

## EL AGUA EN EL TAMBO

---

Ings. Agrs. Charlón, V<sup>1</sup>.; Taverna, M.A.<sup>1</sup> y Herrero, M.A.<sup>2</sup>

La relevancia del agua en el tambo puede analizarse desde tres ópticas diferentes: A) como el nutriente más consumido por los animales, B) como medio para la limpieza y C) como un recurso natural a preservar.

### A) EL AGUA COMO NUTRIENTE

#### Requerimientos cuantitativos

Los bovinos en general y las vacas lecheras en particular requieren importantes cantidades de agua. Como ejemplo ilustrativo, un animal adulto bebe por día entre 3 y 4 litros de agua por kg. de materia seca consumida y las vacas lecheras requieren aproximadamente de 4 a 4,5 litros de agua por litro de leche producida (Castle y Thomas, 1975). Una insuficiente provisión de agua en cantidad y/o calidad puede afectar la producción de leche, el crecimiento y la salud de los animales.

Los animales disponen de tres fuentes de aprovisionamiento de agua: la de bebida, la contenida en los alimentos y la metabólica.

El agua de bebida es la que más aporta sobre el total consumido. Diferentes factores modifican este consumo: la raza, el estado fisiológico, el nivel de producción de leche, la temperatura y humedad ambiental, la cantidad de materia seca ingerida, el tipo de alimento y la temperatura, disponibilidad y concentración de sales del agua. Por ejemplo, la temperatura del agua considerada como de confort para bebida de los animales, se halla entre los 17 y 28°C, valores menores en invierno o mayores en verano, afectarán el consumo (Andersson, 1987; Lanhamm et al., 1986).

El segundo aporte en importancia es el agua proveniente de los alimentos. En este sentido, Murphy (1992) sostiene que a medida que se incrementa el porcentaje de materia seca de la dieta, el consumo de agua de bebida aumenta, pero el consumo total (agua de bebida + agua del alimento) disminuye.

<sup>1</sup>

Por último, el agua metabólica, es obtenida por el animal a partir de la oxidación de lípidos, proteínas y carbohidratos. Esta fracción es muy reducida comparativamente con el aporte de las dos fuentes antes mencionadas.

---

<sup>1</sup> INTA EEA Rafaela

<sup>2</sup> Fac. De Cs. Veterinarias, UBA

<sup>1</sup>

Se han desarrollado numerosas ecuaciones de predicción del consumo de agua de vacas lecheras. Castle y Thomas (1975) relacionaron el consumo de agua para vacas Frisonas Británicas a través de la siguiente fórmula:

Consumo de agua (kg/día) =  $(2,53 * \text{producción diaria de leche}) + (\text{contenido de materia seca de la dieta en \%} - 15,3)$ .

Verificaron además que el consumo máximo durante el día se producía entre las 15 y las 21 horas (40% del consumo diario), con picos de demanda entre la primera y tercer hora posterior al ordeño de la tarde.

Murphy (1992), utilizando vacas Holstein, predijo el 60% de la variación del consumo de agua a través de la siguiente ecuación:

Consumo de agua (kg/día) =  $15,99 + (1,58 * \text{consumo diario de materia seca en kg}) + (0,90 * \text{producción diaria de leche}) + (0,05 * \text{Na diario ingerido en g}) + (1,20 * \text{temperatura mínima media semanal en } ^\circ\text{C})$ .

El NRC (2001) recomienda utilizar la ecuación de Murphy (1992), corregida por consumo de sodio y temperatura para predecir el consumo de agua. En la práctica no siempre se dispone de los datos precisos para poder utilizar las ecuaciones de predicción.

Un estudio realizado por Etcheverry (2000) en la EEA Rafaela del INTA durante un período comprendido entre los meses de julio y diciembre del 2000 demostró que las ecuaciones presentadas anteriormente subestimaron el consumo real de agua entre un 10 y 20%.

En el Cuadro 1 se mencionan los requerimientos orientativos de agua por animal según categoría, edad y nivel de producción de leche.

**Cuadro 1.** Requerimientos de agua para bovinos de leche según edad, categoría y nivel de producción (Adams, 1986).

Estado fisiológico	Edad o producción	Litros/día
Terneros	3 meses	8 a 11
	4 meses	11 a 13
	5 meses	14 a 17
Vaquillonas	15 a 18 meses	22 a 27
	18 a 24 meses	28 a 36
Vacas	15 litros/día	55 a 63,5
	25 litros/día	90,8 a 102
	40 litros/día	144 a 159
Vacas secas	Preñadas (6 a 9 meses)	34 a 49

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por Etcheverry (2000), a los valores indicados en el Cuadro 1, se le debería adicionar un 20 %, especialmente durante períodos de altas

temperaturas. Por lo tanto, cada 100 vacas en ordeño se requerirán 7600 litros de agua si la producción de leche fuera de 15 litros diarios y 12.000 litros de agua si fuera 25 litros.

#### **Requerimientos cualitativos.**

La calidad del agua de bebida, especialmente su composición físico-química, puede condicionar el potencial productivo de los animales, siendo las vacas lecheras de alta producción, las más sensibles a este problema.

El agua subterránea es el recurso más utilizado en la Argentina para proveer de agua a los tambos. Su calidad depende fundamentalmente del tipo de acuífero a partir del cual será extraída. No existe naturalmente el agua químicamente pura, su composición y calidad es muy variable (Herrero y otros, 1996).

La calidad está determinada por:

- el sustrato del suelo donde transita o está asentada el agua,
- las filtraciones,
- la presencia de fuentes de contaminación en sus cauces -tanto de origen químico (por ejemplo curtiembres) como bacteriológico (establecimientos frigoríficos o lecheros que vuelquen a sus cauces los efluentes)- y,
- la utilización de plaguicidas y fertilizantes de alta solubilidad.

La profundidad de las perforaciones tiene relación con el tipo y grado de contaminación que se pueda hallar. Las bacterias y los contaminantes químicos, como los nitratos, no son un componente natural y su presencia podría estar indicando un problema. Esta contaminación está generalmente relacionada a deficiencias en la construcción o mantenimiento de los pozos, ingreso de contaminantes por la boca de los mismos o la presencia de fuentes de contaminación cercanas a la perforación.

Las sustancias que contiene el agua son diversas. Entre ellas se encuentran:

1. Metales: sodio, calcio, magnesio, potasio, hierro, manganeso, cobre, plomo, estroncio, litio, vanadio, cinc, y aluminio.
2. No metales: cloro, azufre, carbonatos, silicatos, nitratos, nitritos y amonio.
3. Sales y óxidos incrustantes: carbonato de calcio, cloruro de calcio, carbonato de magnesio, sulfato de magnesio, cloruro de magnesio, óxido de hierro y óxido de cinc.
4. Sales no incrustantes: cloruro de sodio, carbonato de sodio, sulfato de bario y nitrato de potasio.
5. Gases disueltos: dióxido de carbono, oxígeno, nitrógeno y metano.

Los óxidos pueden ser incrustantes (por su baja solubilidad precipitan haciendo incrustaciones) y no incrustantes (por su buena solubilidad no precipitan con tanta facilidad). La presencia de algunas sales está relacionada a la duración de las instalaciones y ellas son: carbonato de calcio, carbonato de magnesio, cloruro de calcio, cloruro de magnesio, sulfato de magnesio, óxido de hierro y óxido de sílice.

También se pueden hallar toxinas, insecticidas, herbicidas, materia orgánica y bacterias.

El agua en su aspecto cualitativo puede analizarse según varios parámetros:

#### a) Parámetros químicos

Los análisis químicos permiten cuantificar la concentración de sustancias disueltas en el agua.

El Código Alimentario Argentino (CAA) define las características que debe reunir el agua potable para consumo humano. Para el ganado bovino no hay especificaciones reglamentarias pero existen recomendaciones surgidas de trabajos de investigación realizadas por diversos autores (NRC, 1980; Adams, 1986; Van Horn, 1992; NRC, 2001). Sin embargo, algunos países (Normativa 92/46 de la Unión Europea) interpretan que los criterios para consumo animal y uso en el tambo son similares que los establecidos para uso humano. En este caso se citarán los valores de referencia a partir de los cuales pueden existir problemas de consumo, de producción o de salud animal.

Los análisis más utilizados para caracterizar la aptitud del agua destinada al consumo animal son las siguientes:

**pH.** Generalmente no se considera como un problema, dado que la mayoría de las fuentes de agua presentan valores entre 6,5 y 8,5. Los valores bajos pueden afectar la disolución de medicamentos cuando se utiliza el agua de bebida como vía de administración y pueden incrementar los problemas de acidosis.

**Total de Sólidos Disueltos (TDS).** Todos los minerales presentes en el agua contribuyen a este valor y cuantifica la cantidad de sales. La medición de la conductividad de una muestra de agua es un estimador del valor de TSD. Los iones más frecuentemente encontrados en aguas salinas son:  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{COH}^-$ ,  $\text{Cl}^-$  y  $\text{SO}_4^-$ , también pueden estar presentes en menor concentración el  $\text{NO}_3^-$  y el  $\text{Mg}^{++}$ . Varios autores (Cerana, 1975; Adams 1986; Bavera, 1999; NRC, 2001) establecen como límite máximo para bovinos de leche una concentración de 10000 mg/l de agua.

Dada la diferente tolerancia de las categorías de animales en los tambos, se puede ser mas preciso recomendando valores más ajustados según experiencias evaluadas.

Cuando existe más de 3.000 mg/l de TDS se pueden presentar diarreas en animales no acostumbrados, la presencia de más de 5.000 mg/l indica que no es apta para guacheras y vacas preñadas. El valor citado de 10.000 mg/l no es recomendado para vacas lecheras en producción. Sin embargo, hay bibliografía que indica que en el caso de que exista una concentración entre 7000 y 10000 mg/l sólo se podrá asignar esta fuente a categorías de vaca secas y reproductores machos. La existencia de más de 10.000 mg/l TDS no podrá ser utilizada en ninguna categoría del tambo (Herrero y otros, 2000)

**Nitratos y nitritos.** Los nitratos y nitritos son elementos que tienen mucha importancia dado que pueden originar una intoxicación, tanto en animales como en los seres humanos, por impedir el transporte de oxígeno en sangre. Los nitratos no son un componente natural del agua, por el contrario, su presencia supone algún tipo de contaminación con materia orgánica. En algunos casos esta contaminación obedece a un alto nivel de carga

bacteriológica sobre todo bacterias tipo "coli". Si los acuíferos son someros, esta contaminación puede deberse a la infiltración de aguas que provengan de terrenos muy fértiles y/o fertilizados, de agua de limpieza de las instalaciones, de agua de charcos o lagunas presentes en áreas donde hay mucha concentración de animales (corrales). También es probable que la presencia de los mismos no se origine en una fuente de contaminación subterránea, sino por falta de limpieza de los elementos que componen el sistema de distribución.

El valor de nitratos a partir del cual pueden aparecer problemas en ganado lechero, es de 44 mg/l (NRC, 1980), coincidiendo con el admitido para seres humanos según el CAA (De la Canal, 1994). Relevamientos realizados en 400 tambos ubicados en diferentes cuencas lecheras de la Argentina indican que alrededor del 50% presentan una concentración que supera este valor. En otro relevamiento realizado por INTA Rafaela, en 110 tambos de la Cuenca Lechera Central (Charlón, 2001), un 76% de las muestras superaba aquel valor.

Esta situación nos obliga a precisar aquellas concentraciones de nitratos que incidirán en las distintas situaciones. Cuando el contenido se encuentra entre 45 y 200 mg/l pueden presentarse problemas en guacheras cuando no hay un adecuado balance nutricional y especialmente cuando el sustituto se prepara con agua contaminada. De 200 a 500 mg/l existe riesgo de problemas reproductivos (mayor número de servicios por preñez) en períodos largos de consumo (Adams, 1986; Herrero y otros, 2000). Cuando los contenidos son mayores a 500 mg/l., no se debe utilizar estas fuentes de agua para bebida (Yeruham y otros, 1997)

**Sulfatos.** El contenido de sulfatos en el agua esta asociado a la presencia de diarreas y la consecuente reducción de productividad. Normalmente se encuentra formando sales con el magnesio y el sodio. Altas concentraciones de sulfato de magnesio provocan en el agua un sabor desagradable y amargo, pudiendo originar problemas gastrointestinales. Los contenidos elevados afectan no solo a las categorías en crecimiento, sino también, a las vacas adultas. Dependiendo del nivel de sulfatos existente en el agua, los animales pueden lograr un acostumbramiento luego de algunas semanas.

Uno de los efectos de los sulfatos es el de alterar el tenor de calcio-fósforo normales en suero. En relación a esta disminución se afectan las funciones reproductivas en los rodeos de cría ( menor fertilidad, menor parición ). Estos problemas se presentan con contenidos de sulfatos iguales o mayores a los 300 mg/l (Adams, 1986; NRC, 2001).

Cuando el valor de los sulfatos se acerca a los 700 mg/l se pone de manifiesto el efecto laxante, presentándose diarrea. Es importante destacar el acostumbramiento de los animales en zonas con aguas con altos contenidos en sulfatos ya que en estos casos las manifestaciones mencionadas pueden aparecer con valores muy superiores a los 700 mg/l, dependiendo de cada caso. Este valor podría considerarse como límite máximo tolerado en estos casos (Jarsun, 1987; Herrero, 1996 (b); Bavera, 1999).

Valores de 1.000 mg/l pueden coincidir con alteraciones en el sistema óseo, mientras que de 2.000 a 2.500 mg/l serían los valores que la bibliografía (NRC, 2001) considera como los valores máximos admitidos con dietas ricas en granos y balanceados, pero no hace referencia a los sistemas pastoriles. Cabe considerar en este punto que las manifestaciones del exceso de sulfatos está altamente influenciada por el tipo de alimentación. Valores de 4.000 mg/l son intolerables y sumamente peligrosos (Bavera, 1999).

La presencia de calcio en el agua de bebida, aumenta la tolerancia de los sulfatos, disminuyendo los efectos osmóticos que provoca la acción laxante. Por otro lado, los sulfatos reducen la absorción y retención del calcio, contribuyendo a la hipocalcemia.

**Cloruros.** Los cloruros se encuentran en el agua en combinación con el calcio, el magnesio, el potasio y el sodio, siendo esta última sal la más frecuentemente hallada y la menos perjudicial. El valor límite para cloruro de sodio es de 7.000 mg/l, le otorga al agua sabor salado y en exceso puede producir anoxia, pérdida de peso y deshidratación (Adams, 1986; Jarsun, 1987; NRC, 2001). En verano se debe tener la precaución debido a que hay una mayor evaporación y los solutos se concentran aún más en el agua. Para el cloruro de magnesio el valor guía es de 2.000 mg/l, tiene efecto purgante y otorga sabor muy amargo (Bavera, 1999).

**Arsénico.** El arsénico puede presentarse en las aguas como resultado de contaminaciones antropogénicas o naturales. En la presencia del arsénico en aguas subterráneas corresponde a contaminación de origen natural. La ingestión de agua con concentraciones excesivas del mismo produce una enfermedad denominada arsenismo crónico. La misma tiene como síntomas desórdenes en el tracto intestinal (diarreas), úlceras en la boca, perforaciones del tabique nasal, melanosis y verrugosis en los dedos y en las manos, pudiendo llegar al cáncer arsenical. Esta intoxicación crónica se debe a la acumulación en el hígado debido a su lenta excreción. En los animales, cuando se realizan necropsias, se puede hallar piel frágil, lesiones en el tracto intestinal, ruptura de los vasos sanguíneos, hepatitis pulmonar, hemorragias epicárdicas, etc. Si bien existen otros procesos que pueden confundir, el hecho de hallar gastroenteritis hemorrágica, sobre todo en presencia de edema, lleva a indicar necesariamente la existencia de arsénico en el agua de bebida. Se recomienda que ninguna categoría de animales consuma agua con valores superiores a 1 mg/l. Sin embargo, se pueden originar disturbios en el aparato digestivo en determinados casos con valores superiores a 0,2 mg/l (Bavera, 1999). El límite máximo para humanos es de 0,05 mg/l. (De la Canal, 1994)

En el Cuadro 2 se citan los valores máximos de tolerancia para bovinos de leche según diversos autores (Adams, 1986; Bavera, 1999; NRC, 2001).

**Cuadro 2.** Parámetros y tolerancias que definen la aptitud del agua para consumo animal.

Parámetro	Límite máximo
pH	6,5-8,5
Total de Sólidos disueltos (mg/l)	7000
Cloruro de sodio (mg/l)	7000
Cloruro de magnesio (mg/l)	2000
Nitratos (mg/l)	100
Sulfatos (mg/l)	300
Arsénico (mg/l)	0,2

### **b) Parámetros físicos**

Estas características están generalmente asociadas a un problema sensorial y condicionan en algunos casos la aceptación por parte del animal. También pueden servir como orientativos respecto a la composición mineral y el nivel de contaminación del agua.

**Color.** Los cambios de color pueden deberse a la presencia de compuestos químicos (hierro, magnesio, etc.), materia orgánica o desechos.

**Olor.** Puede ser producido por diferentes causas: microorganismos, materia orgánica en descomposición y presencia de efluentes, líquidos cloacales, etc.).

**Sabor.** Puede deberse a excesos de sales solubles, bacterias o materia orgánica.

**Turbiedad.** Provocada por la presencia de sólidos suspendidos en el agua (materia orgánica, microorganismos, arcilla, etc.). La turbidez puede ser originada por material de desecho de humanos, animales e industriales.

### **c) Calidad bacteriológica**

La calidad bacteriológica del agua destinada para bebida de animales no aparece en la bibliografía como uno de los requisitos excluyentes. Sin embargo, según Adams (1986) el agua destinada a consumo animal debería como máximo presentar un recuento de bacterias totales menor a 10.000 bacterias/ml y menos de 50 coliformes totales por 100 ml de agua. El autor menciona que recuentos superiores constituye, un riesgo para la salud animal, especialmente de las categorías más jóvenes.

### **d) Otros contaminantes**

Puede ocurrir una indeseable presencia de algas en el agua de bebida, especialmente en fuentes de agua de origen superficial, que confieren al agua un color verdoso. Estas algas, pertenecientes al grupo de las cianobacterias, producen toxinas (de origen natural) que se presentan como contaminantes en el agua y pueden producir desórdenes en la salud de los animales. Los síntomas que presentan son de tipo nervioso, temblores, inestabilidad y diarreas sanguinolentas. Para impedir su crecimiento se recomienda realizar una limpieza periódica de los lugares de abastecimiento de agua (bebederos, tanques, etc.) y evitar la radiación solar (sombra natural o artificial), para inhibir la fotosíntesis, tratando de omitir el agregado de alguicidas (sulfato de cobre) que puede traer otras complicaciones.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados actualizados referidos a la aptitud del agua destinada al consumo de rodeos lecheros surgidos de relevamientos realizados a nivel de las principales cuencas del país.

**Cuadro 3.** Composición físico-química de las aguas existentes en las cuencas lecheras de Argentina.

Parámetros	Promedio y desvío estándar ( ) por Cuenca				
	Cuenca Lechera Central (*)	Cuencas de Buenos Aires (**)			Córdoba (**)
		Abasto Norte	Abasto Sur	Oeste Bs.As	
pH	7,69 (0,29)	7,31 (0,33)	7,35 (0,36)	7,4 (0,32)	7,72 (0,29)
Sales totales (mg/l)	3631 (2610)	819 (420)	1214 (1094)	4141 (5582)	1789 (1493)
Cloruro (mg/l)	699 (701)	78 (163)	261 (479)	1.610 (2797)	566 (542)
Sulfato (mg/l)	954 (949)	348 (290)	351 (191)	1180 (1769)	692 (573)
Nitrato (mg/l)	293 (269)	68 (64)	72 (85)	73 (83)	59 (92)
Arsénico(mg/l)	0,12 (0,2)	0,06 (0,1)	0,13 (0,2)	0,24 (0,33)	0,20 (0,3)

(\*) Charlón, V. Y otros (2001)

(\*\*) Herrero, M.A. y otros (1997 y 1998)

Como aspecto a remarcar de los resultados presentados en el Cuadro 3 aparece la importante diferencia entre el valor promedio de cada zona y la gran variabilidad existente dentro de una misma zona. Los promedios y desvíos de la concentración de sales totales y de cloruro demuestran que los mismos no aparecen, en general, influenciando la aptitud del agua para consumo animal. Contrariamente, las concentraciones de nitratos y, fundamentalmente de sulfatos aparecen como muy condicionantes de la calidad del agua para consumo animal, observándose inclusive promedios excesivamente altos en algunas zonas (por ejemplo, la de sulfatos en el oeste de Buenos Aires y Santa Fe o la de nitratos en esta última provincia).

Estos resultados deberían ser tenidos en cuenta no sólo por las implicancias sobre los animales sino que fundamentalmente en muchos casos, el agua de la misma perforación es destinada para consumo de las familias rurales.

Las alternativas que tienen los productores para solucionar los problemas relacionados a la calidad química del agua son limitadas. En primer lugar se debería diseñar y construir la perforación adecuadamente para prolongar al máximo su servicio y minimizar los riesgos de contaminación. La perforación debería ubicarse a una distancia prudencial del lugar de almacenamiento de los efluentes (entre 15 y 60 metros según diferentes autores) y de pozos negros (7 a 10 metros según Obras Sanitarias de la Nación).

Por otra parte, en un mismo predio pueden encontrarse cambios de magnitud en la composición físico-química del agua, motivo por el cual no se debería limitar la búsqueda a una sola perforación en una sola ubicación del campo.

Por último existen en el mercado alternativas para el tratamiento de aguas (filtrado, tratamiento magnético, ósmosis inversa), que posibilitan corregir algunos de estos problemas. Sin embargo, los costos de estos tratamientos es el aspecto que limita, en gran



medida, su adopción a nivel de los tambos.

## B) EL AGUA COMO MEDIO PARA LA LIMPIEZA

El agua es utilizada para la realización de las siguientes prácticas de limpieza:

- Lavado y desinfección del equipamiento de ordeño, de refrigeración y otras superficies en contacto con la leche (tachos, mangueras, etc).
- Lavado de los pezones previo al ordeño.
- Lavado de pisos, paredes de la sala de ordeño, corrales y anexos.

Los requerimientos de calidad de agua para la aplicación de éstas prácticas, principalmente las dos primeras, son los siguientes:

### a) Calidad bacteriológica

El agua puede ser el vehículo de microorganismos, muchos de los cuales son patógenos para los humanos y los animales. Consecuentemente, el agua utilizada para la higiene general y particularmente la destinada a la limpieza de todas las superficies en contacto con la leche y a la higienización de los pezones, debería reunir los requisitos de calidad bacteriológica destinada a consumo humano (agua sin coliformes totales, ni coliformes fecales, ni *Streptococcus fecales*, ni *Staphylococcus* ni *Salmonela*, etc.).

Los dos indicadores más utilizados para definir la calidad bacteriológica del agua son el recuento de bacterias totales y el de coliformes totales.

A fin de mostrar la gravedad de la calidad bacteriológica del agua se presenta en el Cuadro 4, los resultados de un relevamiento en 165 tambos ubicados en la Cuenca Lechera Central (Procale, 1999) y en 59 tambos de las Cuenca de Abasto Sur, en Buenos Aires (Herrero y otros, 2001).

**Cuadro 4.** Distribución porcentual de los tambos de las Cuencas Lecheras Central y Abasto Sur, agrupados por rango de recuentos de coliformes totales en el agua disponible en las instalaciones de ordeño.

Rango de recuentos coliformes totales (NMP/ml)*	Porcentaje de tambos según cuencas	
	Central	Abasto Sur
Ausencia	23	42
1 a 10	11	34
11 a 100	30	12
101 a 1000	21	8
> 1000	15	4

\* NMP: Número Más Probable

Tal como puede observarse en el Cuadro 4 son muy pocos los tambos que disponen, en las instalaciones de ordeño, de agua que reúna el requisito de calidad bacteriológica. La utilización de una agua inadecuada incrementa sustancialmente los riesgos de contaminación bacteriológica de la leche.

Los motivos que pueden explicar esto son diversos. El agua puede contaminarse en el pozo de donde se extrae (mal estado) o antes de la salida al exterior. Este último aspecto aparece como muy importante puesto que en muestreos sucesivos de agua, en los mismos tambos, a la salida del bombeador y en la canilla de la sala de leche demostraron incrementos de 95 y 48% en los recuentos de bacterias y coliformes totales, respectivamente (Taverna y otros, 1992). La falta de un adecuado mantenimiento de las cañerías de agua y, fundamentalmente, del tanque depósito explican este importante incremento de los recuentos.

Para revertir estos efectos, se debería comenzar por un correcto mantenimiento de las instalaciones de agua, para luego buscar alternativas que permitan reducir la carga bacteriana a un nivel aceptable. Entre esas alternativas se destacan:

**Cloro.** Los productos clorados son germicidas económicos y de amplio espectro. Actualmente se encuentran incorporados en los detergentes, pero en algunos casos es necesario su incorporación al agua de tanque. La dosificación de cloro debe ser tal que además de satisfacer la demanda se obtenga un valor residual de 0,5 mg/l. Debido a la variedad de formas de presentación del cloro (sólido -pastillas y polvo- y líquido), su costo, facilidad de manejo y efectividad, su uso esta ampliamente difundido. El agua contaminada debe ser clorada (0,3-0,5 mg/l de cloro activo) para que resulte microbiológicamente potable a través del agregado de cloro (por ejemplo, hipoclorito) a la perforación o al tanque. Para la desinfección de tanques de agua se recomienda una dosis de 25 mg/l y si el equipo esta muy sucio, se deberá utilizar 250-300 mg/l de cloro disponible. En el mercado existen sistemas que se adaptan a la línea de agua antes de la canilla o antes de la entrada al tanque y utilizan la presión de la misma para dosificar automáticamente el producto desinfectante (ver figura 1 y 2 en anexo).

En agua de lavado se recomienda una concentración de 130 mg/l de cloro (Nishibu, 1996) y la solución sanitizante de 200 mg/l (Nishibu, 1996). Para el enjuague previo o al final del ordeño se recomienda dosificar 25 ml de hipoclorito cada 40 l de agua (Cousins y Mc Kinnon, 1977).

**Iodo.** Los productos yodados son germicidas y menos irritantes a la piel y no presentan corrosión sobre las gomas. Se utiliza para desinfección del equipo de ordeño, en una concentración de 25 mg/l, en la solución de lavado. Se debe tener la precaución que pierde eficacia con agua caliente (mayor de 49°C) y que no deben quedar residuos en las instalaciones.

#### b) Composición química.

Ciertos aspectos de la composición química del agua pueden afectar a la eficiencia del lavado de los equipamientos (ordeñadora, equipo de refrigeración, etc.) y la vida útil de las instalaciones (corrosión de bretes, cañerías, etc.).

En este sentido, el principal criterio de la composición química del agua a considerar para agua de limpieza es la:

**La dureza total:** resulta de la suma de las concentraciones de los cationes alcalinos térreos (Mg + Ca). Se expresa normalmente a través de Título Hidrométrico (°TH) que es la suma de los cationes Ca y Mg. En general sólo se tiene en cuenta la concentración de Ca y, por consecuencia, el THca. El °TH se puede expresar directamente como miligramos de Carbonato de calcio por litros de agua o en grados franceses (°THF) donde 1 °F corresponde a 10 mg/l de carbonato de calcio o en grados alemanes (dH°) cuya equivalencia es de 17,8 mg/l de carbonato de calcio.

Usualmente el término aguas duras o blandas se utiliza para describir la calidad de agua según la dureza total. No existe una uniformidad de criterio entre autores respecto a la clasificación del agua según su dureza. A continuación se presentan dos clasificaciones, expresándose la dureza total del agua en °F y concentración de carbonato de calcio.

**Cuadro 5.** Clasificación del agua por dureza total según dos autores.

Henkel (1983)		National Research Council (1980)	
°F	clasificación	°F	clasificación
menor a 5	muy blanda	0 a 6	blandas
5 a 15	blanda	6 a 12	moderadas
15 a 25	dura	12 a 18	duras
mayor a 25	muy dura	> 18	muy duras

°F: Grados Franceses

Un relevamiento de calidad de agua disponible en las instalaciones de ordeño de 165 tambos de la Cuenca Lechera Central (Procale, 1998) mostró (utilizando la clasificación de NRC, 1980) que el 3,5% de los tambos poseían agua blanda, un 23,5% agua moderadas, un 24,4% aguas duras y un 48,5% aguas muy duras. Otro relevamiento realizado en 59 tambos de la Cuenca de Abasto Sur (Herrero y otros, 2001) mostró que no se encontraron tambos dentro del indicador de agua blanda, un 32,6% presentó agua moderada, un 7% agua dura y el 60,4% restante presentó agua con características de muy dura. Los resultados muestran claramente que la mayoría del agua empleada para el lavado presenta una dureza elevada, aspecto que debería ser tenido en cuenta en la elección de los detergentes y rutinas de lavado a emplear.

Los detergentes formulados para agua dura deben privilegiar dos aspectos:

Poder anti-incrustante: para impedir las incrustaciones, los detergentes utilizan en su formulación secuestrantes o complejantes que tienen la función de impedir la formación de sales insolubles.

Poder desincrustante: capacidad para eliminar las incrustaciones que están constituidas por una deposición mineral proveniente del agua (normalmente de naturaleza calcárea) y de la leche (fosfato, carbonato y lactato de calcio).

A su vez, se deberán leer las recomendaciones del fabricante del detergente respecto a la dosis a utilizar según dureza del agua.

Las rutinas de lavado denominadas clásicas (alcalino después de cada ordeño + ácido complementario) requerirán ajustar la frecuencia de los lavados ácidos. Normalmente en aguas blandas se recomienda un lavado ácido semanal, mientras que en aguas duras es necesario incrementarlo a dos o tres veces por semana.

### **C) EL AGUA, RECURSO NATURAL A PRESERVAR**

Los países que han intensificado la producción agrícola y ganadera sin considerar conjuntamente la sustentabilidad del sistema pueden demostrar perfectamente que ciertas prácticas asociadas con este proceso son copartícipes del deterioro del ambiente. El agua es uno de los recursos más sensibles a estos procesos.

Si bien nuestra producción de leche está lejos, en muchos aspectos, de los niveles de intensificación asociados con estos problemas, ciertas tendencias (incremento de la concentración de los rodeos, inadecuado manejo de los efluentes, sistemas semi-estabulados, etc.) hacen necesario tomar precauciones respecto a la cantidad y calidad del agua en predios lecheros.

A continuación se citan brevemente los principales aspectos a considerar, lo mismo que ciertas recomendaciones “respetuosas del ambiente”.

#### **a) Consumo de agua**

El agua utilizada en las instalaciones de ordeño es extraída, en la mayoría de los casos, de las napas subterráneas. Para estimar el consumo total de agua se efectuaron mediciones en tambos comerciales (Charlón y otros, 2000). Se cuantificó el volumen de agua empleada en los siguientes puntos: limpieza de pisos de sala de ordeño y corrales, lavado de la máquina de ordeñar y equipo de frío, lavado de los pezones, refrescado de la leche. Los consumos de agua en las instalaciones de ordeño fueron estimados entre 65 y 87 litros por vaca por día considerando el agua utilizada en la placa de refrescado y entre 15 y 27 litros por vaca por día excluyendo el agua de la placa.

La mayor parte del agua es usada para el refrescado de la leche (70%), le sigue en importancia la destinada para la limpieza de pisos (15%), la utilizada para la higiene de la ordeñadora y equipo de frío (10%) y por último la destinada al lavado de los pezones (5%).

Esta cuantificación permite priorizar las prácticas que tendrían un impacto importante sobre el consumo de agua en el tambo.

#### **b) Prácticas tendientes a limitar el consumo de agua**

- El agua proveniente *del refrescado* de la leche no presenta ninguna contaminación que imposibilite su posterior utilización. Considerando la importancia de este volumen, el destino más adecuado de la misma es el consumo animal. Existe una cierta concordancia entre los requerimientos de agua de las vacas (50–90 litros día) con este volumen, con lo cual su aprovechamiento es total. Previo a la derivación hacia un depósito de gran capacidad (normalmente tanque australiano) y aprovechando la presión ejercida por la

bomba de agua, se puede elevar el agua al tanque depósito del tambo para que el mismo siempre esté lleno y, posteriormente, su rebalse orientarlo al tanque australiano (ver figura 3 en anexo).

Un relevamiento realizado por Nocetti e Iramain (2001) en establecimientos en provincia de Buenos Aires arrojó consumos de 4,5 a 9 litros de agua por litro de leche refrescada. Es importante controlar el buen funcionamiento de la placa evitando consumos excesivos e innecesarios.

- El agua *de limpieza de pisos de corral y sala de ordeño*, presenta normalmente una elevada concentración orgánica (materia fecal, orina, barro, alimento, leche) y posible contaminación bacteriológica. Consecuentemente, la misma no puede tener ningún uso alternativo dentro de la instalación. Sin embargo, se pueden considerar algunas prácticas de limpieza que reduzcan el consumo de agua destinada al lavado de pisos (por ejemplo, uso de rabasto, hidrolavadoras).

- En el caso del agua proveniente *del lavado de la ordeñadora y de equipo de frío*, la posibilidad más adecuada sería utilizar el agua del enjuague final de cada lavado en el enjuague inicial dentro de la rutina siguiente. Este volumen de agua se puede almacenar en una de las piletas de lavado o en un depósito destinado para este fin después de la salida de la ordeñadora.

### c) Manejo de los efluentes

Los efluentes generados en las instalaciones de ordeño constituyen un riesgo potencial para el ambiente, la salud humana y animal. Un manejo inadecuado de los efluentes puede contaminar el agua disponible en el tambo. La aplicación de prácticas y técnicas adaptadas y adecuadas al nivel del sistema de producción permiten minimizar estos problemas.

Un relevamiento realizado por Charlón y otros (2000) en 49 tambos comerciales ubicados en la denominada Cuenca Lechera Central de la Argentina, donde el objetivo fue cuantificar y caracterizar los efluentes generados en las instalaciones de ordeño. Uno de los aspectos remarcables de los resultados obtenidos fue su importante variabilidad, siendo ésta mayor en los consumos de agua que en la fracción sólida recuperada, debido a un inadecuado uso del recurso, agua. Por otra parte, es importante destacar que la fracción líquida representó aproximadamente el 97-98% del total de los efluentes. Por lo tanto, un uso racional del agua permitiría reducir el volumen de los efluentes generados e incrementar el valor biológico del mismo por una menor dilución de la fracción sólida.

Las recomendaciones prácticas se centrarían en una correcta planificación del almacenamiento y uso posterior de los efluentes. El sistema de almacenamiento elegido debería estar ubicado a una distancia prudencial del tambo, la perforación y la casa familiar. En este sentido, las recomendaciones varían entre diferentes países y autores, con un mínimo de 15 y un máximo de 50 metros.

Adams (1986) recomienda las siguientes distancias mínimas para establecimientos lecheros:

- Entre fuente de abastecimiento de agua y rezumidero, letrina o sistema subterráneo de disposición de residuos .....30 metros
- Entre fuente de abastecimiento de agua y sistema de almacenamiento o disposición de heces superficial.....30-60 metros
- Entre fuente de abastecimiento de agua y corrales de encierro o feedlots.....15-30 metros

En cuanto al uso posterior de los efluentes almacenados se plantean dos situaciones. Si los mismos son distribuidos en el campo se debería planificar su distribución en distintos potreros y evitar encharcamientos en el momento de su aplicación. En el caso de verterlos a un canal, cuneta o arroyo público externo al establecimiento, el efluente debería tener un tratamiento previo que lo habilite para este uso según las normas vigentes ( $< 50$  mg/l DBO; OSN, 1983).

Disponer de agua de calidad y en cantidad necesaria es importante para lograr una eficiente producción de leche. Las características del agua pueden cambiar en el tiempo, es importante monitorear la calidad de la misma y disponer de los análisis químicos de todas las aguadas. Su aprovechamiento y manejo debe ser el adecuado para no provocar la contaminación del agua subterránea y superficial.

## BIBLIOGRAFIA

- Adams, R.S. (1986). Water Quality for Dairy Cattle. Pennsylvania State University.
- Andersson, M. (1987). Effects of number and location of water bowls and social rank on drinking behaviour and performance of loose-housed dairy cows. *Livest.prod. Sci.* 17:19-31.
- Bavera, G., Beguet, H. Y Bocco, O. (1999). Aguas de bebida para bovinos. Ed. Hemisferio Sur, 113 págs.
- Castle, M.E. y Thomas, T.P. (1975). The water intake of British Friesiam cows on rations containing various forages. *Anim. Prod.* 20:181-189.
- Cerana, L. (1975). Aguas salinas para bebida animal. *Ciencia e Investigación*, 31. Bs.As. pp. 221-232.
- Charlón, V. Taverna, M.; y Paniggatti C. (2000). Cuantificación y caracterización de los efluentes generados en las instalaciones de ordeño. Abstracts 11º Conferencia de la Organización Internacional de la Conservación del Suelo (ISCO'2000).
- Charlón, V., Taverna, M., Cuatrín, A., Negri, L. (2001). Características del agua disponible en las instalaciones de ordeño de tambos ubicados en la cuenca lechera central de la Argentina. *Revista Argentina de Producción Animal*, Vol 21 supl.1, pág.228
- Cousins, A.M. and McKinnon, C.H. (1977). Cleaning and disinfection in milk production. Chapter X. *Milking Machine*,. Ed. NIRD. pp.286-329.
- De La Canal, J. J. (1994). Código Alimentario Argentino, Tomo I, Capítulo XII, Art.982, Ed. De la Canal y Asoc, Bs. As., Argentina, pág. 331.
- Etcheverry, F. (2000). Efecto de la calidad y concentración mineral del agua de bebida de vacas lecheras sobre la producción y composición química de la leche. Tesis de Grado Fac. Agronomía, UBA. pp. 9-15.
- Henkel (1983). "Hygiene en Agriculture", Doc. PM.DT.1.22.2.83, pág. 3.
- Herrero, M. A., Sardi, G. M., Orlando, A. A; Maldonado, V., Carbo, L., Flores, M. Y Ormazabal, J.J. (1996). Protagonistas del Desarrollo Sustentable: El Agua en el Sector Agropecuario, caracterización de la Pradera Pampeana. Agua, en el libro *Uso y manejo sustentable del agua*. Ed.Eudeba. Bs. As., Arg. pp. 53-80.
- Herrero, M.A.;1996 (b) - Aguas para consumo animal - Cap.5 en *Agrozonomía I, Bases para la Producción Animal* Ed. Agrovot, Buenos Aires, Arg. :53-81
- Herrero, M.A., Sardi, G.M., Maldonado May, V., Cyngiser, A., Orlando, A.A.; Carbó, L.,

Bontá, M. 1997 (a). El recurso agua para la producción de leche en la cuenca oeste de la provincia de Buenos Aires. *Revista Argentina de Producción Animal*, Vol. 17 -Sup 1: 314 - 315.

Herrero M.A., Maldonado May, V.; Carbó L.; Sardi G. (1998). Características del agua para la producción de leche en las cuencas de abasto norte y sur (Prov. Bs.As.). *Revista Argentina de Producción Animal*, Vol.18 - Sup 1. : 41-42.

Herrero, M. A. (1998 (b)). El agua y su importancia en la producción ganadera. *Rev. Georgica*, Universidad de Zaragoza, Escuela Politécnica de Huesca, España. pp.67-87.

Herrero, M. A. y Maldonado May, V. (2000). Calidad de Agua Subterránea – Industria y Química, *Revista de la Asociación Química Argentina*. N°. 339, pp.18-23.

Herrero, M. A., Iramain, M.S.; Korol, S., Buffoni, H; Flores, M., Pol, M., Maldonado May, V.,Sardi, G., Fortunato, M.S. (2001). Calidad de agua y contaminación en tambos de la Cuenca de Abasto Sur, Bs. As., Argentina - - *Revista Argentina de Producción Animal* (en prensa).

Jarsun, A. (1987). Uso e interpretación de aguas. Convenio INTA-Bco. Prov. de Córdoba. pp. 1-20.

Lanhamm, J.K.; Coppock, C.E., Milam, K.Z.; Labore, J.M.; Nave, D.H.; Stermer, R.A. Y Brasington, C.F. (1986). Effects of drinking water temperature on physiological responses of lactating Holstein cows in summer. *J. Dairy Sci.* 69:1004-1012.

Murphy, M.R. (1992). Water metabolism of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 75:326-333.

National Research Council (1980). *Mineral Tolerance of Domestic Animals*. Washinton, DC National Academy Press. 578 pp.

National Research Council (NRC) (2001). *Nutrient Requeriments of Dairy Cattle*. 7<sup>th</sup>. Ed. Washington, D.C., National Academy of Sciences. pp. 178-183

Nishibu, J. (1996). *A Practical Look at Quality Milk Production*. Tokachi federation of Agricultural Cooperatives, Japón. 18 págs.

Northeast Dairy Practices Council (1990). *Guidelines for potable water on dairy farms*. NDPC 30, 34 págs.

Nosetti, L.; Iramain, M. S.; Evaluación del uso y manejo del agua y efluentes en establecimientos lecheros de la Provincia de Buenos Aires. (2001). IX Jornada de Jóvenes Investigadores de la A.U.G.M. 12, 13 y 14 de septiembre de 2001 Rosario, Argentina

O.S.N. (1983). Reglamento de Control de vertimientos de líquidos residuales. Res.N°1089/82 – AG.DIPOS, Santa Fe.



Procale II (2000). Proyecto Calidad de Leche, primer informe 1998. EEA Rafaela INTA. 46 págs.

Taverna, M., Suarez, C. Pansa, O., Galo, J. y Gallino, R. (1992). Evaluación de la eficiencia de distintas rutinas de lavado de ordeñadoras con línea de leche. Información Técnica n°13, EEA Rafaela-INTA, 10 págs.

Trelles, R. (1972). Química de las aguas de la república Argentina. UBA-Instituto de Ingeniería Sanitaria. pp.119-157.

Van Horn, H.H. and Wilcox, C.J. (1992). Large Dairy Herd Management. Ed. Am. Dairy Sci. Asoc. pp. 260-271.

Wooding, N.H. (1981). Your Water Test Report. The Pennsylvania State University. 14 págs.

Yeruham, I; Shlosberg,A.; Hanjii,V.; Bellaiche,M.; Liberboim,M. (1997). Nitrate toxicosis in beef and dairy cattle herds due to contamination of drinking water and whey. Vet. Human Toxicology 39 (5):296-298.