

La discusión acerca de si es más conveniente utilizar línea alta o línea baja es ya antigua, necesitando estudiar, para abordarla, diferentes aspectos: organización y realización del ordeño, efecto sobre el estado sanitario de la ubre, calidad de la leche y el coste de la instalación.

Efecto de la altura de la conducción de leche

J.R. Díaz¹, G. Romero¹, C. Peris² y N. Fernández².

¹División de Prod. Animal. Escuela Politécnica Sup. de Orihuela (Alicante).

²Dpto. de Ciencia Animal. ETSIA. Univ. Politécnica de Valencia.

Las salas de ordeño pueden tener instalada la conducción de leche a tres niveles: línea alta (LA), línea media (LM) y línea baja (LB). La diferencia entre estos tres diseños de la sala radica en la altura a la que están situadas las boquillas de entrada de la conducción de leche o del depósito medidor, con respecto al nivel del suelo de la plaza que ocupa el animal (norma UNE 68048, 1998). Así, en LA esa altura es superior a 1,25 m, en LM debe estar comprendida entre 0 y 1,25 m y, finalmente, en LB la conducción de leche se encuentra instalada por debajo del nivel de las plataformas. En la práctica, las salas de ordeño se suelen clasificar en LB y LA, englobando en este último grupo todas aquellas instalaciones que presentan la conducción de leche por encima de la plaza ocupada por los animales.

Por ejemplo en el caso del ganado caprino, aunque se desconoce el número exacto de máquinas de ordeño instaladas actualmente y, por tanto, la proporción de ellas que presentan la conducción de leche en LA o en LB, se admite que, bien por una mayor oferta de las casas fabricantes o por una mayor demanda de los ganaderos, la mayor parte de las máquinas montadas en España en los últimos años poseen LB.

La discusión acerca de si es más conveniente utilizar LA o LB es ya antigua, necesitando estudiar, para abordarla, diferentes aspectos del ordeño: organización y realización del ordeño, efecto sobre el estado sanitario de la glándula mamaria, calidad de la leche y, como no, el coste de la instalación. La LB suele ser mas cara que la LA ya que, en condiciones normales, el número de unidades de ordeño a instalar en LB suele ser el doble de las necesarias en LA, además de generar un incremento en la longitud de las conducciones, en la capacidad de la bomba de vacío y en el número de juegos de lavado. A modo de ejemplo, el precio de una sala "2x24" (2 plataformas, 24 plazas/plataforma) pueda verse aumentado en un 25-35% al instalar la conducción de leche en LB respecto a la LA (información proporcionada por diferentes empresas de máquinas de ordeño).

Este trabajo constituye una revisión bibliográfica acerca de los posibles efectos de la altura de la conducción de leche sobre la eficiencia del ordeño, el estado sanitario de la glándula mamaria y la composición de la leche. Para ello, se ha tenido en cuenta, principalmente, la información disponible en ganado vacuno y, en menor medida, en ovino, ya

que estos aspectos no han sido muy estudiados en ganado caprino.

Efecto de la altura de la conducción de leche sobre la eficiencia del ordeño mecánico

Se puede decir que, el ordeño mecánico es realizado de forma eficaz cuando, en el menor tiempo posible y con el menor número de intervenciones por parte del ordeñador, la máquina es capaz de extraer la práctica totalidad de la leche presente en la ubre, sin que se vea afectado negativamente el estado sanitario de la misma, ni la calidad de la leche.

En ganado vacuno y caprino, y en menor medida en ovino (Le Du, 1985), el tiempo de ordeño necesario para la extracción de la leche de la glándula mamaria juega un papel importante en cuanto a su efecto sobre el rendimiento horario de la sala (número de animales ordeñados por hora y operario). Los factores que pueden influir en el tiempo de ordeño pueden estar asociados con el propio animal (nivel productivo, adaptación al ordeño, características morfológicas de la glándula mamaria y más concretamente del pezón, etc.), o ser inherentes del proceso de ordeño mecánico, es decir, parámetros de ordeño y

características de diferentes componentes de la instalación de ordeño, como es el caso del diseño de la conducción de leche. En LA, al ser mayor la longitud del tubo largo de pulsación que en LB, tiende a alargarse el tiempo de apertura y cierre del manguito, reduciendo por tanto la duración de las fases "b" y "d", ordeño y masaje, respectivamente, de la curva de pulsación (Le Du, 1983; Díaz, 2000). Además, en las conducciones en LA, para un vacío de regulador determinado, el vacío medio bajo el pezón suele ser más bajo que en LB (Le Du, 1983; Díaz, 2000). Si a lo anterior se une que al disminuir el nivel de vacío se aumenta el tiempo de ordeño (Mein, 1992), podría llegarse a la conclusión de que la LA podría tener un efecto negativo sobre la velocidad de ordeño. A pesar de ello, la mayor parte de los trabajos realizados en vacuno (Notsuki et al., 1979; Ichigawa y Nofu, 1983) y ovino (Le Du, 1983), no encuentran diferencias significativas entre ambas líneas en cuanto al tiempo de ordeño y el flujo medio de leche (ml/s). Díaz (2000), en un trabajo llevado a cabo en ganado ovino en el que se estudió el efecto de la altura de la conducción de leche (LA y LB) y de la velocidad de pulsación (120 p/min y 180 p/min) sobre los resultados del ordeño, utilizando un nivel de vacío de 36 kPa, solamente llegó a observar un significativo mayor tiempo de ordeño en LA al utilizar 120 p/min.

El rendimiento horario puede verse afectado también por la caída de pezoneras, dada la perturbación que ocasiona en la rutina de ordeño, pues, en caso de producirse, el ordeñador tendría que intervenir volviendo a colocar las pezoneras al animal. La caída de pezoneras también presenta una relevante importancia como posible factor predisponente de mastitis, ya que, al generarse variaciones bruscas de vacío en la instalación como consecuencia de la entrada brusca de aire por las pezoneras, puede favorecerse el fenómeno de "impacto" (ver apartado siguiente). Según Le Du

(1983), al ordeñar con niveles de vacío bajos (37 kPa), la caída de pezoneras tiende a aumentar en LA, dado que el vacío bajo el pezón se reduce excesivamente. Sin embargo, Díaz (2000) en el trabajo citado anteriormente e independientemente de la velocidad de pulsación utilizada, no encontró diferencias significativas al respecto entre LA y LB.

Siguiendo con la definición de eficiencia en el ordeño, se ha comentado que la máquina debe ser capaz de extraer la práctica totalidad de la leche presente en la ubre con las menores intervenciones por parte del operario, es decir, la idea es que se vea favorecido el fraccionamiento (mayor leche máquina y menor leche de apurado), sin que se vea afectada la producción láctea del animal a largo plazo. La importancia relativa y cuantitativa de las fracciones anteriores vendrá condicionada por distintos factores relacionados con el animal (nivel productivo, edad y número de lactación, morfología de la ubre, etc.) o con el proceso del ordeño (parámetros de ordeño, principalmente nivel de vacío, y componentes de la máquina). Respecto a este último factor, y en lo que concierne al tema objeto de esta revisión, en diferentes trabajos de investigación llevados a cabo en vacuno (Notsuki et al., 1979) y ovino (Le Du, 1983; Díaz, 2000), no han podido encontrarse diferencias significativas entre LA y LB en la producción total de leche ni en su fraccionamiento durante el ordeño. Ello podría indicar, que para un mismo nivel de vacío de regulador, el posible mayor nivel de vacío a nivel del pezón en LB, no es lo suficientemente importante como para que se vean aumentadas las fracciones de apurado.

Finalmente, aunque en ocasiones pueda responder a conceptos subjetivos, otro punto importante a destacar, sobre todo para el ganadero, es el efecto de la altura de la conducción de leche en la organización del trabajo. En este sentido la mayoría de los autores coinciden en que la LA permite una rutina más ágil y unos mayores rendimientos

horarios que la LB (Appleman et al., 1977; Jonhson et al., 1977; Le Du, 1983; Roques, 1986; Fernández et al., 1991).

Como conclusión a este apartado, se puede decir que la altura de la conducción de leche no influye sobre la producción y el fraccionamiento de la leche durante el ordeño, la caída de pezoneras, el tiempo de ordeño o el flujo medio de leche. Sin embargo, todo parece indicar que la LA permite una rutina más ágil y



Sala de ordeño de la Universidad Politécnica de Valencia utilizada para la realización de diferentes estudios en ganado ovino sobre la altura de la conducción de leche. Detalle de las 2 conducciones de leche instaladas (línea alta y línea baja).

Fotografía: original autores.

unos mayores rendimientos horarios que la LB, para un mismo número de ordeñadores.

Efecto de la altura de la conducción de leche sobre el estado sanitario de la glándula mamaria

El nivel de vacío medido bajo la punta del pezón fluctúa considerablemente durante el ordeño (Bramley, 1992; Schlaib, 1996) pudiendo ser una causa predisponente de mastitis (Worstorff y Prediger, 1991; Billon et al., 1998).

Las fluctuaciones de vacío se pueden clasificar en 2 tipos: cíclicas y acíclicas o irregulares. Las fluctuaciones cíclicas son inherentes al principio de funcionamiento del manguito, ya que se producen en cada ciclo de pulsación debido a los cambios de volumen generados bajo la punta del pezón, como consecuencia de la apertura y cierre de aquel. Este tipo de fluctuaciones se ven favorecidas por la retención o falta de evacuación de la leche de la

unidad de ordeño, sobre todo de los tubos cortos de leche, ya que impide que el aire pueda moverse libremente por ellos compensando los mencionados cambios de volumen bajo la punta del pezón (Baines, 1993; Schlaib, 1996). Entre los factores que determinan una elevación de este tipo de fluctuaciones, se pueden señalar las siguientes: una mayor velocidad de pulsación (Le Du y Bondiguel, 1978), insuficiente tamaño o mal diseño del colector, ausencia de entrada

presión inversa; Billon et al., 1998) que pueden originar que la leche, microorganismos u otras partículas retornen hacia el extremo del pezón, pudiendo llegar incluso a atravesar el canal del mismo, facilitando el establecimiento de una infección intramamaria.

Como ya se ha comentado anteriormente, el diseño de las conducciones de leche juega un papel muy importante, ya que puede influir en la aparición de fluctuaciones cíclicas e irregulares del nivel de vacío a nivel del pezón. Así, de los diferentes trabajos realizados, tanto en ganado ovino como en ganado vacuno, se desprende que cuando se ordeña en LB, frente a LA, el nivel de vacío se mantiene más estable (Le Du, 1977; Osteras y Lund, 1980; Klos y Woyke, 1985; Lobotka et al., 1992; Murgia y Pazzona, 1999; Díaz, 2000). Esto puede estar motivado porque, en LA, la leche asciende a borbotones desde la ubre del animal hasta la conducción de leche, ocupando por completo la sección del tubo largo de leche, de lo que se derivan fluctuaciones importantes en el nivel de vacío (Notsuki et al., 1979; Le Du, 1985) y/o caídas del vacío bajo el pezón, principalmente cuando el flujo de leche es alto (Le Du, 1977; Murgia y Pazzona, 1999). Por consiguiente, podría llegar a pensarse que la menor estabilidad de vacío observada en LA con respecto a la LB, puede llegar a ser un factor predisponente de infecciones intramamarias. Sin embargo, los trabajos encontrados en la revisión bibliográfica muestran resultados un tanto contradictorios.

En ganado vacuno, Notsuki et al. (1979), y más recientemente Czediwoda (1991), concluyen que cuando se sustituye la LA por la LB, el recuento de células somáticas (RCS) desciende rápidamente, aunque Ichigawa y Nofu (1983), al realizar pruebas comparativas de CMT con vacas ordeñadas en LA y LB, no llegaron a encontrar diferencias significativas. En ganado ovino, ocurre algo similar, y así, mientras Díaz (2000) no encuentra diferencias significativas entre LA y LB, Le Du (1985) encuentra un mayor

RCS al ordeñar en LB utilizando un colector sin admisión de aire, explicado probablemente por la elevación del nivel de vacío en la punta del pezón con respecto a la LA. A pesar de ello, en otro experimento en el que este autor utilizó un colector con admisión de aire, tampoco observó que el RCS variara entre LA y LB.

En resumen, se puede decir que, a pesar de observarse en LA unas mayores fluctuaciones de vacío que en LB, el estado sanitario de la glándula mamaria no parece verse afectado por la altura de la conducción de leche.

Efecto de la altura de la conducción sobre la composición de la leche

El principal efecto de la altura de la conducción de leche sobre la composición láctea se centra en el grado de lipólisis que pueda inducir, pues los diferentes trabajos realizados en vacuno (Ichigawa y Nofu, 1983; Mihina et al., 1989) y ovino (Le Du 1981, 1983; Díaz, 2000) no presentan resultados concluyentes sobre su efecto en los distintos componentes de la leche.

La lipólisis consiste en la hidrólisis enzimática de los triglicéridos que constituyen la materia grasa de la leche, liberándose ácidos grasos libres (AGL) (Mahieu, 1991). Una acumulación excesiva de éstos afectará a las características organolépticas de la leche y productos lácteos derivados, originando un gusto a rancio y amargo (Mahieu, 1991) o a jabón, como consecuencia de la acumulación de AGL de cadena corta y media (de la Fuente y Juárez, 1993).

Existen tres tipos de lipólisis en la leche: espontánea, microbiana e inducida. La lipólisis espontánea se origina en la leche ordeñada de forma natural por las lipasas presentes en ella. La microbiana se debe a la acción de una lipasa microbiana secretada por la flora psicrófila, capaz de resistir y multiplicarse a bajas temperaturas. Finalmente, la lipólisis inducida consiste en la ruptura física de la membrana protectora del glóbulo graso como



Sala de ordeño tipo Casse con la conducción de leche instalada en línea baja.

Fotografía: original autores

de aire en el colector, insuficiente diámetro de los tubos corto y largo de leche y de la conducción de leche (Gonzalo y Marco, 1999) y un mayor flujo de leche (Billon et al., 1998). Las fluctuaciones acíclicas o irregulares se suelen producir por la entrada inesperada de aire en el sistema (puesta y retirada de pezoneras, caídas, deslizamientos, etc.) y por el transporte de leche, sobre todo en instalaciones infradimensionadas (Schlaib, 1996), principalmente en aquellas que poseen una deficiente capacidad de reserva real de la bomba de vacío (Blowey y Edmondson, 1995; Gonzalo y Marco, 1999).

Se ha comprobado experimentalmente que la mayor frecuencia de infecciones se produce cuando se dan simultáneamente ambos tipos de fluctuaciones, cobrando mayor importancia al final del ordeño, al disminuir el flujo de leche (Bramley, 1992; Baines, 1993).

Asociadas a estas fluctuaciones de vacío se han identificado tres tipos de mecanismos (flujo inverso, impacto y gradiente de

!!!! 1.000 AUTOROTOR VENDIDOS EN TODO EL MUNDO !!!!

AUTOROTOR 2: LA NUEVA GENERACIÓN

AUTOROTOR Magnum 90. Ordeño Exterior.



Nuevo diseño



Brazo posicionador automático.



MÁXIMA ERGONOMÍA, MAYOR RENDIMIENTO.

AUTOROTOR Magnum 40. Ordeño Interior.



EXTREMA SENCILLEZ: Una estructura muy sencilla que permite un tráfico fluido y un alto grado de bienestar para el animal.



ERGONOMÍA:
Óptimo acceso a la ubre.



TECNOLOGÍA:
Mejor gestión y control.



MAYOR RENDIMIENTO:
Debido a un tráfico fluido.

**No se pueden
extrapolar los
resultados obtenidos
en las diferentes
especies de aptitud
lechera, por lo que
debe fomentarse
la investigación
específica**

consecuencia de la agitación, tratamiento mecánico y cambios de temperatura que sufre la leche, desde su extracción hasta su tratamiento en fábrica. Esta ruptura favorece que la enzima lipasa entre en contacto con los triglicéridos liberados provocando su hidrólisis. Este tipo de lipólisis depende, pues, de las condiciones en que se desarrolla el ordeño y de la conservación posterior de la leche. Es fundamental, por tanto, que la leche sea extraída de la ubre y transportada hasta el tanque refrigerante en régimen laminar, evitando defectos en el diseño de las conducciones y entradas inesperadas de aire que, al generar en su interior un régimen turbulento, incrementará la agitación mecánica de la leche. Para conseguir este objetivo, debe prestarse un especial cuidado a la rutina de ordeño (puesta de pezoneras y realización de apurado con las mínimas entradas de aire, retirada de pezoneras cortando previamente el vacío, etc.), al funcionamiento y mantenimiento de la instalación (realización de controles de la máquina de forma periódica, reducción de las fugas o entradas de aire en la instalación, etc.) y al diseño de las conducciones de leche (diámetro, reducciones de diámetro, longitud, altura, pendiente, radios de curvatura y tipo de montaje: simple o en anillo).

Respecto a la altura de la conducción de leche, en ganado vacuno, la mayoría de los autores coinciden en que la LA favorece más la lipólisis que la LB (Doody et al., 1975; Judge et al., 1977; Appleman et al., 1977; Castberg, 1978; Gilson y Cousins, 1985; Jellema, 1986; Roques, 1986; Heuchel y Chilliard, 1988; Melle, 1994). Para estos autores, someter la leche a continuos esfuerzos, subidas, bajadas y caídas, aumenta notablemente el grado de lipólisis. Uno de los trabajos que merece una mención especial es el realizado por O'Brien et al. (1998), en el que compararon LA, LB y línea media, observando diferencias significativas entre LA y LB, pero no entre LB y línea media.

En pequeños rumiantes este aspecto ha sido muy poco estu-

diado y los pocos trabajos que hay en la bibliografía, como los realizados en caprino (Morand-Fehr et al., 1983) o en ovino (Díaz, 2000), observan que en LA el grado de lipólisis tiende a ser mayor que en LB, aunque las diferencias no llegan a ser significativas. Díaz (2000) estudió además, para ambas líneas, el grado de lipólisis producido en la conducción de evacuación de leche desde el receptor al tanque refrigerante, observando que la lipólisis inducida era mayor en la conducción de evacuación de la leche procedente del receptor de la LB. Esto pudo deberse a que en LB la conducción de evacuación presentaba 1 m más de longitud en vertical que en LA. En consecuencia, aunque a nivel del receptor la lipólisis fue superior en LA, al ser relativamente mayor la lipólisis en la conducción de evacuación de la LB, la concentración en AGL de la leche recogida en el tanque refrigerante, que es la que realmente se entrega a la industria, fue similar para ambas líneas.

En conclusión, según los resultados encontrados en los trabajos de investigación revisados, se puede afirmar que en LA, la lipólisis inducida en la leche tiende a ser mayor que en LB. Sin embargo, en ningún caso, el contenido en AGL en la leche parece llegar a ser lo suficientemente importante como para que afecte a la calidad organoléptica de la leche y de los productos lácteos derivados.

Conclusión

Los criterios de elección sobre la altura de la conducción de leche engloban aspectos relacionados con la organización y realización del ordeño, el coste de la instalación y el posible efecto sobre el estado sanitario de la glándula mamaria y la calidad de la leche. Las ventajas que pueden conseguirse con la instalación en LA, estriban en la reducción del precio de la instalación y en la mayor operatividad en el ordeño para un mismo número de operarios. Por otro lado, en LB, las fluctuaciones de vacío y el grado de lipólisis tienden a ser menores, aunque este

efecto no parece afectar al estado sanitario de la glándula mamaria y a la calidad organoléptica de la leche y productos lácteos derivados.

Es preciso remarcar que los resultados obtenidos en ganado vacuno y ovino no pueden ni deben extrapolarse al ganado caprino, dadas las diferencias fisiológicas de la ubre y de las características de la máquina de ordeño entre especies. Esto mismo justificaría la necesidad de investigar en el ganado caprino los mencionados efectos de la altura de la conducción junto con la transmisión de enfermedades de especial relevancia, como el virus de la artritis-encefalitis caprina (AEC). Estos estudios aportarían una información objetiva con la que poder ofrecer soluciones a las importantes demandas del sector productor en este campo.

Finalmente, cabe recordar que, el efecto de la altura de la conducción de leche sobre la eficiencia del ordeño, el estado sanitario de la glándula mamaria y la calidad de la leche deriva principalmente de la influencia que pueda tener su diseño sobre el nivel de vacío de ordeño: valor absoluto y fluctuaciones. Por ello, deben seguirse las especificaciones que marcan la Normas UNE-68050 (1998) y UNE-68061 (1998) en cuanto a la construcción, funcionamiento, control y verificación periódica de las instalaciones de ordeño, de forma que se reduzca al mínimo las fluctuaciones de vacío y se favorezca el transporte de la leche en régimen laminar. De este modo deben instalarse conducciones de leche con un diámetro adecuado a las condiciones previstas de ordeño y que posean, independientemente del tipo de instalación, una ligera pendiente hacia el receptor. Así mismo, debe evitarse, en lo posible, longitudes excesivas, reducciones de diámetro, fugas o entradas de aire y un elevado número de codos y tramos en vertical. ■

Existe una amplia bibliografía en poder de los autores.

Trabajo elaborado para Acrimur (2002).