

Limpieza y desinfección del equipo de ordeño.

Identificación de problemas de limpieza (2ª parte)



1. PROGRAMAS Y SISTEMAS DE LAVADO

1.1. Procedimientos más habituales

En prácticamente todos los sistemas de lavado que se utilizan hoy en día, el programa de lavado se basa en 3 pasos:

- Enjuagado previo
- Lavado - desinfección
- Aclarado posterior

Muchos programas incluyen lavado y desinfección en un solo paso y otros aconsejan una desinfección inmediatamente antes del ordeño.

De entre los diversos sistemas de lavado, quizá el más frecuente sea el de recirculación (C.I.P.) con uso de agua caliente. En no pocas instalaciones de este tipo, falta la lavadora automática

para ser una auténtica CIP. A nuestro juicio, el bajo coste de la lavadora y sus indudables beneficios no justifican esta frecuente carencia por lo que recomendamos su instalación.

Este sistema permite una total automatización del proceso, lo que deja tiempo para realizar otras labores como la propia limpieza de la sala de ordeño. Es fácil de usar, los resultados son fiables si la lavadora está bien ajustada y los productos químicos se manejan de una forma segura y efectiva, puesto que el sistema ajusta la temperatura del agua, los tiempos de circulación y la dosificación de los productos de limpieza y desinfección.

En función de la dureza del agua,

caben dos sistemas de lavado:

- **Lavado alternativo**, cuando las aguas son duras
 - ⑤ detergente alcalino por la mañana
 - ⑤ detergente ácido por la tarde
- **Lavado alcalino dominante**, en el caso de contar con aguas blandas
 - ⑤ detergente alcalino 11-13 veces/semana (*)
 - ⑤ detergente ácido desde 1-3 veces/semana hasta 1 vez/mes (*)

(*) En el caso de 2 ordeños/día.

En otros países se emplean métodos de limpieza distintos al señalado anteriormente. Así, en Nueva Zelanda, se emplea agua acidificada a 90°C en la fase de limpieza (alternando periódicamente con detergente alcalino), seguida de un aclarado con agua fría. La rutina de limpieza más frecuente en USA es una combinación de: enjuagado previo, lavado alcalino, aclarado ácido (su frecuencia depende de la dureza del agua) y una desinfección preordeño.

1.2. Inyección de aire

La inyección de aire en la tubería de leche o en la de lavado se utiliza habitualmente para incrementar la acción mecánica de la solución de limpieza y reducir el consumo de agua en salas de ordeño donde la tubería de leche es larga y de diámetro elevado. El objetivo de la inyección de aire es formar un "tapón" de solución de limpieza que se desplace a través de la tubería de leche.

No obstante los inyectores deben ser regulados para conseguir que sean eficaces en su función. Para ello, debe seguirse un determinado procedimiento que exponemos seguidamente. Antes de ello, también debe comprobarse que el flujo de solución de limpieza a través de las unidades de ordeño es correcto (ver punto 3).

a). Ajuste del tiempo de apertura del inyector. Este tiempo en el que el inyector está abierto es un valor fácil de calcular. El

Antonio Callejo Ramos ⁽¹⁾ y Virginia Díaz Barcos ⁽²⁾

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

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

1ª parte (publicada en el nº 158 marzo/abril):

- Introducción
- Limpieza y desinfección del equipo de ordeño

tapón formado en el punto en que el aire se inyecta debe desplazarse hasta el receptor sin romperse. Dividiendo la distancia existente (entre el punto de inyección y el receptor) entre la velocidad de desplazamiento del tapón (debe situarse entre 7 y 10 m/s), resulta el tiempo que el inyector debe permanecer abierto.

b) Comprobación de la velocidad del tapón y ajuste de la cantidad de aire inyectado. Debe disponerse en la tubería de leche de dos puntos de conexión separados, al menos, 10 metros. En estos puntos se conectará un medidor de vacío, a través de sendos tubos transparentes de 2-3 m de longitud, tomando las precauciones debidas para que no haya paso de leche de la tubería al medidor de vacío.

La velocidad del tapón puede calcularse dividiendo la distancia recorrida por el tapón entre los dos puntos de conexión citados por el tiempo registrado por el medidor entre las dos caídas de vacío que deben producirse cuando el tapón pasa por cada punto de conexión.

Esta caída de vacío es una medida de la acción mecánica de limpieza producida. El rango recomendado de caída de vacío varía en función del diámetro de la tubería de leche y se expresa en la Tabla 1.

Tabla 1. Caídas de vacío recomendadas por la formación de un tapón de limpieza	
Diámetro de la tubería de leche (mm)	Caída de vacío (kPa)
48	18-37
60	15-32
73	13-29
98	11-24

La caída de vacío debe situarse próxima al valor superior de ese rango al principio de su formación e ir cayendo lentamente a lo largo de su desplazamiento por la tubería de leche. Caídas de vacío inadecuadas indican que el tapón de limpieza formado es muy corto y/o que pasa una excesiva cantidad de aire a través del tapón. Si la caída de vacío es lenta es indicativo de que el tapón se mueve con lentitud, generalmente por una excesiva cantidad de agua en la tubería o por fugas en la válvula de leche/limpieza (tres vías).

c) Ajuste del tiempo de cierre del inyector. La cantidad de agua admitida en la instalación está determinada por el tiempo en que el inyector permanece cerrado. Si entra mucha agua en el depósito sanitario, este tiempo debe reducirse. Éste debe ajustarse a fin de que el tamaño de tapón que llega a la unidad final sea suficiente para lavar ésta. Si, a pesar de este ajuste, el agua sigue entrando en el depósito sanitario, es probable que la capacidad de la bomba de leche sea insuficiente para evacuar la unidad final entre la llegada de dos tapones conse-

cutivos; por lo tanto, debería ser reemplazada por otra de mayor caudal.

d) Comprobación final. Después de ajustar el sistema siguiendo los pasos a), b) y c), debe repetirse la comprobación de vacío del movimiento del tapón. Se debe comprobar la presencia y tamaño del tapón al principio, final y en otros puntos críticos de la tubería de leche, para lo que se hará un ajuste fino del inyector. Éste debe cerrarse justo antes de que el tapón "golpe" la unidad final. Si el inyector permanece abierto después de la llegada del tapón al receptor, puede entrar agua en el depósito sanitario. Después de este ajuste, hay que comprobar una vez más el flujo de agua a través de las unidades de ordeño, incluyendo la primera, la última y las unidades centrales, de ambos lados, así como cualquier otra unidad donde se sospeche que el flujo no es correcto.

Normalmente, no es necesario instalar inyector de aire en la tubería de lavado para limpiar las unidades de ordeño. Únicamente puede ser interesante cuando se instalan elementos con dificultades de limpieza como son los medidores volumétricos de leche. En este caso, los dos inyector de leche, en la tubería de leche y en la tubería de lavado, no deben estar abiertos al mismo tiempo, por lo que se debe prever su funcionamiento secuencial.

2. EL AGUA EN LA LIMPIEZA DE LAS INSTALACIONES

2.1. Calidad del agua

Aunque, en principio, el agua utilizada en la limpieza de las instalaciones de ordeño no está destinada al consumo humano, el R.D. 140/2003 (citado en el apartado *Energía Química*, de la 1ª parte), en su artículo 2º, apartado 1.b, nos dice que, en su ámbito de aplicación se incluyen "Todas aquellas aguas utilizadas en la industria alimentaria para fines de fabricación, tratamiento, conservación o comercialización de productos o sustancias destinadas al consumo humano, así como a las utilizadas en la limpieza de las superficies, objetos y materiales que puedan estar en contacto con los alimentos."

Aunque las granjas de producción lechera no están catalogadas como industrias alimentarias, nos parece imprescindible tratarlas como tales (en aspectos como la instalación de ordeño y de refrigeración de leche), pues así se tienen mayores garantías de producción, manipulación y conservación en condiciones higiénicas. Por tanto, deberían cumplir la Normativa que afecta a las industrias alimentarias.

Los caracteres de las aguas potables (organolépticos, físico-químicos, relativos a sustancias no deseables, relativos a sustancias tóxicas, microbiológicas y relativos a radioactividad) deben cumplir una serie de prescripciones que se recogen en diversos anexos del Real Decreto citado.

LIBRO sobre ALIMENTACION de vacuno lechero

Sistema Americano
NRC ACTUALIZADO



Se incluye la formulación de raciones

La formulación de raciones es imprescindible para que las vacas demuestren su alto potencial genético para producir leche. Además, al ser raciones equilibradas, no aparecen las enfermedades metabólicas que impiden la alta producción y aceleran la tasa de desechos.

SE INCLUYEN EJEMPLOS DE RACIONES YA FORMULADAS PARA

Terneros:

Primer mes de vida:

Estarter (pienso iniciador como único alimento sólido) 4 primeras semanas más lactoreemplazante.

2º mes de vida:

Después del destete sólo "pienso estarter" más agua a libre consumo permanentemente.

3º y 4º mes de vida:

Se sigue con el pienso estarter o se cambia a un "pienso de crecimiento". Agua a libre consumo.

Pienso de crecimiento:

Lactoreemplazante:

Usado hasta el destete.

Novillas:

(Raciones ya formuladas en el texto) con diseño de corrales.

Grupo 1º: Durante 5 a 6 meses de edad.

Grupo 2º: Desde 7 a 10 meses de edad.

Grupo 3º: Desde 11 a 14 meses de edad.

Grupo 4º: Desde 15 a 22-24 meses.

Grupo novillas en parto (21 días antes del parto)

Vacas:

(Raciones ya formuladas en el texto)

Vacas secas.

Vacas secas en parto con o sin sales aniónicas.

Vacas en lactación: (Raciones ya formuladas en el texto, ejemplos)

- RECÉN PARIDA.
- FINAL DE LACTACIÓN.
- MITAD DE LACTACIÓN.
- ALTA PRODUCCIÓN.
- MUY ALTA PRODUCCIÓN.
- RACIONES TRADICIONALES.
- RACIONES EN ÉPOCA CALUROSA.

¿Cómo se calcula el promedio rotativo anual del rebaño?

· RACIÓN ÚNICA (único grupo de vacas en ordeño). ¿Cuándo es racionalmente posible?

Manejo del carro mezclador.

Manejo del parto y de las recién paridas.

Enfermedades metabólicas, prevención y tratamiento

ANEXOS ⁽¹⁾. Tablas de COMPOSICIÓN en nutrientes de los ALIMENTOS

⁽¹⁾ Para hacer los cálculos que exige la formulación se usa la hoja de cálculo EXCEL. Las formulaciones anunciadas se han realizado con ella. Se explica detalladamente su manejo para que Vd. formule sus raciones.

PEDIDOS

B. MARTÍN VAQUERO

C/ Cea Bermúdez, 37-6º B

28003 Madrid - Tlf: 91 544 39 62

Limpieza y desinfección del equipo de ordeño (II)

Cuando el agua utilizada en la granja procede de la red de abastecimiento público, cabe pensar que el Ayuntamiento o Empresa abastecedora, responsables del suministro de agua cumplen la legislación en todo lo referente a la captación, el tratamiento y cloración, el mantenimiento de los depósitos y de la red así como al control analítico pertinente. No obstante, es recomendable que las granjas realicen periódicamente sus propios controles, como si realmente de una industria agroalimentaria se tratase.

La calidad del agua puede verse comprometida con más probabilidad en el caso de que el suministro de agua a la granja se realice mediante una captación particular de agua subterránea, manantiales o pozos.

Toda captación ha de contar con unas condiciones estructurales mínimas, que impidan la contaminación del agua extraída:

- Se ha de garantizar un perímetro de protección, con un vallado que impida cualquier tipo de contaminación por ganado, vertido de residuos sólidos, etc.
- Los pozos han de tener un cierre hermético en brocal y una zona cementada alrededor.
- Hay que evitar los vertidos de aguas residuales o vertidos industriales que por permeabilidad pudieran contaminar el acuífero donde se hace la captación.

Quizá menos frecuente sea la captación de aguas superficiales pero, de realizarse, también debe cumplir unos requisitos mínimos:

- En los ríos, la captación debe realizarse aguas arriba del punto a abastecer para evitar contaminación por vertidos que puede provocar la propia granja. Se captará el agua de la zona central del canal y próxima a la superficie.
- En los embalses o lagos se hará alejado de las orillas a una profundidad de 20 cm de la superficie, para tomarlo de una zona aireada, con lo que se favorece la autodepuración. Lagos y embalses son masas de agua con poca movilidad y, por tanto, con menos po-

sibilidades de autodepuración.

La calidad del agua en el proceso de sanitización es un factor determinante: debe ser potable, limpia, transparente, blanda (no precipitará los jabones ni formará incrustaciones), libre de microorganismos y no corrosiva.

La presencia de hierro, azufre o cobre en el agua de lavado puede transferir sabor y olor a oxidado a la leche.

En algunas zonas el agua puede ser ácida, esto es, tiene un pH inferior a 7. Este agua puede atacar las tuberías de cobre, transfiriendo sabor a oxidado a la leche. Por tanto, en estas zonas debe evitarse la utilización de tuberías de cobre en la instalación de fontanería del centro de ordeño.

2.2. Dureza del agua

La dureza del agua hace referencia a la cantidad de sales de calcio y de magnesio que ésta tiene. Se expresa habitualmente en peso de carbonato cálcico que de estar disuelto tendría el mismo efecto que el conjunto de sales de calcio del agua analizada.

Como **dureza temporal** se entiende la que corresponde a los bicarbonatos, y que desaparece después de hervir el agua.

La **dureza permanente** es la que permanece después de hervir el agua y corresponde principalmente a los sulfatos.

La dureza total es, por tanto, la suma de las sales de Ca^{2+} y Mg^{2+} . Se expresa normalmente como grado hidrotimétrico, que puede ser:

- Grado hidrotimétrico francés (H_f), que corresponden a 0,01 g CaCO_3/l (10 mg/l).
- Grado hidrotimétrico alemán, que corresponde a 0,01 g CaO/l (10 mg/l).

Su equivalencia es:

$$1^\circ \text{F} = 1,78^\circ \text{alemanes}$$

Para la clasificación de las aguas en función del grado de dureza (grados franceses) se puede hacer uso de las tablas 2 y 3.

Una dureza excesiva reduce la eficacia de algunos detergentes y desinfectantes (las sales de amonio cuaternario sobre todo) y contribuye a la formación de incrustaciones en la superficie del equipo tras la evaporación.

El uso de aguas blandas está particu-

larmente indicado en las operaciones de limpieza química (enjuague después de la aplicación de productos químicos, detergentes y desinfectantes).

Por todo lo dicho anteriormente es aconsejable realizar análisis del agua que se utiliza en las prácticas higienizantes, como es la limpieza de la instalación de ordeño.

Los iones Ca^{2+} y Mg^{2+} forman sales insolubles (jabones) con los ácidos grasos presentes en la suciedad (restos de leche), precipitados que se adhieren fuertemente a las conducciones provocando incrustaciones que dificultan la eliminación de la materia orgánica, actuando como reservorios de microorganismos por su elevada porosidad y, además, favoreciendo la corrosión y reduciendo la transferencia de calor (figura 1).

La reacción importante que tiene lugar con relación a la dureza del agua es la siguiente:



El bicarbonato cálcico, sal inestable en solución acuosa, se mantiene en solución gracias al CO_2 disuelto, tal y como muestra el equilibrio químico anterior.

Se denomina CO_2 equilibrante al CO_2 necesario para que este equilibrio se mantenga. De esta manera, cuando la cantidad de CO_2 disuelto supera a la equilibrante se le denomina **CO_2 agresivo**, que impide la formación de precipitados de CaCO_3 , pero corroe los materiales.

Por otro lado, también se puede dar el caso en que la concentración de CO_2 disuelto sea inferior a la equilibrante, denominándose **agua incrustante**. Este fenómeno se ve facilitado por un aumento de la temperatura.

La eliminación del CO_2 de la anterior ecuación por medio de aireación, pulverización y neutralización del CO_2 (sosa, cal, etc.) provoca la formación de incrustaciones de CaCO_3 .

Como existe una relación entre dureza y alcalinidad que influye en el equilibrio precipitación/disolución del carbonato cálcico es interesante disponer de algún índice de estabilidad de las aguas carbonato-cálcicas. Estos índices serán

Tabla 2. Clasificación de las aguas en función del grado de dureza en grados franceses (H_f)

Tipo	Dureza (grados franceses)
Muy dulce	<7
Dulce	7-14
Medianamente dulce	14-22
Medianamente dura	22-32
Dura	32-54
Muy Dura	>54

Tabla 3. Clasificación de las aguas en función del tipo de dureza en ppm de CaCO_3

Tipo	Dureza (mg CaCO_3/l)
Buena calidad	150
Calidad media	300
Calidad aceptable	500
Difícilmente utilizable	>600

Figura 1. Piedra de leche en la bomba de leche



muy útiles para prever los riesgos de incrustaciones o de agresividad en función de la composición de calcio, bicarbonato y carbonato del agua.

Los dos índices más utilizados son los de Langelies (LSI) y de Ryznar (RSI), que se calculan de acuerdo a estas ecuaciones:

- $LSI = pH_{medido} - pH_{saturación}$
- $RSI = 2 \cdot pH_{saturación} - pH_{medido}$

El $pH_{saturación}$ es el pH que mantiene una distribución de anhídrido carbónico, bicarbonato y carbonato tal que no permite la reacción con el calcio para la precipitación de $CaCO_3$. Para calcular su valor hay que tener en cuenta la temperatura y la concentración salina total del agua, y se suele obtener de forma aproximada a partir de la expresión:

$$pH_{saturación} = 9,3 + A + B - (C + D)$$

donde A, B, C y D son unos coeficientes cuyos valores pueden encontrarse en la tabla 4, a partir de los datos de temperatura, sólidos totales disueltos, dureza cálcica y alcalinidad total; estas últimas expresadas como ppm de $CaCO_3$.

En la tabla 5 se indica la estabilidad del agua en función de los valores obtenidos en los dos índices anteriores.

Aguas muy duras neutralizan parcialmente los detergentes de base ácida, disminuyendo su eficacia, por lo que se hace necesario aumentar las dosis de éstos.

3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS DE LIMPIEZA

La detección, identificación, origen, eliminación y prevención de residuos depositados en forma de película, más o menos fina, en el equipo de ordeño deben ser incluidos en el mantenimiento de un buen control sobre la calidad del proceso de ordeño. Estos residuos no sólo dan un mal aspecto sino que, además, incrementan los conteos bacterianos y pueden desarrollar olores y sabores anómalos en la leche.

Alguno de los residuos o depósitos que pueden aparecer en la superficie de las conducciones o del tanque también pueden tener su origen en el agua utilizada para limpiarlos o en los productos químicos utilizados (tablas 6 y 7, siguiente página).

Asimismo, la forma de empleo del agua puede ser la causa de que el proceso de limpieza de la instalación de ordeño sea menos eficaz de lo deseado. Entre estas causas podemos citar las siguientes:

- Temperatura inadecuada del agua de enjuagado, tal y como se explicó en el punto 1.1.
- Temperatura insuficiente de la solución sanitizante, lo que puede deberse a:
 - ❶ Capacidad insuficiente del calentador, bien de volumen o de potencia, o de ambos
 - ❷ Deficiente funcionamiento del calentador
 - ❸ Enfriamiento demasiado rápido

Tabla 4. Coeficientes para el cálculo del pH de saturación.							
Sólidos totales disueltos	Coeficiente A	Temperatura en °C	Coeficiente B	Dureza Ca (en ppm de CaCO ₃)	Coeficiente C	Alcalinidad Total (TAC) (ppm de CaCO ₃)	Coeficiente D
50	0.07	0	2.60	10	0.6	10	1.00
100	0.10	5	2.46	12	0.68	12	1.08
200	0.13	10	2.34	14	0.75	14	1.15
400	0.16	15	2.21	17	0.83	17	1.23
600	0.18	20	2.09	20	0.90	20	1.30
800	0.19	30	1.88	25	1.01	25	1.40
1000	0.20	40	1.71	30	1.06	30	1.48
2000	0.22	50	1.55	40	1.20	40	1.60
4000	0.25	60	1.40	50	1.30	50	1.70
		70	1.27	60	1.38	60	1.78
		80	1.16	780	1.51	80	1.90
				100	1.60	100	2.00
				150	1.78	150	2.18
				200	1.90	200	2.30
				300	2.08	300	2.48
				500	2.30	500	2.70
				700	2.45	700	2.85
				10000	2.60	1000	3.00

Tabla 5. Interpretación de los índices de estabilidad del agua.		
LSI	RSI	Tipología
3	2,5	Extraordinariamente incrustante
2	4	Muy incrustante
1	5,5	Incrustante
0,5	6,5	Ligeramente incrustante
0	7	Agua estable
-0,5	8	Ligeramente agresiva
-1	9	Agresiva
-2	10,5	Fuertemente agresiva
-3	12	Muy fuertemente agresiva



Tabla 6. Lista de comprobaciones relacionadas con los productos químicos utilizados para limpiar la instalación de ordeño.	
Parámetros	Gama
1. Dureza del agua	Determinar nivel
2. Contenido en hierro	Determinar nivel
3. Temperatura del agua del calentador	Debería ser de 85°C
4. Temperatura del agua en el prelavado	Debería ser 35°C
5. Cantidad de agua en el lavado alcalino	Determinar nivel
6. Temperatura del agua en el lavado alcalino	Inicio a 85°C, descarga >40°C
7. Nivel de pH en el lavado alcalino	11,5 - 12,5
8. Alcalinidad activa	500 ppm poca suciedad 700 ppm suciedad media 1000 ppm mucha suciedad
9. Nivel de cloro	70 ppm poca suciedad 110 ppm suciedad media 140 ppm mucha suciedad <i>Nota: 100 ppm mínimo para desinfección</i>
10. Temperatura de descarga del agua de lavado	Determinar el nivel (>40°C)
11. Cantidad de agua en el lavado ácido	Determinar nivel
12. Nivel de pH en el lavado ácido	2,5-3,5
13. Tiempo de recirculación	Ciclo alcalino Ciclo ácido
14. Formación de tapones	Inspección visual del receptor Método de la entrada de leche
15. Control de flujo	Velocidad de flujo: 7-8 m/s
16. Inyección de aire	Comprobar
17. Bomba de leche	Receptor con líquido en menos de un 30% de su capacidad
18. Pendientes de la tubería de leche	Comprobar

Tabla 7. Guía de identificación de problemas a partir de los residuos que aparecen en las conducciones de leche

Película/depósito	Descripción	Causa	Eliminación	Prevención
Proteína	colores azul-arco iris o apariencia de "salsa de manzana"	1- uso de detergente no clorado 2- prelavado incorrecto 3- proceso de lavado incorrecto	lavado alcalino enérgico con suficiente cloro	1- suficiente cloro en la solución de lavado 2- prelavado hasta obtener agua clara en la descarga 3- seguir los pasos correctos
Piedra de leche	blanco a amarillo	1- minerales de la leche 2- dureza del agua	lavado ácido enérgico	proceso de lavado regular y correcto con aumento en la frecuencia de lavados ácidos
Grasa	gotas de agua colgando, apariencia grasa	1- la misma que la proteína 2- uso de agua a baja temperatura 3- concentración errónea de detergente	lavado alcalino enérgico	rutinas de lavado adecuadas y regulares, periódicamente comprobar la temperatura del agua
Minerales (calcio o magnesio)	aspecto banco calcáreo a veces grisáceo	1- prelavado inadecuado 2- agua muy dura 3- falta de lavado ácido 4- detergentes no compatibles	lavado ácido enérgico	1- lavados ácidos regulares 2- detergentes fosfatados para un mejor ablandamiento del agua 3- equipo para ablandar agua-descalcificador
Hierro	rojo a marrón, a veces negro	1- suministro de agua inadecuado 2- rutina de lavado incorrecta	lavado ácido enérgico	1- aumentar la frecuencia de los lavados ácidos 2- aumentar la dosificación del lavado ácido 3- tratamiento del agua
Sílice	apariencia blanca a gris vidrioso	1- lavado deficiente 2- suministro de agua inadecuado	lavado ácido enérgico	1- aumentar la frecuencia de los lavados ácidos 2- tratamiento del agua
Negro	negro proveniente de piezas de goma	1- reacción entre el cloro y las piezas de goma	lavado ácido enérgico	1- lavado ácido adecuado 2- dejar que la instalación drene adecuadamente 3- reducir la concentración de cloro en los lavados 4- cambiar las piezas de goma a su debido tiempo
Suciedad de fábrica	grasa, suciedad proveniente de fábrica: óxido...	limpieza inicial insuficiente o carencia de ella	correcta limpieza inicial	1- efectuar lavados regularmente
Corrosión/agua fuerte	óxido	uso inadecuado de los productos químicos, solución del producto congelada en los rincones del tanque/depósito	1- lavado ácido enérgico 2- pulir de nuevo si fuese necesario 3- sustituir componentes	1- reducir la concentración de cloro 2- adecuado aclarado
Plásticos opacos	decoloración, pérdida de transparencia, blanco no transparente	drenaje incorrecto absorción de humedad	exposición al calor o ambiente seco	buen drenaje buena ventilación
Amarillo	color amarillo	componentes sobreutilizados uso de yodóforos	ninguno	1- cambiar los componentes 2- uso correcto de los agentes de limpieza
Rojo	color rojo	<i>Serratia marcesens</i>	ninguno	1- proceso correcto con regularidad
Rosa o púrpura	color rosa o púrpura	<i>Rubriticuli</i>	lavado enérgico alcalino	1- seguir procesos correctos con regularidad

de la solución sanitizante debido a la longitud de la tubería o por haber realizado el enjuagado previo con agua fría. Las "fugas" de aire también contribuyen a enfriarla.

- Volumen de agua insuficiente
- Funcionamiento defectuoso del inyector de aire.
- Velocidad insuficiente del agua y, por tanto, contacto insuficiente e inefectivo de ésta con toda la superficie de las tuberías, al no formarse correctamente los tapones de agua.

Un problema bastante habitual en las salas de ordeño es la desigual distribución del agua de lavado a las unidades de ordeño. Signos de esta situación en el conjunto pezoneras-copas de la-

vado son el flujo contrario en las copas de lavado, y colectores que no se inundan a lo largo de las fases del ciclo de limpieza. El flujo a través de las pezoneras puede ser medido siguiendo el método que ilustra la figura 2.

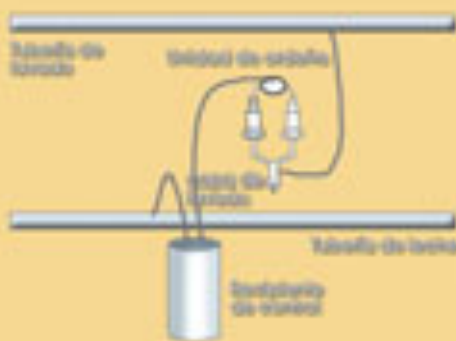
Por las unidades de ordeño deben pasar, al menos, 3 litros/minuto, con variaciones no superiores al 50% entre la que recibe más caudal y la que recibe menos.

a) Residuos de color blanco.

Pueden aparecer si se añade agua caliente sobre detergentes alcalinos sin una inmediata mezcla posterior.

También aparecen si el aclarado final que debe eliminar restos de componentes de limpieza no es adecuado.

Figura 2. Test para medir el flujo de agua a través de las pezoneras



Fuente: Reinemann y col., 2003

Limpieza y desinfección del equipo de ordeño (II)



Una película de color blanco aparece según se seca la superficie lavada.

La existencia de tramos ascendentes y descendentes de la tubería de leche puede ralentizar el drenaje y provocar precipitación de elementos en suspensión o disolución, sobre todo minerales.

Los residuos que forman la "piedra de leche" son fácilmente identificables por el elevado grosor que pueden alcanzar en las conducciones y otros componentes. Son consecuencia del empleo de aguas duras sin la utilización de detergentes ácidos con la frecuencia adecuada.

b) Residuos de color naranja o rojo

Estos residuos están asociados, generalmente, al uso de agua con contenidos anormalmente altos de hierro y/o manganeso. Aparecen únicamente en la tubería de lavado ya que el pH ligeramente ácido de la leche es suficiente para prevenir su depósito en la tubería de leche. Puede prevenirse con una adecuada elección de compuestos de cloro compatibles con este tipo de agua.

c) Residuos blanquecinos o rojo-anaranjados

Pueden aparecer no sólo en la tubería de leche sino también en los componentes de goma o caucho de la instalación, con una textura limosa. Su origen puede deberse a:

- Temperatura del agua de enjuagado demasiado alta, que desnaturaliza las proteínas.
- Temperatura del agua en la fase de lavado demasiado baja, que reduce la acción emulsionante, suspensora y peptizante del detergente. Una temperatura demasiado baja al final de esta fase provoca una sedimentación de las proteínas en suspensión.
- Subestimar el volumen de agua necesario.

d) Residuos de grasa

Se manifiesta en el aspecto grasiento

de la superficie interior de los componentes, en particular los de material de caucho o goma. Se observan gotas de agua adheridas a estas superficies. Ello se debe a:

- Agua de enjuagado previo demasiado fría
- Agua de lavado también fría, por debajo de los 45-50°C al final del ciclo.
- Insuficiente volumen de agua

e) Residuos de sílice

Tienen un aspecto blanco o grisáceo brillante. Su origen es diverso, incluyendo la composición del agua.

4. DETECCIÓN DE PROBLEMAS DE LIMPIEZA

Las dos principales fuentes de contaminación de la leche son los organismos procedentes del ambiente que rodea al animal y que, de una forma u otra, se introducen en el sistema de ordeño, y los microorganismos causantes de mastitis procedentes del interior de la ubre. Si la instalación de ordeño no se limpia adecuadamente, las bacterias depositadas en la misma pueden multiplicarse y convertirse en el principal origen de la mala calidad bacteriológica de la leche.

Los procedimientos siguientes pretenden guiar en una primera diagnóstico de problemas relacionados con la higiene pre-ordeño del animal y con la sanitización del equipo de ordeño.

4.1. Análisis de la calidad de la leche en el tanque de frío

Este análisis se hace rutinaria y periódicamente por parte de la industria láctea que recoge la leche en cada granja con el fin de asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad que marca la normativa. Estos análisis incluyen el conteo de células somáticas (RCS), conteo estándar en placa (SPC), que puede incluir incubación preliminar, u otros test. Estos test proporcionan una medida global de la calidad de la leche pero tienen muy poco valor diagnóstico con relación

a la fuente de contaminación.

4.1.1. Conteo estándar en placa (SPC)

En este análisis, una dilución conocida de leche cruda se combina con un medio estándar de cultivo. El conteo nos da el número de unidades formadoras de colonias (UFC) de bacterias por mililitro de la muestra original. La figura 7 ilustra la valoración de la calidad de la leche según el resultado del conteo.

4.1.2. Conteo de coliformes (CC)

Para este análisis se requiere un medio selectivo que permite crecer sólo las bacterias Gram- del grupo de las coniformes. La muestra de leche se siembra en dicho medio y tras una incubación de 24 horas a 32 °C se cuentan las colonias desarrolladas. La principal fuente de bacterias coliformes en la leche proviene de la suciedad de pezones y de ubre. Este conteo proporciona una indicación de la limpieza del alojamiento de las vacas y de la calidad de la rutina pre-ordeño (limpieza de ubres). Un CC entre 100 y 1.000/ml indican una mala higiene del ordeño. Estas bacterias coliformes pueden incubarse en los biofilms que pueden formarse en el interior de las tuberías. Más de 1.000 coliformes/ml sugiere que estas bacterias se están incubando en el interior de la instalación de ordeño.

4.1.3. Conteo de pasteurizado en laboratorio (LPC)

El análisis se realiza igual que en el caso de conteo estándar en placa pero la muestra de leche es pasteurizada a 62,8 °C durante 30 minutos antes de su siembra y posterior incubación. Este procedimiento elimina las bacterias causantes de mastitis más comunes (incluyendo coliformes) dejando sólo los gérmenes ambientales que pueden sobrevivir a temperaturas elevadas. Si la limpieza y desinfección de la instalación son inadecuados, estos microorganismos termorresistentes crecen y se multiplican. Si el equipo de ordeño se limpia correctamente, un ordeño poco higiénico puede dar lugar a un mayor CC y SPC con un valor casi normal de LPC. Cuando el equipo de ordeño no se limpia adecuadamente, tanto el CC como el LPC serán elevados debido al crecimiento de coliformes en los films residuales que quedan en el interior de las tuberías.

En la figura 3 se sintetizan las conclusiones en función del resultado de cada análisis.

6.2. Metodología de obtención de muestras

Cuando el análisis rutinario descrito para la leche contenida en el tanque indica que existen problemas, deben realizarse comprobaciones más detalladas a fin de identificar la fuente de los mismos y adoptar soluciones lo más efectivas posible. Se debe adoptar una estrategia de toma de muestras de leche en distintos puntos de la instalación y en distintos mo-

Limpieza y desinfección del equipo de ordeño (II)

Figura 3. Resultados de los análisis de leche cruda (adaptación de Reinemann y col. 2004)



mentos del ordeño, lo que ayudará a determinar si el origen de las bacterias es un fallo en el proceso de limpieza y/o problemas de incubación en la propia instalación. Los puntos donde se deben obtener muestras son:

- Unidades de ordeño, tubería de leche y unidad final
- Tubería de descarga (incluyendo filtro y preenfriador)
- Dentro del tanque de frío

Si los análisis citados en el punto 6.1. y 6.2 indican que puede haber problemas de limpieza de la instalación, debe procederse como se indica en los siguientes apartados 6.3 y 6.4 para identificar la causa específica del problema. Para la toma de muestras en los lugares y momentos precisos podemos ayudarnos de la Tabla 8.

determinar si los procedimientos de limpieza están siguiéndose correctamente. Cada instalación debe contar con instrucciones escritas de cómo debe hacerse esta limpieza, con relación a tiempos recomendados para cada fase, temperaturas de la solución de limpieza, dosificación del detergente y desinfectante, etc. Estos procedimientos suelen variar de un país a otro (ver apartado 1.1).

Debe observarse un ciclo completo de limpieza, con todas sus fases, para documentar el procedimiento seguido, registrando la concentración de los productos utilizados y la temperatura del agua al volver a la pileta, tanto al principio como al final de cada fase del ciclo. También debe registrarse la duración de cada fase. Asimismo, debe comprobarse que se realiza la limpieza de las superficies exteriores del equipo de ordeño.

fondo, agitación inadecuada de las palas, etc.

6.4. Dinámica del flujo de limpieza

El primer paso es asegurarse que el movimiento de la solución de limpieza es el adecuado, es decir, sigue el circuito correcto y llega a todas las partes de la instalación que precisan limpieza.

Asimismo, debe comprobarse que se forman correctamente los tapones y que, en caso de estar instalados, los inyectores de aire funcionan eficazmente (ver apartado 1.2). En definitiva, que la solución de limpieza se desplaza en régimen turbulento por las tuberías. Algunos signos de una ubicación o funcionamiento inadecuados del inyector son los siguientes:

- El sistema de cierre del depósito sanitario corta el vacío varias veces a lo largo de la fase de limpieza)
- La pileta se vacía durante la fase en la que circula el detergente y/o el desinfectante entrando aire de forma incontrolada.
- La bomba de leche no se para nunca durante la fase de limpieza
- Cada vez que se para la bomba, del tanque distribuidor (si existe) drena una gran cantidad de líquido.

Las posibles modificaciones ante la existencia de problemas en el patrón del flujo de lavado deben ser realizadas por un servicio técnico cualificado dotado de instrumental adecuado.

Tabla 8. Recogida de muestras de leche en lugares y momentos determinados para el SPC

	Tras ordeñar el primer grupo de vacas	Después de 2 horas (1)	Después de 4 horas(1)	Al final del ordeño
Unidad Final (2)				
Tubería de descarga (2)				
Tanque de leche (2)				

(1) Omitir si el ordeño no es tan largo
(2) En instalaciones grandes, estos elementos pueden estar duplicados. Duplicar también la toma de muestras

- Conteos elevados en las muestras recogidas en la unidad final al principio del ordeño indican un problema de limpieza en las unidades de ordeño, medidores, tuberías de leche o tubo largo de leche. Se debe analizar el flujo de limpieza
- Conteos elevados en la tubería de descarga pero no en la unidad final después de ordeñar el primer grupo de vacas indican un problema de limpieza en dicha tubería y de la instalación entre la unidad final y el tanque, tal como en los preenfriadores o en los filtros.
- Un continuo incremento del conteo durante el ordeño señala como causa probable la incubación bacteriana en la propia instalación. Para solucionar el problema se deberá lavar con más intensidad y frecuencia y cambiar los filtros también más a menudo.

4.3. Observación del procedimiento de limpieza

El propósito de esta comprobación es

Otros aspectos a comprobar son:

- Presencia de films residuales (ver tabla 7).
- Drenaje de la instalación. Si quedan restos de agua en la instalación tras el enjuagado previo, puede reducirse la efectividad del producto sanitizante. Asimismo, en el agua residual final pueden crecer los gérmenes en el período entre dos ordeños consecutivos.
- Otros elementos de la instalación que no forman parte del circuito de leche como tubería principal de vacío, tubería de vacío de pulsación, etc.) pueden constituir una fuente de contaminación adicional si no se limpian con cierta periodicidad. Las juntas de goma deben sustituirse, al menos, cada año.
- Temperatura de la leche en diversos puntos del tanque, comprobando que no hay estratificación térmica por un mal funcionamiento del equipo de refrigeración (lenta velocidad de enfriamiento, excesiva formación de espuma, congelación de la leche en el

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, R.S. y Barnard, S.E. Correcting farm oxidized flavor problems. www.inform.umd.edu
- Avella, A. (Coord.) y otros. 1998. Manual de mantenimiento para abastecimientos de agua de consumo público. Comunidad de Madrid
- B.O.E. 24 de Septiembre de 1994. Real Decreto 1679/1994, de 22 de julio.
- Chilton, D. y Peterson, R.A. 1997. Guidelines for sizing dairy farm water heater systems. The Dairy Practice Council. USA.
- De Laval Equipos, S.A.; Callejo, A. 2001. Limpieza y desinfección del Equipo de Ordeño. Identificación de Problemas de Limpieza. Monografía BOVIS, 99:87-104. Ed. Luzán 5.
- Dersam, P. 1990. Guidelines for potable water on dairy farms. Northeast Practices Council. USA.
- Dragon, A.E. 1978. Guidelines for troubleshooting residual film on dairy farm milk handling equipment. The Dairy Practice Council. USA.
- García, V. 1998. Calidad higiénica de la leche: causas y prevención de la contaminación bacteriana de la leche. BOVIS, 85:45-71. Ed. Luzán 5.
- Godwin, W. y Turner, R.W. 1995. Guidelines for installation, cleaning and sanitizing of larger parlor milking system. The Dairy Practice Council. USA.
- Hayes, G.D. 1992. Manual de datos para Ingeniería de los alimentos. Ed. Acribia.
- Levesque, P. 2005. The Milking Machine. Institut de Technologie Agroalimentaire. Québec. Canadá.
- Molina, R.; Díaz, V. 2001. Sanitización en la Industria Enológica (I). Tecnología del Vino, 2:77-85. Ed. Alción.
- Molina, R.; Díaz, V. 2002. Sanitización en la Industria Enológica (II). Tecnología del Vino, 6:25-32. Ed. Alción.
- Puig Duran, J. 1999. Ingeniería, autocontrol y auditoría de la higiene en la industria alimentaria. A. Madrid Vicente Ed. y Ed. Mundi-Prensa (Coedición)
- Reinemann, D.J. y col. 2004. Troubleshooting clearing problems in milking systems. National Mastitis Council.
- Reinemann, D.J. y Springman, R. 1992. Water quality, quantity and distribution. National Milking Center Design Conference. Pennsylvania, USA.
- Reinemann, D.J. y col. 2003. Review of practices for cleaning and sanitation of milking machines. Bulletin of the International Dairy Federation, 381:3-18.
- Sancho, J. Y otros. 1996. Autodiagnóstico de la calidad higiénica en las instalaciones agroalimentarias. Ed. Mundi-Prensa.
- Scruton, D.L. y Dragon, A.E. 1990. Guidelines for cleaning and sanitizing of milking machines and farm milking tanks. Northeast Practices Council. USA.