-U.P.M.  
virginia.diaz@upm.es

2ª parte (nº 159 mayo/junio):

- Programas y sistemas de lavado
- El agua en la limpieza de las instalaciones
- Identificación de problemas de limpieza
- Referencias bibliográficas

**Tabla 1. Porcentaje de los principales componentes de la leche en el residuo y en la piedra de leche**

Componentes de la leche	Solubilidad	Facilidad de movilización en frío	Alteraciones por calor	% en leche	% en depósitos de leche de nueva formación	% en piedra de leche	Microorganismos degradativos	Alteraciones microbianas
Agua				87	20	3		
Grasa	Pobre en agua y soluciones alcalinas o ácidas	Buena con agentes tensioactivos	Polimerización	4	25	3 - 18	Pseudomonas	ÁGL (olor y sabor)
Proteína Caseína: 80% Suero: 20%	Pobre en agua Media en solución ácida Buena en solución alcalina	Pobre en agua Mejor con soluciones alcalinas	Desnaturalización	3	20	4 - 44	Pseudomonas Bacillus	Corta caducidad (olor y sabor)
Lactosa	Buena en agua, tanto en soluciones alcalinas como ácidas débiles	Buena	Posible caramelización	5	25	0	Lactobacillus Streptococos	Ácido láctico Ácido propiónico Ácido acético
Minerales Ca, P, NA, MG y Cl Fe, Mn y otros (H <sub>2</sub> O)	Depende de la sal. En general, bien	Bastante buena	Precipitación	1	10 Eliminación con detergente ácido	42-67		

mina gran parte de las bacterias, la evidente posibilidad del crecimiento de cualquier resto bacteriano, es preciso eliminarlo o inhibir su crecimiento, para lo que se requiere poner en marcha procesos de esterilización o desinfección

La **esterilización** consiste en la eliminación de todos los organismos vivos, lo cual se consigue, generalmente, mediante aplicación de calor.

La **desinfección** es un proceso que permite dejar aceptablemente bajos los niveles de contaminación bacteriana, de forma que no den lugar a ningún tipo de patología. Para desinfectar se utilizan compuestos químicos conocidos con el nombre genérico de *desinfectantes*. Se denominan *sanitizantes* cuando se combinan con un detergente. **Sanitización** es, por tanto, el proceso que deja las superficies tratadas aceptablemente limpias y libres de microorganismos, al menos, de patógenos.

La limpieza y desinfección de la instalación de ordeño es uno de los factores claves en la producción de leche de calidad por lo que deben ser cuidadosamente realizadas para lograr los mejores resultados y evitar aumentos indeseados en el contenido de bacterias y que tan costosos son para el ganadero.

La limpieza como concepto se basa en seis principios:

1. Suciedad
2. Agua
3. Energía
4. Tiempo
5. Drenaje
6. Mantenimiento de la máquina

## 2.2. Suciedad

Aquí, el término suciedad se refiere a restos de leche que quedan en la instalación después de haber ordeñado. Si bien es cierto que el enjuague con agua tibia elimina la mayor parte de estos restos, es imprescindible eliminarlos en su totalidad. Eliminar los restos de leche tropieza con el inconveniente de las distintas propiedades de sus componentes, en lo que se re-

Tabla 2. Principales bacterias causantes de alteraciones en la leche		
Características	Denominación	Daños posibles en la leche
Resistentes al frío (Psychophilas)	<i>Pseudomonas</i> <i>Flavobacterium</i>	- Sabor - Cuajada de queso viscosa - Leche viscosa - Caducidad corta - Trazas de enzimas
Adaptadas a la temperatura del cuerpo (Mesophilas)	<i>Staphylococcus</i> <i>E-coli</i>	- Caducidad corta - Podría formar ácido y gas
Resistentes al calor (Thermophilas)	<i>Bacillus</i> <i>Streptococcus</i>	- Frecuente formación esporas - Puede sobrevivir a la pasteurización - Caducidad corta - Trazas de toxinas

fiere a su mejor o peor movilización con agua fría, el pH óptimo de actuación de los productos de limpieza para su eliminación, la posible desnaturalización por efecto del calor, etc. (Tabla 1)

Por otra parte, esta suciedad supone un excelente caldo de cultivo para el desarrollo de microorganismos, bacterias fundamentalmente, las cuales, por sí mismas, o por las enzimas que producen, pueden provocar numerosas alteraciones en la leche. La clasificación de las principales bacterias implicadas según la temperatura óptima para su desarrollo, así como los posibles daños que originan en la leche se sintetizan en la Tabla 2.

El uso generalizado de la refrigeración durante el almacenamiento de la leche cruda antes de su tratamiento térmico ha eliminado el riesgo de deterioro asociado al crecimiento de los gérmenes termófilos y mesófilos y de otros muchos organismos patógenos. Sin embargo, el empleo de las bajas temperaturas durante este almacenamiento favorece el desarrollo de las bacterias psicrótrofas.

Estos microorganismos psicrótrofos están ampliamente distribuidos en la naturaleza, encontrándose en el agua, el suelo, el aire, las plantas y los animales...

Las fuentes más importantes de contaminación de la leche por estas bacterias son el interior de la ubre, la superficie

externa del animal y los equipos de ordeño, transporte y almacenamiento de la leche.

El verdadero problema de estas bacterias no está solamente en que puedan elevar los recuentos bacterianos sino que su actividad metabólica produce enzimas lipasas y proteasas que resisten los tratamientos térmicos de esterilización de la leche, persistiendo su acción en el tiempo en el caso de productos de larga vida y disminuyendo el rendimiento de los procesos de coagulación y fermentación de la leche.

## 2.3. Agua

En el apartado "El agua en la limpieza de instalaciones" (próximo nº de Frisona Española) abundaremos en la importancia del agua en el proceso de limpieza. Ahora nos limitaremos a comentar un aspecto que, en muchas ocasiones, no se tiene en cuenta: el de cuánto agua, fría y caliente, se necesita para lavar.

### 2.3.1. Volumen de agua

El agua es el medio en el que se disuelven los productos de limpieza para realizar el lavado y la desinfección de la instalación. Con relación a él se deben tener en cuenta aspectos como el volumen de agua necesario, su calidad y la temperatura que debe alcanzar para ga-

## Limpieza y desinfección del equipo de ordeño...

**Tabla 3. Volumen de agua necesario para lavar las conducciones de leche**

Elemento	Volumen de agua
Tubería de leche	30-50 % de su capacidad
Tubería de lavado	50 %
Tubo de descarga al tanque de frío	100%
Margen adicional (*)	10 %

(\*) Para mantener en la piletta de lavado una suficiente y constante cantidad de agua a lo largo de cada ciclo de lavado  
Fuente: Godwin y Turner, 1995

**Tabla 4. Capacidad de algunos componentes de la instalación de ordeño**

Componente	Capacidad (*) (litros)
Depósito sanitario	7,5 - 15
Unidad Final	25 - 75
Medidores volumétricos (**)	25 - 40

(\*) Para una mayor precisión se debe consultar al fabricante  
(\*\*) Para lavar los medidores volumétricos se considera un volumen de agua adicional de 4 litros por cada medidor

**Tabla 5. Ejemplo de cálculo del volumen de agua necesario para el lavado**

Componente	Capacidad (litros)	Litros agua/ciclo
Tubería de leche (20 m; 75 mm Ø)	90	45 (50%)
Unidad final	50	25 (50%)
Depósito sanitario	10	5 (50%)
Tubería de descarga (13 m; 40 mm Ø)	16	16 (100%)
Tubería de lavado (25 m; 50 mm Ø)	50	25 (100%)2
<b>Subtotal</b>		
+ 10%		116
<b>TOTAL litros/ciclo</b>		<b>128</b>

**Tabla 6. Estimación del volumen de agua necesario para lavado**

Longitud conducción de leche (m)	Multiplicar por	Litros
• 98 mm Ø	1,50	
• 73 mm Ø	0,84	
• 60 mm Ø	0,57	
• 48 mm Ø	0,36	
• 38 mm Ø	0,23	
Longitud tubería de lavado y tubo descarga (m)	Multiplicar por	Litros
• 73 mm Ø	4,2	
• 60 mm Ø	2,8	
• 48 mm Ø	1,8	
• 38 mm Ø	1,1	
Volumen receptor(es) (litros)	Multiplicar por	Litros
		0,33
Nº de unidades de ordeño	Multiplicar por	Litros
		1
Nº de medidores	Multiplicar por	Litros
		1
Longitud tubo largo de leche (m)	Multiplicar por	Litros
• de 14 mm Ø	0,15	
• de 16 mm Ø	0,20	
Nº de preenfriadores	Multiplicar por	Litros
		8
Nº de piletas	Multiplicar por	Litros

Fuente: Reinemann y col, 2003

garantizar la eficacia del proceso.

El lavado correcto de la instalación requiere una cantidad de agua de la que debe disponerse en el momento de la limpieza. Es decir, la necesidad de agua tiene un pico muy importante en el momento del lavado de la instalación, por lo que es recomendable disponer de depósitos de almacenamiento de agua, más aún si el caudal que aporta la fuente de abastecimiento no es suficiente.

Estimar la cantidad de agua que se necesita para cada ciclo de lavado del equipo de ordeño depende, en gran medida, de las características de la instalación, esto es, del número, tipo y volumen de los componentes por los que circula la leche y que es preciso limpiar. Como cifras orientativas, podemos dar las que figuran en la Tabla 3.

Debemos tener en cuenta que en el cálculo del volumen de la tubería de leche se incluyen diversos componentes, cuya capacidad más habitual incluimos en la Tabla 4.

Para lavar automáticamente el tanque de refrigeración se considera necesario un volumen de agua del 3-5% de la capacidad del tanque, aunque no se lo sumaremos al volumen de agua para limpiar el equipo de ordeño porque, en general, son dos procesos que no se suelen realizar simultáneamente.

En la Tabla 5 podemos ver un ejemplo de cálculo del volumen necesario de agua por cada fase del ciclo de lavado para una instalación de ordeño en espina de pescado, en línea baja, con 12 unidades de ordeño y sin medidores volumétricos.

Si consideramos que esta instalación cuenta con un tanque de 3.000 litros, el lavado automático de éste requeriría un volumen entre 90 y 150 litros de agua.

En el caso de que la instalación de ordeño disponga de un preenfriador de pla-



cas o de otro tipo, la limpieza de éste aumentaría ligeramente la capacidad del tubo de descarga.

También habría que considerar el consumo de agua necesario para la limpieza de las diversas zonas o locales de un centro de ordeño: suelos de lechería y sala de ordeño, plataformas de ordeño y patio de espera, aseos y otras dependencias y usos. Estas necesidades son muy variables, en función de las dimensiones de cada zona, de la suciedad que introduzcan los animales y del número de operarios que usan los aseos.

La Federación Internacional de Lechería propone otra metodología para calcular el volumen de agua necesario para la limpieza de instalación de ordeño. Dicho volumen se calcula a partir de la Tabla 6, en función del diámetro y longitud de las tuberías y de otros elementos de la instalación.

### 2.3.2. Necesidades de agua caliente

No es posible pensar en un lavado eficaz y correcto sin la utilización de agua caliente, a fin de lograr que el agua y/o la solución de limpieza empleadas en cada fase del proceso alcance la temperatura adecuada. El agua caliente necesaria en cada ciclo será igual al volumen de agua de limpieza calculado anteriormente para el ciclo de lavado (sanitización), y la mitad de dicho volumen en los ciclos de enjuagado previo y aclarado final si éstos se hacen con agua templada. Tomando el ejemplo anterior, podríamos calcular las necesidades de agua caliente del modo que se señala en la Tabla 7.

### 2.4. Energía

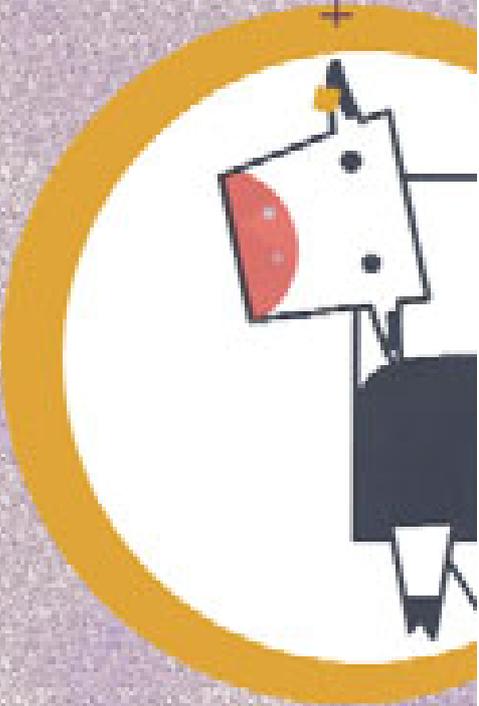
Son 4 los factores que tienen especial influencia en el lavado. Los 4 son fundamentales, si bien hasta cierto punto pue-



# GENÉTICAL

- Sementales
- Embriones
- Dosis Seminales
- Mejora Genética
- Asesoramiento Técnico
- Central de Compras
- Sementales en testaje:

Leo, Laudo y  
Maseraty



¡ Seguimos Trabajando !

Genetical Soc. Coop. C/ 20 de Febrero nº6 ofc. 2  
47001 Valladolid • Tfno. 34 983 374 668 • Fax: 34 983 130 591  
genetical@genetical.es • www.genetical.es

## Limpeza y desinfección del equipo de ordeño...

Operación	Agua caliente (litros)
Enjuagado previo	64
Ciclo de lavado	128
Aclarado final	0
<b>Subtotal</b>	<b>192</b>
+ 10%	19
<b>Total</b>	<b>211</b>
Enjuagado, lavado y aclarado del tanque (2 % x 3.000 l)	60
<b>TOTAL AGUA CALIENTE</b>	<b>271</b>

den compensarse las deficiencias de unos con el exceso de otros:

- Energía Mecánica
- Energía Química
- Tiempo
- Temperatura

### 2.4.1. Energía Mecánica

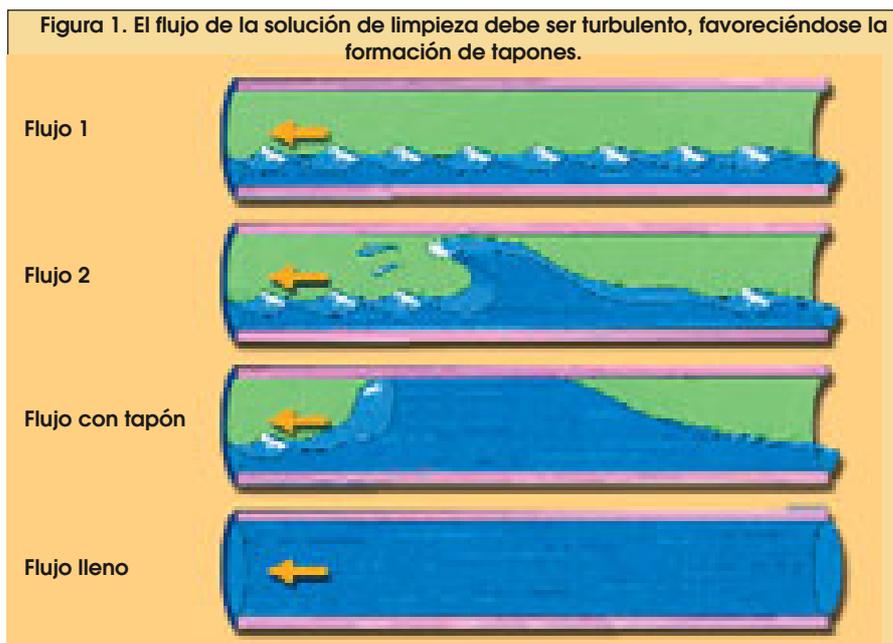
El flujo de agua en las tuberías puede ser "laminar" o "turbulento" (figura 1). Sus características vienen determinadas por cierto número de factores como diámetro de la tubería, temperatura y velocidad.

La acción de la solución de limpieza será más eficaz en cuanto sea capaz de ponerse en contacto con la suciedad, empaparla, separarla y retirarla. La intensidad de la secuencia "contacto-penetración-desprendimiento" crecerá en la medida que lo haga el factor mecánico de la turbulencia.

En las instalaciones de ordeño actuales, cada vez más grandes y donde se ordeñan animales de mayor producción, se hace necesario utilizar tuberías de leche de gran longitud y mayor diámetro que las empleadas hace años. Estas circunstancias, sin embargo, complican considerablemente el proceso de limpieza.

Este hecho ha sido contemplado en la última revisión de la Norma UNE 68050:1998<sup>(1)</sup>, donde, para calcular el caudal de la bomba necesario en cada instalación, se debe tener en cuenta que éste caudal debe ser suficiente para que la solución de lavado circule a una velocidad entre 6-8 m/s para facilitar la formación de tapones de agua que posibiliten el contacto del agua de limpieza con toda la superficie interior de la conducción de leche.

También, por ello, se recomienda la instalación de inyectores de aire, los cuales provocan la formación y el mantenimiento de los tapones a lo largo de la tubería de leche, hasta la unidad final. Se forma un "tapón" cuando se admite en el sistema un gran volumen de aire detrás de un volumen de agua. La velocidad de la admisión de aire determina la veloci-



dad del tapón (7-10 m/seg).

Debe controlarse el volumen de agua contenido en estos tapones con el fin de evitar que un elevado caudal pueda inundar el depósito sanitario y causar una excesiva caída de vacío en la instalación, así como la posibilidad de que pase desde el depósito sanitario al sistema de vacío.

El objetivo es que a lo largo de la fase de limpieza (8-10 minutos) se forme un número suficiente de tapones (2-3 tapones/minuto) en la tubería de leche y que éstos se deshagan al llegar a la unidad final. La optimización de este efecto mecánico reduce el uso de agua y de productos químicos (ver el punto "Inyección de aire", próximo nº).

### 2.4.2. Energía Química

Las reacciones entre la suciedad y el detergente se producen para aumentar la solubilidad de la suciedad y facilitar su eliminación. Las características físicas y químicas de la suciedad van a determinar el tipo de producto químico y la temperatura a utilizar.

El detergente realiza las funciones de:

- Mojante
- Disolvente
- Emulsión y dispersión
- Ablandamiento del agua
- Facilidad de eliminación
- Propiedades desinfectantes

Los detergentes comúnmente usados en los equipos de ordeño son:

**ACIDOS:** para disolver principalmente los depósitos de base mineral. Su pH debería estar entre 2,5 y 3,5. No están afectados por el agua dura. No obstante su dosificación deberá garantizar un pH dentro de la gama indicada.

**ALCALINOS:** para disolver los depósitos de base orgánica (grasas, proteínas y carbohidratos). Su pH debería estar entre 11,5 y

12,5 (detergentes clorados y al menos en 12 (detergentes no clorados). Están afectados por la dureza del agua, por lo que es preciso ajustar la dosificación para garantizar unos valores óptimos de pH, de nivel de cloro y de alcalinidad activa (Tabla 8). Los niveles de cloro mínimos (detergentes clorados) se cifran en 70 ppm, mientras que los niveles de cloro para que la actividad bactericida sea suficiente se elevan a 100 ppm.

Condiciones de suciedad	Alcalinidad activa
Mínimo	500 ppm
Medio	700 ppm
Alto	1.000 ppm

Los compuestos clorados más conocidos son los hipocloritos (sódicos y cálcicos) y las cloraminas (cloramina T, B y dicloramina T). Junto a las sales de plata, el ozono y el permanganato potásico, son los desinfectantes que la legislación española permite para el tratamiento de las aguas potables, aunque la cloración es el método más empleado.

Además de su utilización para el tratamiento de aguas potables, los compuestos clorados también son utilizados en la formulación de soluciones desinfectantes para diversos usos en la Industria Alimentaria. Junto a los hipocloritos y las cloraminas se encuentra el cloro gaseoso, los fosfatos trisódicos clorados y los ácidos di y tri cloroisocianúricos.

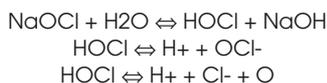
Los más utilizados son los hipocloritos por su coste asequible y su rápida acción. Presentan actividad frente a un amplio espectro de bacterias y esporas bacterianas, aunque son más efectivos frente a bacterias Gram -.

Los compuestos clorados presentan las características de reaccionar con materias inorgánicas no reductoras, con compuestos orgánicos, así como con el

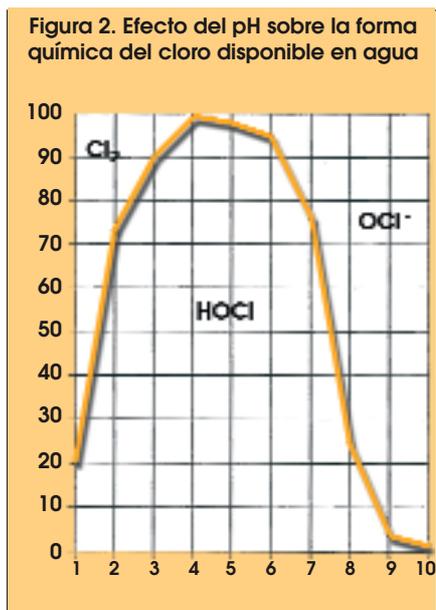
(1) El 9 de febrero de 2007 se publicó la última revisión de la Norma ISO-5707 (Construcción y funcionamiento de máquinas de ordeño), donde se referencian estas cuestiones

amoniaco y las aminas. Compuestos tales como el H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub> y SO<sub>3</sub> reaccionan con el cloro residual libre dando lugar a ión cloruro estable y no bactericida.

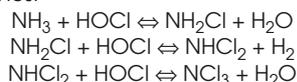
El cloro residual libre puede existir en disolución como ácido hipocloroso, como ión hipoclorito, o como ambas formas; el pH determinará cuál es la forma predominante. Al añadir hipoclorito de sodio al agua se producen las siguientes reacciones:



Para valores de pH bajos, mayoritariamente se encuentra el ácido hipocloroso, el cual tiene un alto poder de oxidación y es un eficaz desinfectante. Para valores de pH superiores a 7,5 predominan los iones hipoclorito y, por encima de pH 9,5, el residuo está compuesto, casi completamente, por iones hipoclorito. Éste presenta menos actividad que el ácido hipocloroso, por lo que el efecto bactericida del cloro residual libre dependerá de la composición del residuo y, por tanto del pH del medio (figura 2).



Paralelamente, en las aguas cloradas, se encuentra el concepto de cloro residual combinado, que se produce por la reacción del cloro residual libre con amoniaco y aminas. Este cloro residual combinado posee bajo potencial de oxidación y, por tanto, su acción bactericida es más lenta. Es el caso de las cloraminas y dicloraminas que se forman mediante las reacciones:



Las cloraminas frente a los hipocloritos presentan menor actividad antimicrobiana, pero son más estables y conservan su actividad más tiempo (figura 3).

De esta figura 3 se deduce que de cada 100 partes de cloro añadido al agua, sólo 30 quedan disponibles para

ejercer su acción bactericida. El resto se destruye por la acción de compuestos reductores o se combina para formar compuestos orgánicos de cloro y cloraminas, de menor acción bactericida.

De todo lo visto, se deduce que la cantidad de cloro a añadir debe satisfacer la demanda de las sustancias presentes en el agua y dejar una cantidad de cloro residual disponible. Así, el R.D. 140/2003, de 7 de Febrero<sup>(2)</sup>, establece en su artículo 10.2: "las aguas de consumo humano distribuidas al consumidor por redes de distribución públicas o privadas, cisternas o depósitos deberán ser desinfectadas. En estos casos, los subproductos derivados de la desinfección deberán tener los niveles más bajos posibles, sin comprometer en ningún momento la eficacia de la desinfección".

Según el tipo de tratamiento la concentración de cloro residual (libre o combinado) se ajustará a los límites siguientes:

- Aguas tratadas con hipoclorito:  
Cloro residual libre:  
Concentración mínima 0,2 mg/l  
Concentración máxima 0,8 mg/l
- Aguas tratadas con cloraminas:  
Cloro residual combinado:  
Concentración mínima 0,8 mg/l  
Concentración máxima 2 mg/l

En el mismo Real Decreto se especifica que la Industria es la responsable de garantizar estos niveles en toda su instalación de agua potable.

Las recomendaciones en cuanto a la concentración de generadores de cloro activo en el uso de compuestos clorados para fines diferentes de la cloración de aguas, se encuentran entre los rangos:

- 25-50 mg/l para desinfección tras procedimiento de limpieza en sistemas cerrados.
- 100-400 mg/l para desinfección tras procedimiento de limpieza en sistemas cerrados con pH 9,5-11,5.
- 1000-5000 mg/l para desinfección de superficies abiertas.

No debe olvidarse a la hora de elegir una concentración determinada, que los

compuestos clorados se combinan con la materia orgánica perdiendo eficacia y que son corrosivos pudiendo llegar a deteriorar, incluso, al acero AISI 316 si no se emplean adecuadamente según indicaciones comerciales.

### 2.4.3. Tiempo

El tiempo debe ser el suficiente para eliminar la suciedad. Existen muy variados periodos de lavado (entre 2 y 10 minutos). Cuando se utiliza poca agua se puede tener más tiempo en circulación; cuando esta es abundante, el tiempo de contacto está asegurado por el volumen y no por la circulación. Este segundo método consume más energía, agua y detergente.

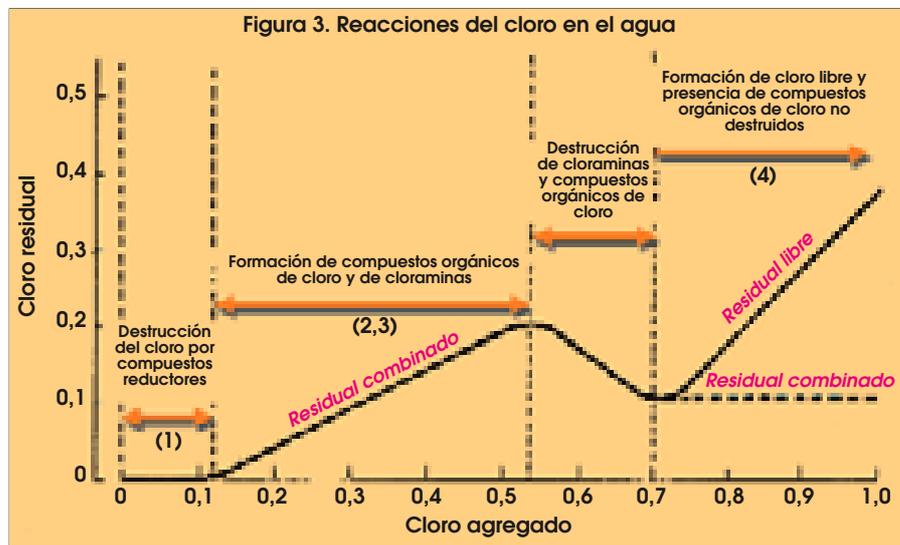
### 2.4.4. Temperatura

La temperatura del agua utilizada en las distintas fases del proceso de limpieza será la más adecuada a cada una de esas fases.

En la fase de enjuagado previo se utilizará agua templada, entre 32 y 49 °C. Este agua debe circular en circuito abierto (es decir, dejando abierto el desagüe de la piletta) hasta que el agua salga clara. El agua templada elimina mejor la suciedad que el agua fría. Además, la tubería no se enfriará y, de este modo, no absorberá calor del agua utilizada en la siguiente fase.

En la fase de lavado propiamente dicho, la solución sanitizante (detergente + desinfectante) debe estar a una temperatura comprendida entre 68 y 80 °C, teniendo en cuenta que al final de esta fase, la solución de limpieza (que circulará en circuito cerrado) no deberá estar a una temperatura inferior a 40-45 °C si queremos asegurar la eficacia del proceso. Esta premisa puede ser difícil de lograr en instalaciones grandes, con tuberías de gran longitud.

También es aconsejable que el aclarado final se haga con agua templada para eliminar todos los restos de solución sanitizante. El agua fría puede originar la



(2) Por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano

## Limpieza y desinfección del equipo de ordeño...

solidificación de residuos grasos que aún puedan quedar en las conducciones.

Cuando la temperatura de la solución de lavado alcanza valores excesivamente altos, se puede ocasionar:

- desnaturalización de las proteínas
- caramelización de la lactosa
- polimerización de las grasas
- pérdidas de cloro, ó
- precipitación de sales minerales,

alteraciones que harán disminuir la eficacia del proceso de limpieza y pueden deteriorar alguno de los materiales con los que se fabrican los equipos de ordeño, amen de originar un gasto innecesario de energía.

En algunas instalaciones, se efectúa una desinfección de las conducciones justo antes del ordeño, debiéndose garantizar el perfecto drenaje de esta solución antes de empezar a ordeñar para evitar el paso de residuos de ésta a la leche. Debe asegurarse un tiempo de contacto mínimo de 1 minuto de una solución de, al menos, 50 ppm de cloro activo cuando la temperatura es de 24 °C.

Por cada 10 °C menos de temperatura, es necesario aumentar al doble el tiempo de exposición o aumentar la concentración de cloro para lograr una acción bactericida similar.

Si se utilizan compuestos yodados, su concentración debe ser de, al menos, 12,5 ppm y la temperatura de la solución no superior a 50°C, ya que el yodo se volatiliza a altas temperaturas y disminuye su poder bactericida.

En zonas de aguas duras (ver "El agua en la limpieza de las instalaciones", próximo nº) la eficacia del calentador de agua (sobre todo si es un termo eléctrico) puede verse seriamente comprometida por la acumulación de depósitos de carbonato cálcico, disminuyendo la temperatura del agua caliente producida.

### 2.5. Drenaje

Un drenaje deficiente puede conducir a situaciones problemáticas diversas:

- 1º. El agua que permanece en la instalación puede ser fuente de contaminación. El agua caliente se considera prácticamente libre de bacterias, pero los pocos microorganismos que pueden estar presentes en ella después del lavado, se multiplican durante el periodo entre ordeños.
- 2º. Cuando se usa agua contaminada en el enjuague previo al ordeño, parte de la misma llegará al tanque de leche causando contaminación.
- 3º. Puede disminuir la temperatura de la solución de limpieza si el agua de enjuagado no ha drenado bien.
- 4º. Puede haber mezclas de sustancias químicas antagónicas, disminuyendo o anulándose la eficacia de dichas sustancias.

Por ello, debemos asegurarnos que no quede agua en el sistema después del lavado, amén de comprobar la existencia de puntos bajos en los tubos, equipados con válvulas de drenaje automático.

**Figura 4. Pezoneras agrietadas por un uso demasiado prolongado son difíciles de limpiar y un importante foco de contaminación microbiana**



### 2.6. Mantenimiento de la máquina

Todos los componentes de goma se deben cambiar con regularidad. Una instalación con un buen mantenimiento resulta más fácil de limpiar y una instalación limpia tiene una vida útil más larga. Los elementos que más se deterioran son los de goma, pues son los que más sufren la acción de los detergentes y desinfectantes (figura 4).

El deterioro se manifiesta fundamentalmente en un aumento de la rugosidad interior, además de una pérdida de elasticidad. Ello provoca que con el tiempo estos componentes sean más difíciles de limpiar. La investigación indica que la contaminación en pezoneras de 4.000 ordeños es seis veces mayor que en aquellas con 2.000 ordeños.

Hay que verificar también la presencia de material no apto para uso alimentario. Asimismo, el uso de materiales de baja calidad, representada por su alta rugosidad interior, dificulta el lavado, siendo el lugar de acumulación de restos de leche y bacterias. Según la norma ISO-5707, las superficies en contacto con la leche deben tener una rugosidad superficial Ra<2,5 mm, y en los cordones de sol-

dadura, Ra<16mm.

La Tabla 9 constituye una primera lista de comprobaciones mecánicas, con distintos puntos a verificar, como requisito básico de un adecuado programa de mantenimiento.

Aquellos elementos de la instalación de ordeño que no entran en contacto con la leche (tuberías de vacío, pulsadores, etc.) pueden constituir también una fuente de contaminación, por lo que deberían ser limpiados periódicamente (1-2 veces al año) o cada vez que entra leche en el sistema de vacío.

Asimismo, los elementos de conexión entre tuberías y los de caucho deben ser sustituidos, al menos, 1 vez al año.

El montaje correcto de la instalación también tiene efectos favorables con relación a la limpieza. Una menor longitud de la tubería de lavado entre la lechería y la sala de ordeño permite reducir el volumen de agua necesario y la pérdida de temperatura, además de facilitar la formación de tapones.



**Tabla 9. Lista de comprobaciones mecánicas**

Punto de comprobación	Corrección
Copas taponadas	1) inspeccionar y limpiar 2) cambiar juntas de goma para evitar succión de aire
Copas mal ajustadas	1) ajustar por el método de los cántaros 2) ajustar para que todas las copas tengan un flujo igual para un lavado eficaz
Inyector de aire taponado	1) desmontar y limpiar
Inyector de aire mal ajustado	1) ajustar la entrada de aire
Insuficiente capacidad de la bomba de leche	1) reducir la cantidad de agua de lavado 2) reducir la velocidad del flujo en las copas 3) instalar una bomba de leche de más capacidad
Calentador de agua defectuoso	1) combinar elementos
Válvula de deflección defectuosa	1) cambiar la válvula (o repararla)
Filtros de leche sucios	1) instalar siempre filtros de leche al lavar 2) desmontar el intercambiador de placas y limpiar