

Necesidades de agua en explotaciones de vacuno lechero

1. Introducción

Uno de los principales factores a considerar en el bienestar del ganado lechero es un adecuado acceso al agua como elemento imprescindible para la vida, además de ser necesario para el correcto estado sanitario de los animales y, por tanto, para lograr un adecuado nivel de producción.

Los bebederos deben proporcionar agua en cantidad y calidad adecuadas, limpia y en lugares convenientemente ubicados para que las vacas puedan acceder con facilidad y sin interacciones negativas con sus congéneres o con el entorno.



El agua ha sido uno de los elementos tradicionalmente menos considerados en las explotaciones ganaderas y en el mundo agropecuario. Debido a ello, parecía que el agua podía suministrarse en cualquier lugar y utilizando los dispositivos más variados (bidones de aceite de grandes dimensiones cortados convenientemente, bebederos automáticos con escaso caudal o bebederos de llenado manual, condicionado éste a la memoria del ganadero, etc.). Ni siquiera existe en la Unión Europea una normativa específica para el agua de bebida de los animales que marque claramente cuáles deben ser las características que debe reunir el agua para cada especie animal. Afortunadamente, esta escasa atención ha cambiado notablemente, aunque sigamos viendo lamentables ejemplos de lo comentado unas líneas más arriba.

Antonio Callejo Ramos. Dr. Ingeniero Agrónomo
Dpto. de Producción Animal-EUIT Agrícola-UPM
antonio.callejo@upm.es

Es conocido el papel esencial que juega el agua en multitud de funciones fisiológicas del animal, funciones que exceden las pretensiones de este trabajo, aunque citaremos las más importantes:

- ✓ Mantener los fluidos corporales y el balance iónico¹.
- ✓ Digerir, absorber y metabolizar nutrientes.
- ✓ Eliminar sustancias de deshecho y el exceso de calor corporal.
- ✓ Transportar nutrientes hacia y desde los tejidos corporales.
- ✓ Ser componente de reacciones químicas.

Las vacas pueden consumir entre 4,5 y 5,0 litros de agua total (de bebida y contenido en el alimento) por cada kilo de leche producida, aportando el agua de bebida cerca del 80-90% de las necesidades totales del animal. A ello hay que añadir el agua producida en el metabolismo por la oxidación de nutrientes orgánicos. A su vez, pierden agua a través de la saliva, heces, orina y leche, a través del sudor y por evaporación en la superficie corporal y en la mucosa del tracto respiratorio.

Por tanto, es lógico pensar que debe proporcionarse agua de la mejor calidad, en cantidad suficiente y en lugares estratégicos que permitan un fácil, rápido y cómodo acceso a los animales. Cantidad suficiente significa que deben cubrirse los picos de demanda de agua que se producen en determinados momentos del día y en épocas de calor. Finalmente, debe recordarse que los bebederos deben ser fáciles de limpiar y ser limpiados con regularidad.

En cualquier caso, el agua necesaria en una explotación lechera no se destina únicamente a satisfacer las necesidades de bebida sino que también se necesita, y en cantidades no despreciables, para la limpieza de las instalaciones, los vestuarios y aseo del personal, la prerrefrigeración de la leche y para el sistema de refrigeración de los animales mediante pulverización, caso de disponer de estas dos últimas instalaciones.

2. Necesidades de agua de bebida

Las vacas son animales que consumen gran cantidad de agua, en función del agua perdida, dependiendo de factores como:

- Actividad del animal,
- Nivel de producción,
- Contenido en materia seca de la ración,
- Temperatura y humedad ambientales,

¹ Una pérdida de agua del 20% tiene consecuencias fatales para el animal

- Leche producida, y
- Otros factores

Existen multitud de ecuaciones que intentan predecir el consumo de las vacas. Estas ecuaciones suelen tener en cuenta varios parámetros, como son la cantidad de materia seca y de sodio ingeridos, la producción de leche, el peso del animal, la temperatura ambiente, etc. Pueden considerarse otros factores como el potasio, el número de lactación, la humedad relativa, la proporción de forraje o el contenido en materia seca de la ración, si bien estos parámetros no han mejorado la precisión de la predicción del consumo (Meyer y col., 2004)².

Unas reglas fáciles de recordar para estimar las necesidades de consumo de agua de una vaca lechera en lactación pueden ser las siguientes:

- 4 litros por litro de leche producida, o
- 10 litros por cada 100 kg de peso vivo, más 3 litros por litro de leche producida.

Estas cifras pueden verse incrementadas hasta un 100 % cuando la temperatura supera los 30°C o ser inferiores cuando el animal consume una ración muy húmeda.

En la práctica, se suele acudir a tablas por su facilidad de uso. Una de ellas es la Tabla 1.

También nos parece útil e interesante la Tabla 2, propuesta por Murphy (1993).

Tabla 1. Consumo de agua por el ganado vacuno
(McFarland, 2000)

Animal	Edad (meses)	Litros/día	Animal	Edad o producción	Litros/día
Terñera Holstein	1	5-8	Vacas secas	Gestantes (6-9 meses)	26-50
	2	6-9			
	3	8-11			
	4	11-13			
Novilla Holstein	5	14-17	Vacas en lactación ¹	15 l/día	68-83
	15-18	22-27		25 l/día	87-100
	18-24	28-36		35 l/día	115-135
				45 l/día	130-155

¹A mayor contenido en materia seca de la ración, mayor consumo de agua.

Tabla 2. Necesidades de agua de bebida (litros/vaca y día) según producción y 1º ambiente

Categoría/producción de leche	Temperatura ambiente (°C)		
	10	20	30
Vaca seca	49	61	73
Vaca + 20 l/día	75	87	99
Vaca + 30 l/día	90	102	114
Vaca + 40 l/día	104	116	128

Ejemplo:

Consideremos un grupo de 100 vacas con una producción diaria de más de 30 litros y una temperatura ambiente de 30 °C. En este caso, las necesidades de agua de bebida serían de:

$$100 \text{ vacas} \times 114 \text{ litros/vaca y día} = 11.400 \text{ litros/día} + (20\% \text{ seguridad}) = 13.680 \text{ litros/día}$$

En el caso de que la granja disponga de un preenfriador de leche, es muy importante recuperar el agua utilizada en el preenfriador. Si consideramos unas necesidades de 2,5 litros de agua por litro de leche pre-refrigerada, y considerando una producción de leche de 35 litros/día, estaríamos recuperando:

$$100 \text{ vacas} \times 35 \text{ litros/día y vaca} \times 2,5 \text{ litros agua/litro leche} = 8.750 \text{ litros de agua/día}$$

Es decir, podríamos recuperar casi el 64% de las necesidades de agua de bebida o, en su defecto, podríamos utilizar esta agua recuperada para la limpieza de la instalación de ordeño, lavado de ubres, agua sanitaria, etc. (figura 1).

Figura 1. Esquema de posibles usos del agua recuperada del sistema de preenfriado de la leche en un intercambiador térmico



Cuando el consumo de agua es inadecuado (en general, por defecto), podemos pensar en las siguientes causas:

- Problemas de suministro (insuficiente caudal y/o presión)
- Baja calidad química
- Contaminación microbiana
- Derivaciones eléctricas
- Temperatura inadecuada

Una baja ingestión de agua se manifiesta en:

- Estreñimiento y deyecciones más consistentes,
- Baja producción de orina,
- Ingestión de orina de otras vacas y de agua de los charcos,
- Bajo hematocrito.

Un consumo excesivo de agua se traduce en:

- Mayor cantidad de orina producida
- Deyecciones más blandas, normales en color y olor

Este consumo excesivo puede deberse a numerosos factores:

- Consumo excesivo de ClNa o NaHCO₃
- Producción de orina anormalmente alta:
 - Exceso de proteína, de nitrógeno no proteico, o de nitratos.
 - Contaminación por Hg
- Baja calidad química

Las necesidades de agua para la limpieza de la máquina de ordeño pueden consultarse en un trabajo nuestro publicado en el n° 158 de Frisona Española.

3. Necesidades de agua para refrigeración del aire

Durante buena parte del año, la mayor parte de nuestro país alcanza temperaturas en las que el ganado lechero experimenta estrés calórico, por lo que es preciso disponer de sistemas de refrigeración que disminuyan bien la temperatura del aire que rodea el animal o bien refrigerar la propia superficie corporal del animal.

En el primer caso estaríamos hablando de **refrigeración evaporativa indirecta** (figuras 2 y 3). El con-

² Si el lector estuviera interesado en alguna de estas ecuaciones, puede solicitarlas al autor mediante correo electrónico.

Necesidades de agua en explotaciones de vacuno...

Figuras 2 y 3. Refrigeración mediante paneles humectantes y extracción mecánica de aire.



sumo de agua en este sistema de refrigeración fue estimado por Harner y col. (2009) en 0,19 l/min y m² de panel evaporador, con un valor medio de 49 l/día y plaza y un máximo de 85, 8 l/día y plaza. Los datos recogidos sugieren que el consumo de agua en las horas de más calor puede triplicar el consumo medio, lo que hay que tener en cuenta a la hora de dimensionar las tuberías de suministro de agua al panel.

En el segundo caso hablaríamos de **refrigeración evaporativa directa**. Este sistema difiere del anterior en que el objetivo no es enfriar el aire sino mojar directamente la piel del animal. Para ello, Chastain y Turner (1994) recomendaron aplicar 1,2 l/m² de agua sobre la superficie dorsal de la vaca. Las gotas de agua deben ser lo suficientemente gruesas para no quedar atrapadas y formar una fina capa de agua sobre el pelo, que atraparía una fina capa de aire entre aquella y la piel, que actua-

ría como aislante e impediría la eliminación de calor por el animal.

El sistema de evaporación directa más habitual es el que moja a las vacas mientras están en la línea de comederos con boquillas o rociadores de baja presión, alto volumen y gotas gruesas (Figura 4). Para aumentar más la capacidad de evaporación del aire, este rociado de los animales se combina con una ventilación forzada generada por ventiladores, generalmente de tipo axial (Figura 5).

Las especificaciones típicas de este sistema son boquillas de 2,3 l/min de caudal, a 140 kPa de presión, de 180° o inferior de salida de agua y colocadas como se indica en la Figura 6. Son perfectamente válidos los difusores que se utilizan en el riego de jardines. Un ángulo de salida de agua de 135° da excelentes resultados: consume menos agua y no moja la cabeza y cuello de los animales mientras están comiendo (Li y col., 2012).

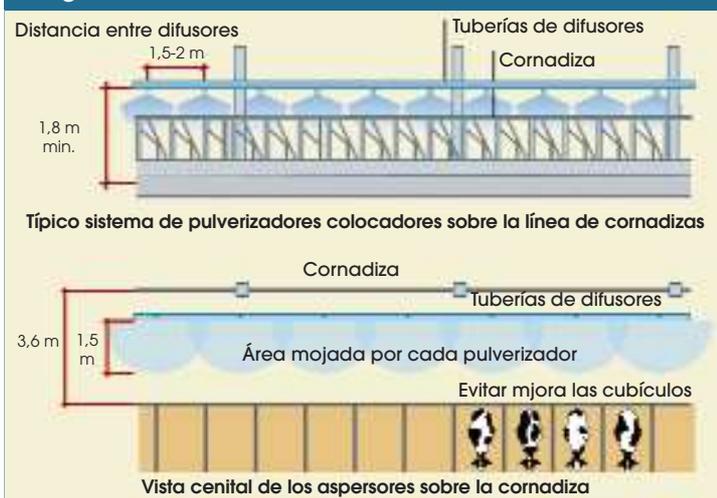
Figura 4. Rociadores en comedero



Figura 5. Rociadores y ventiladores



Figura 6. Colocación de los rociadores sobre la cornadiza



Se realizan ciclos de mojado de 1 a 3 minutos, seguidos de secado con la ventilación forzada generada por los ventiladores durante 12 a 14 minutos. Estos ciclos deben acortarse conforme aumenta la temperatura.

La cantidad de agua necesaria en este sistema puede estimarse a partir de la siguiente ecuación:

$$D_w = F_L \times C_H \times H \times 1,9 \text{ l/m}^3$$

donde:

- D_w: Consumo de agua (l/día)
- F_L: Longitud total de comedero (m)
- C_H: ciclos/h de mojado secado
- H: horas/d de funcionamiento

Las observaciones realizadas en las granjas muestran que aproximadamente el 50% del agua

³ l/m representa la aplicación de 1,25 l/m² por cada ciclo de mojado-secado en una franja de 1,5 m de ancho a lo largo del comedero

Necesidades de agua en explotaciones de vacuno...

utilizada no se evaporará en la piel del animal y escurrirá hacia el suelo y formará parte de la producción diaria de purín o de estiércol. Para limitar estas pérdidas de agua se deben ajustar los ciclos de mojado-secado, acortando el tiempo de mojado y aumentando el número de ciclos. Estos ciclos serán controlados por un termostato, que pondrá en marcha el sistema a una temperatura del aire determinada (entre 21 y 24 °C) y un programador similar a los que se utilizan para el riego de jardines, que abrirá una válvula colocada en la tubería de suministro de agua durante el tiempo de mojado y la cerrará durante el de secado.

3. Criterios para el dimensionamiento y ubicación de bebederos

3.1. Dimensionamiento

Las vacas dedican a beber entre 30 y 40 minutos al día, y pueden realizar, dependiendo del tipo de alimento y de la temperatura, entre 4 y 10 tomas diarias. Beben muy rápido, a razón de 15 a 20 litros/minuto, por lo que los bebederos deben tener suficiente caudal para lograr una muy rápida recuperación de su contenido.

Las vacas tienden a consumir entre el 30 y el 40% de sus necesidades diarias en las inmediaciones de la instalación de ordeño, especialmente a la salida de la sala. Fuera de esta zona, muestran ciclos de alimentación/consumo de agua (en este orden) durante el resto del día, especialmente durante las horas en que también es máximo el consumo de alimento sólido.

Algunas guías de servicios de extensión agraria de EE.UU. recomiendan 60 cm de espacio lineal de bebedero cada 15-20 vacas. Por tanto, un grupo de 100 vacas necesita entre 3-3,5 m de acceso al bebedero, mejor si se reparte en dos o tres localizaciones.

En climas calurosos, donde las vacas experimentan una intensa evaporación en la piel y los periodos de estrés térmico son más prolongados, se sugiere que los bebederos permitan el abrevado del 15% del grupo simultáneamente, disponiéndose de 60 cm por animal. Así, en un grupo de 100 vacas se debe disponer de 9 metros de espacio accesible de bebedero. Si el grupo fuese de más de 200 vacas, el porcentaje de vacas que deben poder beber simultáneamente es del 20%.

En estabulación libre se puede dar una cierta competencia por el acceso al agua, máxime si no hay suficiente espacio. Podemos determinar si la disponibilidad de bebederos de una explotación permite el tiempo de acceso señalado en el primer párrafo, empleando dos sencillas ecuaciones:

$$\text{Longitud total de acceso a bebederos (m)}/0,04^4 \text{ m x} \\ \text{(24 h - tiempo total de ordeño (h))} = \\ \text{Tiempo total de acceso a bebederos}$$

$$\text{Tiempo total de acceso a bebederos}/\text{n}^\circ \text{ de vacas} = \\ \text{Tiempo total de acceso a bebederos}/\text{vaca}$$

Siempre que el tamaño del lote o grupo exceda de 10 animales deberán instalarse, al menos, dos puntos de agua. Ello ayuda a no interrumpir el suministro en caso de avería de uno de ellos y a reducir el efecto de las vacas dominantes.

⁴ 0,04 m es el resultado de dividir 60 cm entre 15 vacas, espacio que se cita como recomendable. También podría utilizarse la cifra de 0,6 m en climas calurosos donde se requieren 60 cm por animal para que el 15% de las vacas puedan beber simultáneamente.

Aunque, como hemos comentado, las vacas ocupan relativamente poco tiempo en beber, tienden a permanecer cerca de los bebederos, especialmente en tiempo caluroso. Por tanto, los bebederos deben dimensionarse para permitir su uso a varios animales simultáneamente, debiéndose evitar las aglomeraciones en las zonas de abrevado (Figura 7).

Figura 7. Evitar aglomeraciones en momentos de gran demanda de agua. (Alboquers, 2006)



3.2. Ubicación

Para ubicar los bebederos, además de considerar su longitud, debe tenerse en cuenta que las vacas no deberían desplazarse más de 15 m para encontrar uno. Asimismo, no deben pasar más de una hora sin acceso al agua de bebida.

Una recomendación interesante para calcular el número de vacas que pueden beber al mismo tiempo es considerar el número de plazas a cada lado de la sala de ordeño (espina de pescado o paralelo). Si suponemos que cada 10-12 minutos puede salir una tanda de animales recién ordeñados, la sed de los animales del grupo previo debe ser satisfecha y el bebedero nuevamente lleno antes de que llegue el grupo o tanda de ordeño siguiente.

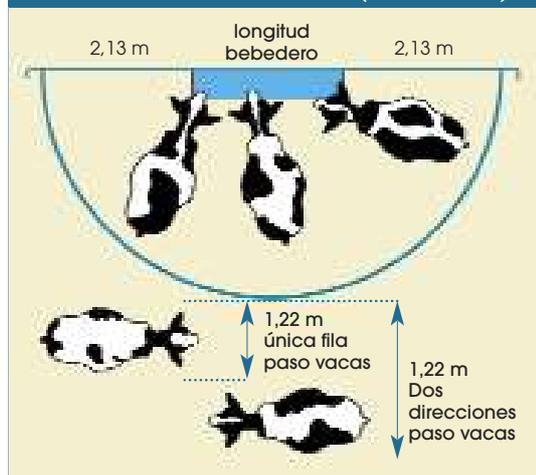
Un lugar habitual para ubicar los bebederos son los pasos de cruces entre pasillos (Figuras 8a y 8b), debiendo tener anchura suficiente (no inferior a 4,2 m) para permitir que las vacas beban sin impedir el paso de otros animales (Figura 9).

Figuras 8a y 8b. Bebederos ubicados en pasos de cruce. (Fotos del autor)



Estos pasos, y por tanto los bebederos, no estarán situados a una distancia superior a 20-25 m y, aunque próximos, suficientemente separados de los comederos para evitar que el alimento se moje o se ensucie el agua con comida. No se deben colocar en las cornadizas, ni tampoco en pasillos estrechos, lejos de la salida de la sala de ordeño, etc.

Figura 9. Espacios requeridos por vacas adultas alrededor de los bebederos. (Graves, 1985)



Algunas investigaciones realizadas para estudiar las pautas de consumo de agua de las vacas muestran que éstas tienden a utilizar más aquellos bebederos situados más cerca de la salida de los corrales hacia la sala de ordeño y menos los del extremo opuesto. También beben más agua en los bebederos situados más cerca de la cornadiza, próximos al pasillo de alimentación, frente a los más próximos al pasillo de circulación posterior. Esta circunstancia nos puede aconsejar colocar más espacio de bebederos en la salida de los corrales o en los caminos de vuelta desde la sala de ordeño. También puede suplementarse el número de bebederos en las épocas de más calor y colocarlos donde no provoque un aumento del tráfico de vacas alrededor de los de más consumo; por ejemplo, en el lateral opuesto a la línea de comederío, junto al pasillo de circulación trasero (cuando los cubículos se sitúan cabeza con cabeza en la zona central del corral).

Estos bebederos suplementarios reducen el "tráfico" de vacas alrededor del paso de cruce central y proporcionan un interesante volumen adicional de agua en épocas de estrés térmico, cuando el consumo de agua por los animales puede llegar a duplicarse.

Los bebederos sólo deben tener acceso por un lado. Aquéllos que pueden ser utilizados por ambos lados, por ejemplo, los que se colocan en las vallas de separación de los corrales contiguos, en realidad no duplican el perímetro de acceso ya que la distancia entre ambos lados es muy inferior a la zona de exclusión que establecen las vacas, salvo que tengan una anchura suficiente. Tampoco se deben colocar bebederos en rincones o al final de pasillos ciegos o sin salida; de esta forma, se evita que vacas dominantes impidan el acceso al agua a otras vacas de menor rango jerárquico.

En los últimos años gana fuerza la recomendación de instalar bebederos en el interior de la sala de ordeño y permitir a los animales beber nada más terminar de ordeñarse. Como es lógico, esta instalación, interesante a nuestro juicio, obliga a dimensionar adecuadamente dicha sala para evitar que los bebederos provoquen una mala circulación de animales y disminuyan el rendimiento de la instalación de ordeño. Los defensores de esta ubicación

de bebederos sostienen que las vacas no deben tener ninguna razón relacionada con el agua para dejar de comer.

Otra posibilidad es instalar un tubo de PVC (mejor si es de acero inoxidable) de gran diámetro cortado longitudinalmente por la mitad y los bordes resultantes convenientemente redondeados para evitar que produzcan daños a los animales (Figuras 10a y 10b). Este tubo, colocado en el lateral del pasillo de retorno desde la sala de ordeño al establo, permite beber a las vacas nada más terminar el ordeño y no suele ocasionar problemas de tránsito a la salida de dicha sala.

Figuras 10a y 10b. Bebedero de amplio canal a la salida de la sala de ordeño. (Beede, 2005)



La longitud de este "improvisado bebedero" debe ser de 60 cm por cada vaca que se prevé que lo use al mismo tiempo, por ejemplo, el número de plazas de un lado de la sala de ordeño. Este bebedero debe estar perfectamente horizontal. Si el pasillo tiene ligera pendiente, aquél deberá dividirse en tantos bebederos como sea necesario para que mantengan su horizontalidad y se sitúen a la altura correcta para permitir un fácil acceso de las vacas.

En el caso de que el sistema de alojamiento sea el llamado "cama caliente", es decir, sin cubículos, los bebederos nunca deben situarse dentro de la zona de reposo, sino en el borde exterior de la misma (Figura 11), sobre el pasillo de alimentación. Además, lo recomendable es impedir el acceso al bebedero desde dicha zona de reposo y obligar a las vacas a salir de ella para beber. De esta forma evitaremos que la cama se humedezca.

Figura 11. Correcta ubicación del bebedero en un sistema de "cama caliente". (Foto del autor)



Necesidades de agua en explotaciones de vacuno...

El suelo alrededor del bebedero debe ser firme y proporcionar un apoyo seguro a las vacas. Deberá tener ligera pendiente para evitar encharcamientos. También debe evitarse que el agua llegue a los cubículos contiguos.

3.3. Colocación del bebedero

La altura de colocación del bebedero varía entre los 60 y 80 cm, no debiendo superarse el 61% de la altura a la cruz del animal. Las últimas recomendaciones sitúan esta altura a 90 cm del suelo. La profundidad del agua recomendable se sitúa entre 10 y 20 cm (figura 05), ya que debemos considerar que las vacas introducen el morro en el agua entre 2 y 5 cm, inclinando la cabeza unos 60°.

Existen estudios que demuestran que las vacas prefieren beber en bebederos altos (>60 cm) que cuando éstos se colocan a menos altura (30 cm). Los mismos estudios muestran mayor tendencia de las vacas a beber en bebederos grandes que en bebederos de menor dimensión. Esta preferencia se manifiesta en abrevados más prolongados, más cantidad de agua bebida y mayor número de "sorbos".

Se puede dar más profundidad de agua y de esta forma contar con una reserva de agua superior, pero la renovación del agua es menor y se ensucia más fácilmente. Es preferible dotar esta reserva de agua prolongando la longitud del bebedero.

En cualquier caso, el caudal de suministro debe permitir mantener esa profundidad mínima de 10 cm. Por otro lado, siempre han de quedar 5-10 cm entre el nivel máximo del agua y el borde superior del bebedero con el fin de evitar desbordamientos.

Para evitar que los animales orinen o defecuen en su interior o se suban a la plataforma sobre la que puede situarse el bebedero, puede colocarse una barra de protección o "guardarail" alineada con su borde superior o alrededor del mismo (Figura 12). En ningún caso deben dificultar el acceso al bebedero o implicar una posición incómoda para beber. Esta barra también evita lesiones al ganado y desperfectos en el bebedero. Deben evitarse los bebederos estrechos, con los bordes angulosos o colocados demasiado altos (Figura 13).

Por supuesto, todo bebedero ha de tener una válvula u orificio que permita su vaciado completo y posterior limpieza. En alguna granja hemos visto cómo el desagüe del bebedero se ha conectado a la bajante de recogida de aguas pluviales contribuyendo así a no generar aguas sucias ni a incrementar el volumen de las deyecciones recogidas como cuando desaguan directamente a los pasillos. En otros casos, los bebederos se vacían volcándolos (Figura 14), aunque algunos bebederos de este tipo están colocados a una altura excesivamente baja.

Figura 12. Barra protectora (foto del autor)



Figura 13. Abrevadero estrecho, situado muy alto y con bordes angulosos (Alboquers, 2006)

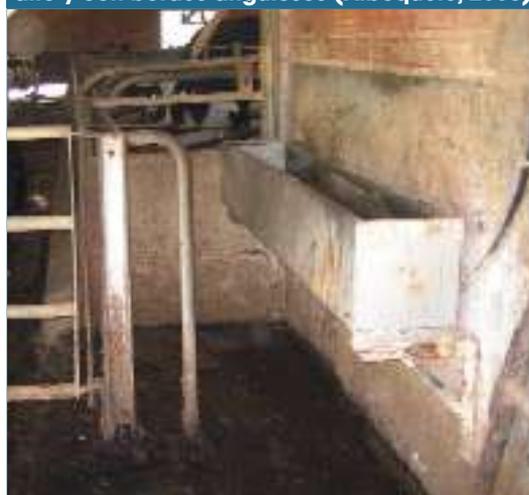


Figura 14. Vaciado de bebederos mediante vuelco. (Alboquers, 2006)



5. Caudal y reserva de agua

No es nuestro propósito explicar aquí el dimensionamiento de tuberías de suministro de agua. Pero sí es preciso remarcar que de nada sirve disponer de suficiente espacio para beber, en los mejores y más limpios bebederos y del agua de mejor calidad, si el caudal no es suficiente. Caudales bajos se deben, normalmente, a escasa presión de agua, válvulas de poco flujo y/o a tuberías estrechas.

Pensemos que una vaca es capaz de beber entre 15 y 20 litros por minuto. Si en los momentos punta, el 15% de un grupo de 100 vacas está bebiendo simultáneamente, es preciso garantizar un caudal de entre 225 y 300 litros/minuto (15x15 y 15x20, respectivamente).

Quizá por ello algunos autores recomiendan que el volumen de agua que deben contener los bebederos sea de 20 litros por vaca a la que atiende. En otras palabras, si se dispone de un bebedero por cada 10 vacas, éste debe tener un volumen mínimo de 200 litros. Según el caudal disponible, así será el tiempo de recuperación para volver a llenar el bebedero.

Ejemplo:

Supongamos una sala de ordeño 2x 16, en la que los grupos de 16 vacas salen cada 10 minutos. Podemos suponer que a la salida de la sala de ordeño las vacas consumen el 40% de sus necesidades diarias. Siguiendo con el ejemplo anterior, las necesidades de agua de bebida de estas vacas son de 114 litros/día y vaca. El 40 % de estas necesidades supone 45,6 litros/día y vaca, que repartidos en dos ordeños implica un consumo tras los mismos de 22,8 litros/ordeño y vaca.

$$16 \text{ vacas} \times 22,8 \text{ litros/ordeño y vaca} = 364,8 \text{ litros/ordeño}$$

Considerando que el sistema dispone de 10 minutos (tiempo de salida entre 2 tandas de vacas) para recuperar el volumen, el caudal necesario sería:

$$364,8/10 = 36,5 \text{ litros/minuto}$$

Por lo que respecta al caudal necesario para el sistema de refrigeración, cuando ésta es de tipo directo mediante la instalación de boquillas pulverizadoras sobre la línea de comederos, el caudal instantáneo puede reducirse si la instalación se divide en varios sectores y el funcionamiento de los mismos no es simultáneo sino que se van alternando los ciclos de mojado, lo que es sencillo de conseguir mediante la instalación en el circuito de un programador y de tantas electroválvulas como de sectores se configuran.

En algunos casos en el que el suministro de agua es municipal, éste no es capaz de proporcionar el caudal de agua necesario en los momentos de mayor demanda. Por ello, y para prevenir interrupciones de suministro, siempre es recomendable disponer en la granja de una importante reserva de agua en uno o varios depósitos dispuestos al efecto. Mediante una bomba adecuada se puede aportar el suplemento de agua necesario. La capacidad de estos depósitos debería satisfacer el consumo de la granja durante 48 horas, previendo así posibles cortes de suministro. La salida del agua debería estar en el extremo opuesto al de la entrada para posibilitar una adecuada circulación y renovación del agua en el depósito.

Por descontado, estos depósitos deben ser de fácil limpieza y desinfección. Vemos con frecuencia el uso de depósitos reciclados, adquiridos en desguaces y cuyo uso anterior fue, por ejemplo, una cisterna de transporte de líquidos (a veces, combustible), calderas, etc.

Convenientemente limpiados, desinfectados y revestidos interiormente con pintura alimentaria pueden usarse sin problemas. El hecho de que se



hayan podido realizar las operaciones anteriores indica que estos depósitos no sólo son registrables sino también visitables. Lo malo es cuando se utilizan depósitos que no lo son. Agua de calidad en su captación y/o suministro se está contaminando nada más entrar en la granja.

Conclusiones

En la siguiente tabla se resumen los principales datos referentes al suministro de agua y a los bebederos.

Tabla resumen. Guía básica de diseño y manejo de bebederos. (McFarland, 2000)

→	Proporcionar, al menos, dos bebederos por grupo o lote de vacas
→	Proporcionar espacio suficiente para beber
✓	Permitir el uso simultáneo al 15-20% de las vacas (climas calurosos) ó 5-7% (climas suaves)
✓	60 cm de perímetro de bebedero por animal que beba simultáneamente.
✓	Son más útiles dos bebederos pequeños que uno grande
→	Colocar bebederos en pasos de cruces o en el pasillo de circulación, nunca en el de alimentación.
✓	Anchura de paso: 3,5-4,4 m (circulación de vacas por detrás en 1 ó 2 direcciones, respectivamente)
→	Colocar el borde superior del bebedero a la altura adecuada
✓	60-80 cm para vacas grandes
✓	5-8 cm más bajo en rebaños de vacas más pequeñas
✓	Nivel de agua a 5-10 cm por debajo del borde superior
✓	Profundidad de lámina de agua recomendada: 10-20 cm
→	Colocar tubo de protección alrededor del bebedero
→	Colocar el bebedero (opcional) sobre una base de hormigón dejando un perímetro de 5 cm de anchura alrededor
→	Limpiar diariamente
→	Los bebederos exteriores deben estar sombreados
→	Ubicar bebederos en el retorno de la sala de ordeño
→	Asegurar que hay un caudal adecuado en el bebedero. Se recomienda un mínimo de 30 l/min.