



# La instalación de agua en las granjas de conejos

J. Manzano\* , A. Torres\*\*

E.T.S. Ingenieros Agrónomos  
Universidad Politécnica de Valencia

\*juamanju@agf.upv.es

\*\*atorres@dca.upv.es



## Consideraciones previas

El agua es esencial en la explotación cunícola. En la situación más completa es necesaria para tres funciones:

- Bebida de los animales
- Limpieza y red sanitaria (aseos, servicios, etc.)
- Sistema de refrigeración

Para bebida no puede faltar en ningún caso y hay que asegurar su suministro. El instinto de beber es prioritario sobre todos los demás por su relación con la supervivencia; por tanto su **importancia es vital**. El agua es pues el principal alimento de los animales. Por tanto su suministro es esencial, ya que su ausencia tiene graves consecuencias no sólo sobre los resultados productivos si no sobre la propia existencia del conejo.

Al diseño de la instalación de suministro de agua se le suele prestar poca atención si se compara con otras instalaciones, pero es muy importante para conseguir unos resultados adecuados de los animales, dada su repercusión en el proceso.

El objetivo de la instalación de fontanería es proporcionar agua de la calidad requerida, incorporando los medios necesarios, para cubrir las distintas necesidades de la granja.

## Necesidades cualitativas y cuantitativas de agua

### Agua de bebida

La necesidad de agua no sólo es cuantitativa si no que, además, tiene que reunir una serie de requisitos cualitativos para cumplir plenamente con sus objetivos y no afectar a la salud ni causar problemas sanitarios a los animales.

En cuanto a las cantidades necesarias, éstas varían con la edad, el estado fisiológico y/o productivo y con la temperatura ambiental.

En cualquier caso, el consumo de agua en el conejo está directamente relacionado con la ingestión de materia seca, de tal forma que cuanto mayor es el contenido de agua del alimento menor es el de agua y viceversa. Cuando se utilizan piensos compuestos (granulado) que tienen muy poca humedad (15% aprox.), el consumo de agua suele ser muy elevado. En orden de magnitud, el consumo de agua suele situarse entre 1,70 y 3,5 veces el de materia seca, dependiendo de factores como el estado fisiológico y la temperatura ambiental.

En la Tabla 1 se recogen algunos valores de necesidades de agua para conejos, extraídas de la bibliografía.

Como norma general se recomienda que los animales puedan disponer de agua *ad*

**Tabla 1.** Necesidades de agua para conejos

Tipo de animal/estado	Cantidad de agua
Animales jóvenes	120-200 ml./día
Coneja en lactación (gestante o no)	1.000 ml./día
Coneja seca o gestante	400 ml./día
Todos (norma general)	200-250 g/día/kg PV Doble que el consumo de pienso

Fuente: Recopilación a partir de la bibliografía referenciada

*libitum*, previendo unas cantidades para el cálculo de necesidades y dimensionado de la instalación de 200-250 g/día/kg PV.

Por otro lado, el consumo de agua varía con la temperatura ambiental. En efecto, se observa en la Tabla 2 la evolución del consumo de pienso y agua en función de la temperatura ambiente.

Cuando la temperatura ambiente es muy fría (5°C) el consumo de pienso es muy elevado y, consecuentemente, el de agua, aunque la relación entre consumos de pienso y agua es más bien baja (1,80). Para una temperatura (18°C) dentro de la zona termoneutra disminuyen los consumos de pienso y agua, y la relación entre ambos se sitúa en el mínimo, cuando el crecimiento es máximo. Cuando la temperatura ambiental aumenta (30°C) disminuye el consumo de pienso, se incrementa mucho el de agua y la relación entre consumos de pienso y agua (3,14). Pero esta última relación aumenta drásticamente si la temperatura ambiente sigue aumentando: a 32°C resultó ser de 8,3 según Lebas et al. (1996).

De hecho, como es bien conocido, una forma de defensa frente al calor es el aumento de la ingestión de agua.

En cuanto a las necesidades cualitativas, éstas se pueden concretar en cuatro grandes clases:

- Características organolépticas (olor y sabor)
- Características fisicoquímicas
- Composición química
- Calidad microbiológica

En la Tabla 2.1 se recogen diferentes parámetros físico químicos que ha de cumplir el agua para declararse apta para el

consumo humano, condición que se puede aplicar para conejos, obviamente.

Otra cuestión es la temperatura del agua, esta debe ser aceptable para el consumo. El rango de temperaturas recomendadas en el agua va de los 10°C a los 25°C, fuera de ese margen el consumo puede reducirse hasta el 50% (Blas et al. 2000).

En la Tabla 2.2 aparecen las especificaciones microbiológicas para aguas potables.

#### Otras necesidades

La necesidad de agua para limpieza es obvia por razones higiénicas. Sus magnitudes son difíciles de cuantificar ya que dependen del sistema de limpieza utilizado y de las tareas de limpieza en las que se emplee agua. En efecto, no se suele realizar una limpieza en granja diariamente con agua; si no cuando las circunstancias lo aconsejan (v.g.: limpieza de jaulas, etc.). El mayor consumo se realiza durante los correspondientes vacíos sanitarios, durante los cuales la limpieza tiene que ser intensa y con altos consumos. Se pueden consumir alrededor de 500 litros a la hora por toma de manguera o máquina de presión trabajando.

Una posible recomendación, siguiendo las *Normas Básicas para las instalaciones interiores de suministros de agua* (Orden 9/12/1975), sería preciso establecer un caudal de diseño de 0,2 l/s para cada toma de fregadero o manguera. Con esta cantidad se abastecen perfectamente las máquinas de limpieza de alta presión, cuyos caudales típicos oscilan entre 0,04 l/s y 1,5 l/s.

**Tabla 2.** Efecto de la temperatura ambiente sobre el consumo de agua de conejos

Temperatura ambiente	5°C	18°C	30°C
Humedad relativa (%)	80	70	60
Consumo de pienso (g/día)	182	158	123
Consumo de agua (g/día)	328	271	386
Relación agua/pienso	1,80	1,71	3,14
Ganancia de peso (g/día)	35,1	37,4	25,4

Fuente: Tomado de Lebas et al. (1996)



**Tabla 2.1.** Composición y características del agua potable

Parámetro	Niveles aceptables	Niveles de riesgo
Sólidos disueltos	2.000 mg/L	>3.000 mg/L
Conductividad	400	>1.400
pH	6,5-8,5	<4 y >9
Dureza (°D)	8-18 (semidura)	>25-30
Dureza (°F*)	14,4-32,4	>45-54
Cloro residual libre (ppm: mg Cl/l)	0,2-1,5 ppm	>2 ppm
Amonio	0,5 mg/L	0,5-2 mg/L
Nitritos	<0,1 mg/L	>10 mg/L
Nitratos	<50 mg/L	>500 mg/L
Cloruro Sódico	<200 mg/L	>350 mg/L
Cloruro (CL-)	50-200 mg/L	>500 mg/L
Sodio (Na+)	< 200 mg/L	>900 mg/L
Hierro	<0,2 mg/L	>1 mg/L
Magnesio (Mg++)	50-100 mg/L	>150 mg/L
Sulfatos (SO4=)	<400 mg/L	>1000 mg/L
Sulfitos	0	0
Manganeso	<1mg/L	>2mg/L

\* Agua medianamente dura es aquella que tiene la durese comprendida entre 10 y 30°F

Fuente: Tomado de Blas et al. (2000) y revisado según el R.D. 140/2003 en el que se establecen los criterios sanitarios de calidad de agua

Las necesidades de agua para refrigeración, cuando se tiene instalado un sistema de paneles evaporativos, vienen determinadas por la propia instalación y dependen directamente del tipo de panel y de la longitud que este ocupa. La estimación de este consumo debe establecerse atendiendo a recomendaciones del fabricante del equipo. Como orientación se puede decir que los valores mínimos recomendados oscilan entre los 5 y los 10 l/min. y metro lineal de panel (BLANES y TORRES, 2.005).

### Requisitos de la instalación para satisfacer las necesidades

La instalación de agua para consumo de los conejos debe asegurar la disponibilidad permanente de un agua apta para consumo (potable) y en condiciones adecuadas para ellos. Así pues hay que incorporar una serie de medios para conse-

guir ese doble objetivo de disponibilidad y potabilidad. Además, la instalación de fontanería se empleará como medio de suministro de medicamentos, sean preventivos o curativos.

En la Figura 1 se recogen esquemáticamente tales medidas. Ya se han hablado de las características deseables para el agua de bebida. Una vez evitadas todas las fuentes posibles de contaminación (pozos negros, estercoleros,...) se van a requerir distintos tratamientos. El agua puede ser tratada frente a las bacterias mediante desinfección por rayos ultravioletas o por cloración. Este último, por ejemplo, es el tratamiento más simple y barato usando lejía, siendo la dosis normal de 15 cm<sup>3</sup> por 100 litros de agua (40 g de Cl activo/l). Otro tratamiento para evitar patógenos consiste en la acidificación del agua con ácido acético (0,5 a 1 litro por 1000 l de agua o de 10 a 20 l de vinagre por 1000 l de agua). Para reducir nitritos y nitratos se ha de acudir filtros de resinas o microfiltración (MÉNDEZ y VILLAMIDE, 1989). Otras opciones muy intensivas a

**Tabla 2.2.** Parámetros microbiológicos

Parámetro	Valor parámetro
<i>Eschericia coli</i>	0 UFC/1000 ml
<i>Enterococo</i>	0 UFC/1000 ml
<i>Clostridium perfringens</i> (incluidas las esporas)	0 UFC/1000 ml

Fuente: R.D. 140/2003



Figura 1. Requisitos de la instalación de agua

la vez que caras, como la ósmosis inversa, pueden retener más del 99% de los contaminantes existentes en el agua.

## Origen del agua y red de acometida o captación

El agua puede provenir de los dos orígenes siguientes:

- Red pública municipal
- Pozo o manantial privado

La primera situación es la deseable, porque el agua suministrada es potable ya que ha sido tratada, aunque suele ser relativamente común la existencia de ambos sistemas de abastecimiento con el fin de garantizar el suministro ante fallos o averías.

La tubería exterior de alimentación de agua a la granja unirá el punto de acometida o captación con el comienzo de la instalación interior de la nave.

En este sentido, para diseñar correctamente la instalación será preciso conocer, con suficiente seguridad, unos datos referentes al punto de captación. Así, si se parte de una red existente, se necesitará conocer la presión de suministro y el caudal disponible en la toma. Si resulta necesaria la ejecución de un pozo habrá de determinarse la cantidad de agua que puede suministrar el acuífero, así como los niveles estático y dinámico del pozo. En este caso será imprescindible disponer de un análisis de calidad completo de las aguas de suministro.

En el pozo habrá de instalarse un grupo de bombeo, siendo aconsejable la existencia de una bomba de reserva y considerar la necesidad de un grupo electrógeno en previsión de cortes en el suministro eléctrico. También es conveniente la construcción de un depósito general de reserva. Su capacidad dependerá de cada explotación particular y de la facilidad de recuperar el suministro de agua, aunque existen reco-

mendaciones que fijan en quince los días de autonomía (FERRE, 1997). Dependiendo de los volúmenes de agua a almacenar, el diseño de este depósito admite diferentes posibilidades, pasando como soluciones típicas desde el hormigón armado y el políéster reforzado con fibra de vidrio hasta el polietileno.

Los materiales más típicos para estas tuberías hasta la nave, considerando los diámetros y las presiones habituales, son el PVC y el polietileno. Ambos instalados en zanja, aunque la del PVC debe ser más cuidadosa, precisando una cama de material fino para evitar roturas.

## Elementos y características de la instalación de suministro de agua a los bebederos

### Consideraciones generales y esquema general de la instalación

En la Figura 2 se expone un diagrama de la instalación de agua típica, en el que se representan los posibles elementos de un esquema completo. Cada granja requiere su propio montaje adaptado a sus particularidades, aunque todas comparten elementos comunes a todas las distribuciones interiores.

La instalación interior, precisará como punto de partida un sistema de filtrado, colocado tras el contador y la llave de paso general. Un filtro de mallas puede ser más que suficiente para las necesidades de la granja. El segundo elemento básico al inicio de la instalación será un sistema de cloración, tanto para el agua de bebida como para la limpieza.

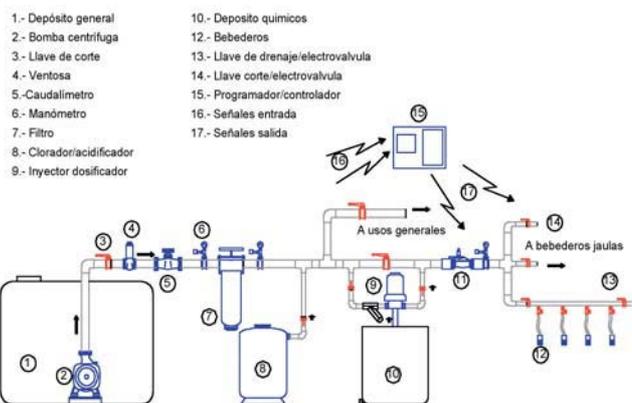


Figura 2. Diagrama de instalación

A partir de este punto debe plantearse una red de fontanería doble. Por un lado ha de considerarse el suministro de los bebederos de los conejos y por otro las conducciones para limpieza, vestuarios y aseos si los hubiera. Las necesidades de presión y caudal para cada uso son lo suficientemente distintas como para recomendar esta distribución interior separada, y más aun si se prevé la existencia de agua caliente sanitaria.

### Depósitos

Pueden existir varios depósitos en la instalación interior, los materiales típicos serían los plásticos o el poliéster.

Todo el conjunto puede partir de un depósito general o segmentarse los usos. En este último caso y para los bebederos, hay dos opciones básicas: comenzar por un depósito a nivel del suelo con un equipo de bombeo de baja presión o por un depósito elevado que tenga cota suficiente para alimentar los bebederos automáticos por gravedad. Se puede incluso diseñar una red de bebederos en la que cada línea esté surtida por su propio depósito elevado de pequeño tamaño. En el caso de la alimentación por gravedad un depósito situado entre 0,5 y 1,5 m de altura sobre los bebederos puede tener cota suficiente (Lebas et al. 1996)

Los depósitos estarán equipados con boya de nivel constante, tapadera, válvulas de cierre y válvulas de desagüe. Como en toda la instalación es básico garantizar su higiene, limpieza y en la medida de lo posible la incidencia directa de la luz sobre el agua.

### Elementos para los tratamientos sanitarios e inyectores

Los equipos de cloración son diversos, dependiendo su selección de los volúmenes a aportar, el estado del cloro, la existencia o no de presión... En instalaciones pequeñas puede ser inyectado en forma gaseosa desde una bala a presión con su correspondiente elemento de regulación y control. La otra forma típica de inyección es diluida en forma líquida, existiendo en el mercado inyectores específicos.

Como ya se ha comentado, una alternativa a la cloración es la desinfección por radiación ultravioleta. Existen equipos compactos de lámpara sumergida que pueden emplearse en granjas con buenos resultados. Se trata de cámaras metálicas cerradas; en su interior se acopla la lámpara de luz ultravioleta de vapor de mercurio, circulando el agua alrededor de esta fuente de radiación.

Una ventaja de estos equipos frente a la cloración sería su menor mantenimiento.

Otro elemento importante en la red de distribución a los bebederos es el equipo de inyección para las medicaciones. Constará de una bomba dosificadora y de un depósito con agitador. Las bombas inyectoras dosificadoras pueden ser de dos tipos según su accionamiento, hidráulicas o eléctricas. Las primeras actúan movidas por la presión de la corriente de agua y han de colocarse en by pass. Con ellas se puede conseguir una inyección de producto químico proporcional a la corriente que circula por la tubería principal. Por otro lado ha de tenerse en cuenta que precisan de una presión mínima para funcionar, lo cual puede condicionar su ubicación en la instalación. Las inyectoras eléctricas funcionan independientemente de la corriente de agua, precisan suministro eléctrico y resultan más caras que las inyectoras hidráulicas. En ambos sistemas existe la posibilidad de regular los caudales introducidos en la red.

### Reguladores de presión

Controlar y regular la presión son funciones que deben poder realizarse. Para la primera función se precisarán manómetros instalados, al menos, al comienzo de la instalación y de las líneas de bebederos. El ajuste de presión será realizado automáticamente por válvulas hidráulicas reductoras de presión en la tubería principal o por válvulas reguladoras plásticas en las líneas de bebederos. También se pueden utilizar las llaves de corte instaladas para forzar la pérdida de carga necesaria y reducir la presión, sin embargo este sistema precisa un ajuste manual (MONTALVO, 2004).

Ha de tenerse en cuenta que un depósito elevado sobre la línea de bebederos, dotado con una válvula de flotador ya desarrolla funciones de regulación de presión.

### Conducciones

Los materiales más usuales para una distribución interior en granja son plásticos. Tanto PVC como Polietileno de diferentes resistencias son los habituales, aunque algunos fabricantes de material ganadero proporcionan variantes. Cabe recordar en este punto la importancia de utilizar materiales normalizados en toda la instalación y en las conducciones en particular, esta es una forma de garantizar la calidad, las especificaciones y la conectividad de las piezas y tubos.

Otros materiales usados en fontanería, indi-

cados si hay circuito de agua caliente o tuberías expuestas, son los metálicos (acero inoxidable y cobre).

### Otros componentes de la instalación

La instalación de este conjunto se completaría con contadores si interesa medir consumos, válvulas de desagüe al final de la tubería y en los puntos bajos de la instalación, ventosas y un sistema de aviso que controle un aporte mínimo hasta el final de cada línea de bebederos (FERRE, 1997).

Siempre se puede automatizar todo el conjunto por medio de un programador, electroválvulas, contadores de pulsos, transductores de presión, sondas de nivel, etc., de los que existen en el mercado mucha oferta disponible.

## Bebederos

### Tipos y características generales

La tipología de bebederos es relativamente amplia, resultando a veces confusa la terminología utilizada.

Una posible clasificación podría ser la siguiente:

		Suministro agua
Bebederos	Manuales	Botella invertida (sifón) Manual
	Semi-automáticos	Botella invertida (bebedero automático) Manual
	Automáticos	Chupete Cazoleta-Boya Varilla-empujador Red

El uso de bebederos automáticos está generalizado en las instalaciones intensivas modernas, siendo su empleo aconsejable frente a los bebederos tradicionales de abastecimiento manual. Los bebederos tradicionales que se pueden encontrar en explotaciones poco tecnificadas son los de sifón, consistentes en una botella invertida y un recipiente, que ha de ser de fácil limpieza. El agua estancada y la falta de higiene son motivos suficientes como para desaconsejar su uso.

Hay diferentes sistemas automáticos, siendo los más habituales los de chupete o gota a gota, empujador o varilla y los de boya o nivel constante. Estos bebederos automáticos son de fácil instalación y no suelen resultar de costes elevados.

Respecto a la posible influencia del tipo de bebedero sobre los rendimientos productivos, en un trabajo realizado por el INRA y el ITAVI, en 1971, donde estudiaron numerosos bebederos comerciales, no se encontraron diferencias en los rendimientos de los animales (SURDEAU y HENAFF, 1984)

Respecto a las condiciones que debe reunir un bebedero, extractadas de FERRE (1996), son las siguientes:

- Los bebederos deben de estar a una altura regulable, que facilite la localización del agua y la bebida.
- Deben ser fáciles de limpiar, tener un caudal adecuado, y evitar que se pierda agua.

En referencia a la posición del bebedero estará, inicialmente, a unos 10 cm del suelo y no debe introducirse más de 2.5 cm en la jaula.

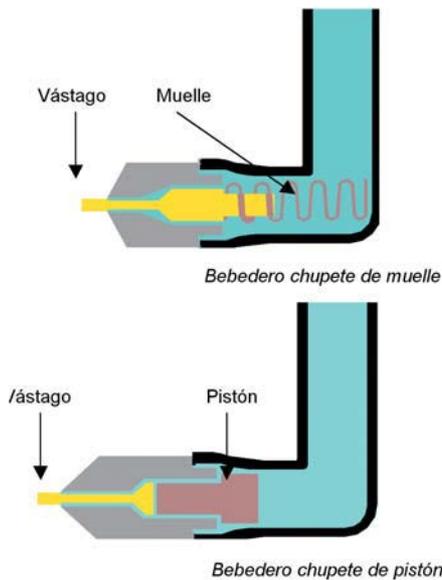


## Instalaciones Cunicolas realizadas en todo el mundo con la tecnología más vanguardista



**Ignacio Buforn Santonja**  
Avenida Benidorm 40 - 03570 Villajoyosa (Alicante)  
Tel. y Fax 96 589 01 97 - Móvil 609 65 78 93  
nasio@lavila.net - www.meneguin.it





**Figura 3.** Tipos de bebederos de chupete

Una información interesante que debería aparecer en los catálogos comerciales, porque facilitaría los cálculos del proyectista, son la **presión** de funcionamiento del bebedero y el **caudal** que suministra, pero casi nunca se proporciona. Normalmente se suelen indicar los materiales, características generales de funcionamiento y los diámetros de las piezas de conexión.

Para averiguar las características de los bebederos y comprobar su funcionamiento, se han realizado unas pruebas en el Laboratorio de Hidráulica de la ETSIA, sobre bebederos comerciales estudiando parámetros útiles para el diseño de las instalaciones. Como podría pensarse *a priori*, en la mayoría de modelos existe una relación directamente proporcional entre la presión que recibe el bebedero y el caudal que este arroja. Aunque superar un determinado valor de presión puede acarrear varios problemas, en primer lugar las piezas de acople y las uniones no están pensadas para valores elevados y pronto aparecerían fugas. Otra cuestión, que podría parecer anecdótica, es la fuerza que ha de realizar un conejo para beber. En un bebedero tipo chupete, que está conectado a una tubería donde la **presión** es de 2 kg/cm<sup>2</sup> (normal en una acometida a granja), la fuerza con que un gazapo tiene que pulsar el vástago es de unos 250 gr., fuerza similar a su peso en determinados momentos de su ciclo. Los bebederos funcionan correctamente con presiones inferiores a 5 m.c.a.; siendo totalmente correcto el suministro de agua desde un depósito elevado, tal y como se hace en muchas instalaciones. En cualquier caso parece recomendable introducir válvulas reductoras de presión si la conexión es directa desde la red general.

El **caudal** suministrado es variable según el modelo considerado y, como ya se ha comentado, aumenta con la presión. A modo de ejemplo, para una presión de 5 m.c.a. los caudales obtenidos han oscilado entre los 0,4 y 0,8 l/min.

### Bebederos de chupete

Son bebederos en los que el conejo presiona sobre un pequeño vástago que al desplazarse permite el paso del agua. Existen modelos con muelle y sin muelle (véase Figura 3). Éstos últimos tienen como ventaja sobre los primeros que cierran mejor el bebedero cuando no actúa el conejo, evitando el goteo. Este goteo debido al cierre incorrecto del vástago, y la pérdida de agua que conlleva, es uno de los inconvenientes de estos bebederos.

El problema se controla con la vigilancia y mantenimiento adecuado para evitar escapes de agua, al igual que posibles obturaciones. Otro inconveniente reside en que no todos los conejos son capaces de beber espontáneamente de ese bebedero y hay que enseñarles antes del destete. Para evitar problemas se puede colocar en la jaula un recipiente lleno de agua hasta que los gazapos se acostumbren (SURDEAU y HENAFF, 1984).

En algunos modelos existe la posibilidad de regulación del caudal en función de la presión disponible.

La parte del chupete suele ser de acero inoxidable, en ocasiones cromado.

Bebedero chupete de muelle

Bebedero chupete de pistón

### Bebederos de empujador o varilla empujadora

El conejo empuja una varilla que está acoplada al cierre del tubito de suministro. Este cierre rota sobre un pequeño eje al ser empujado y permite así el paso del agua. Estos bebederos suelen estar equipados con una pequeña cazoleta bajo la salida del agua. Son cómodos para los animales, aunque también en ellos puede fallar el cierre



**Figura 4.** Bebedero de varilla  
(Fuente: Catálogo comercial de Extrona)

y rebosar el agua en la cazoleta. En la Figura 4 se expone una fotografía de este tipo de bebedero.

### Bebedero de nivel constante

Son bebederos de cazoleta o recipiente, de mayor tamaño que en el tipo anterior, equipados con una boya. Al descender el nivel del agua, y bajar la boya se abre el circuito de agua y se repone el nivel original. El flotador vuelve a su nivel original y se cierra así el circuito. En la Figura 5 se recoge un dibujo de este tipo de bebedero.

Los bebederos de nivel constante mediante sistema boya son interesantes por su comodidad para el conejo y su robustez. El mayor inconveniente que presentan reside en el riesgo de contaminación por parte de las deyecciones o pienso; esto obliga a una limpieza diaria.

### Bebederos semiautomáticos de botella

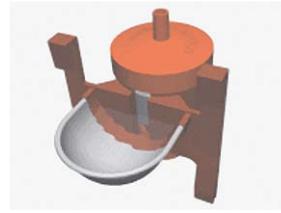
El bebedero instalado puede responder a cualquiera de los tipos descritos con anterioridad. La diferencia reside en que no se suministra el agua al bebedero por medio de una tubería desde un depósito general, sino que cada bebedero tiene su propia botella que ha de ser repuesta. La necesidad de mantenimiento y mano de obra es superior, si se opta por un sistema semiautomático.

Este sistema que se puede encontrar en granjas de pequeñas dimensiones y de tipo familiar. En la Figura 6 se exponen dos modelos comerciales de este tipo de bebedero.

## Las instalaciones de fontanería para otros fines

Como ya se ha comentado, a partir del punto de entrada de agua al interior de la granja puede plantearse una red de fontanería doble o triple. Una específica para el suministro de los bebederos de los conejos, descrita en un epígrafe anterior, y por otro las correspondientes a las conducciones para limpieza, vestuarios y aseos, si los hubiera, y la del sistema de refrigeración. Las necesidades de presión y caudal para cada uso son lo suficientemente distintas como para recomendar esta distribución interior separada, y más aun si se prevé la existencia de agua caliente sanitaria.

En la segunda instalación de fontanería ha de considerarse en su diseño las tomas de



**Figura 5.** Bebedero de cazoleta, nivel constante (Fuente: Catálogo comercial de Gómez y Crespo)



**Figura 6.** Bebedero semi-automático de cazoleta, nivel constante, con botella de llenado manual (Fuente: Catálogos comerciales de Copele y Extrona)

agua para las mangueras o para la máquina lavadora a presión, dependiendo del sistema incorporado, así como la de una pila de lavado para las tareas de limpieza de instalaciones y equipos. Si existen aseos y vestuarios también habremos de tener presentes sus consumos.

Mención especial merece la existencia de sistemas de refrigeración adiabática con paneles de humidificación. En este caso se precisará una tercera instalación con tuberías de distribución, canales de recogida, depósito con nivel constante y sistema de bombeo propio. Constituye en si mismo una instalación independiente, aunque debe estar conectada a la general para la reposición de los volúmenes de agua perdidos en los paneles.

## Los cálculos de las instalaciones

### Caudales

Difícilmente circulará por la instalación de servicio a los bebederos todo el caudal instalado, es decir, no estarán todos los bebederos surtiendo agua en el mismo instante. Si se considerase esta hipótesis en los cálculos se obtendrían diámetros excesivamente grandes. Para fijar unos caudales en las líneas de servicio se puede emplear un coeficiente de simultaneidad, que multiplicado por el caudal total instalado nos proporcionaría un valor más realista para el cálculo. En cualquier caso, en granjas se recomienda no usar un coeficiente inferior a 0,2. Se puede utilizar la siguiente expresión para el coeficiente de simultaneidad:

$$K = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

Siendo n el número de salidas.

## Diámetros y pérdidas

Una vez determinado el caudal, el siguiente paso sería calcular los diámetros y las presiones mínimas en la instalación. Tal como se indicaba anteriormente, una presión de **5 m.c.a** es más que suficiente para el funcionamiento de los bebederos, si bien se pueden alimentar a menos presión pero este valor puede ser recomendable para evitar fallos en el funcionamiento.

Para el cálculo de los diámetros se podría recurrir a métodos de optimización económica. Sin embargo para una instalación cuñícola resulta mucho más práctico y directo, para llegar a un resultado casi idéntico, calcular el diámetro fijando una velocidad del agua en la tubería. Un valor adecuado para una instalación interior estaría alrededor de 1 m/s. El diámetro interior teórico, que luego habría de ajustarse a los comerciales disponibles lo calcularíamos de la siguiente manera:

$$S = \frac{Q}{V} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{Q4}{\pi V}}$$

Siendo:

S: sección de la tubería (m<sup>2</sup>)

Q: caudal (m<sup>3</sup>/s)

V: velocidad (m/s).

A partir de las presiones mínimas fijadas y de los diámetros ya solo nos quedaría conocer la distribución de presiones en nuestra instalación y sobre todo en su inicio. Conocido este dato sabríamos la altura a la que se ha de colocar el depósito, si han de modificarse los diámetros o los trazados de las líneas, si ha de instalarse una bomba o si la red de distribución aporta suficiente presión. Para realizar este cálculo aplicaríamos de forma sistemática, el teorema de Bernouilli, mediante la siguiente expresión:

$$z_i + \left(\frac{P}{\gamma}\right)_i + \frac{V_i^2}{2g} = z_j + \left(\frac{P}{\gamma}\right)_j + \frac{V_j^2}{2g} + \Delta h_{i-j}$$

Siendo:

P/γ: la altura de presión en cada punto

z: la cota, i el punto de inicio, j el punto final

Δh: las pérdidas en el tramo considerado.

Para el cálculo de las pérdidas de carga se pueden recurrir a numerosas formulas descritas en los manuales de hidráulica (MONTALVO, 2004). Las perdidas de carga localizadas se pueden estimar por medio de un coeficiente mayorante aplicado sobre las perdidas por rozamiento (valores entre

1,05 y 1,25 son los usuales). Estas últimas se pueden resolver con suficiente precisión por medio de una fórmula empírica como la de Hazem-Williams. De esta forma las pérdidas se concretarían en la expresión:

$$\Delta h = K_m \frac{C}{D^n} L Q^m = K_m \frac{10.62}{\alpha^{1.85}} \frac{L}{D^{4.87}} Q^{1.85}$$

Siendo:

K<sub>m</sub>: coeficiente mayorante

L: la longitud de la línea considerada (m)

C, α: coeficientes para el material de la tubería (α = 150 para tubos de PVC, PE y otros plásticos)

El procedimiento a seguir para el resto de las instalaciones sería el mismo, tras la asignación de caudales a tomas de agua, pilas, lavabos,...

## Potencia de la bomba

Si se ha de instalar una bomba, su potencia (N en CV) se puede calcular mediante la expresión:

Siendo:

$$N = \frac{Q H}{75 \eta}$$

H: altura manométrica en m

Q: caudal expresado en l/s

η: el rendimiento del grupo.

## Ejemplo de cálculo

Se determinará el diámetro de las conducciones, la estimación del volumen de agua de bebida necesario y la potencia de la bomba para una granja tipo, en la que el depósito está a nivel del suelo y se rebombee desde él hasta los bebederos. Se toma para el cálculo una granja cuñícola de manejo rotacional, dividida en cinco salas. Cuatro de las salas se destinan a la rotación de los lotes, quedando la quinta para animales de reposición y espera/cubrición. Cada lote está formado por 100 reproductoras; así, en un instante determinado se encontraran 900 conejos al final del engorde, 900 al comienzo del cebo, 100 madres a punto del parto y las otras 100 recién inseminadas y a media lactación (MANZANO et al. 2001).

Las dimensiones de cada sala son de 12 x 7 m<sup>2</sup> y las de la granja de 12 x 35 m<sup>2</sup>, estando dotada con 100 jaulas agrupadas en 2 filas. En cada fila habrá 50 jaulas, equipada cada una de ellas con un bebedero.

Suponiendo un bebedero tipo chupete de 0,8 l/min de caudal se tiene un caudal instalado por línea de:

$$Q_1 = 50 \times \frac{0.8}{60 \times 1000} = 6.7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{s}$$

El caudal de diseño:

$$Q = Q_1 K = 6.710^{-4} \times 0.2 = 1.34 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{s}$$

El diámetro para cada línea:

$$D = \sqrt{\frac{Q4}{\pi V}} = \sqrt{\frac{1.34 \cdot 10^{-4} \times 4}{\pi \times 1}} = 0.013 \text{ m} \equiv 13 \text{ mm}$$

Que se corresponde con un diámetro nominal DN16 para PVC o DN 20 para PE40. Al comienzo de cada línea existiría llave de corte de 1/2.

La tubería general que abastece a las líneas de sala tendría un caudal de diseño de:

$$Q_p = 10 \times 1.34 \cdot 10^{-4} = 1.34 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$D_p = \sqrt{\frac{Q4}{\pi V}} = \sqrt{\frac{1.34 \cdot 10^{-3} \times 4}{\pi \times 1}} = 0.041 \text{ m} \equiv 42 \text{ mm}$$

Sería DN50 tanto para PVC como para PE40. La valvulería dispuesta será de 1/2. Para determinar la presión al inicio de la línea principal se tendría para las pérdidas de carga (usando PVC para las tuberías):

$$\Delta h_1 = 1.15 \frac{10.62}{150^{1.85}} \frac{10}{0.013^{4.87}} (1.34 \cdot 10^{-4})^{1.85} = 1.2 \text{ m}$$

$$\Delta h_p = 1.15 \frac{10.62}{150^{1.85}} \frac{30}{0.0468^{4.87}} (1.34 \cdot 10^{-3})^{1.85} = 0.5 \text{ m}$$

La presión al inicio, suponiendo que la bomba se encuentra al nivel del suelo y los bebederos a 1.5 m y asignándoles una presión de 5 m.c.a.

$$z_i + \left(\frac{P}{\gamma}\right)_i + \frac{V_i^2}{2g} = z_j + \left(\frac{P}{\gamma}\right)_j + \frac{V_j^2}{2g} + \Delta h_{i-j} \Rightarrow$$

$$\left(\frac{P}{\gamma}\right)_i = 1.5 - 0 + 5 + 1.2 + 0.5 = 8.2 \text{ m}$$

Los términos cinéticos se han considerado despreciables.

La potencia de la bomba será:

$$N = \frac{QH}{75 \eta} = \frac{1.34 \cdot 8.2}{75 \cdot 0.7} = 0.210 \text{ CV} \equiv 154 \text{ w}$$

El volumen diario consumido queda:  
Vol = 300 adultos x 1000 ml + 1800 gazapos x 200 ml = 660 litros/día.

En la Figura 7 se presenta el esquema de la instalación de bebederos calculada.

## Referencias bibliográficas y bibliografía de consulta

BLANES V., TORRES A. (2005). La refrigeración de las granjas cunícolas. Bolefín de Cunicultura, 134: 24-40.

BLAS E., ROSELL J.M., DRONDA M.A. (2000). Alimentación y patología. En «Enfermedades del conejo». Tomo I.- Generalidades, p. 211-256. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

FERRÉ J.S. (1996). Alojamiento en cunicultura. En "Zootecnia. Bases de Producción Animal. Tomo X. Producciones cunícola y avícolas alternativas". Ediciones Mundi-Prensa.

FERRÉ J.S. (1997). Alojamiento e instalaciones en cunicultura. En "Zootecnia. Bases de Producción Animal. Alojamiento e instalaciones (I)". Ediciones Mundi-Prensa.

LEBAS F., COUDERT P., de ROCHAMBEAU H., THÉBAULT R.G. (1996). El conejo. Cría y patología. - pp. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma.

MENDEZ J., VILLAMIDE M.J. (1989). Manejo de la alimentación. En «La alimentación del conejo». p. 133-151-. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Manzano, J. Torres, A. Un modelo de granja cunícola de tipo familiar. (2001). I Congreso de Ingeniería para la Agricultura y el Medio Rural. Volumen 2. 507-512

MONTALVO T. (2004) Ingeniería Hidráulica. Ediciones Intertécnica.

PASCUAL J.J., ROMERO G., DÍAZ J.R. (s/f). Explotaciones cunícolas. En «Catálogo de equipos y material ganadero». CD-ROM. Universidad Miguel Henández.

SURDEAU Ph., HENAFF R. (1984) Producción de conejos. Ediciones Mundi-Prensa.

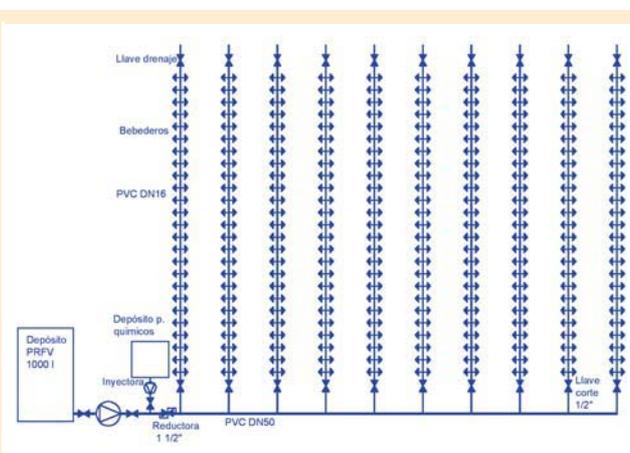


Figura 7. Esquema instalación de bebederos