

## El futuro del ordeño mecánico

ANTONIO CALLEJO RAMOS. MIGUEL ANGEL MAJANO GAMARRA. DPTO. PRODUCCIÓN ANIMAL. EUITA-UPM.

Desde sus orígenes, la ganadería industrial o ganadería intensiva ha ido incrementando constantemente sus rendimientos con una utilización cada vez menor de mano de obra, cuyo coste, por otra parte, ha sido siempre creciente. Dicho de otro modo, la ganadería intensiva lo es cada vez más.

Esta intensificación ha evolucionado paralelamente a la mecanización, no entendiéndose la una sin la otra, con el fin, no sólo de reducir la necesidad de mano de obra, sino también de mejorar sus condiciones de trabajo. Así, el ordeño, tarea que es preciso realizar diariamente al menos dos veces, es un fiel reflejo del nivel alcanzado en la mecanización de las explotaciones ganaderas actuales. En estas instalaciones se ha conseguido alcanzar unos rendimientos muy elevados, que la leche pueda obtenerse en unas condiciones óptimas de higiene y que las condiciones de trabajo del ordeñador sean mucho más favorables que hace unos cuantos años.

En efecto, en estos últimos 15 años se han incorporado a las instalaciones los primeros elementos automáticos, como los retiradores de pezoneras, la identificación electrónica del animal, la medición electrónica de la producción, su conexión con sistemas informatizados de gestión y de alimentación, etc.

No obstante, a pesar de que las numerosas innovaciones tecnológicas en muchas instalaciones de ordeño han limitado el papel del ordeñador al control, el lavado de la ubre y a la colocación de las pezoneras, la tarea diaria del ordeño absorbe aún cerca del 50% de la mano de obra necesaria en una granja de vacuno de leche.

Por otro lado, el ordeño obliga a mantener turnos diarios de trabajo separados, en el mejor de los casos, un intervalo de 12 horas y durante una franja horaria poco apetecible. Esta situación se repite durante todo el año, sin respetar los días festivos, en un ambiente (sin duda mejor que el de hace años) donde conviven el ruido (de la bomba, de los pulsadores, etc.), una temperatura variable según la época del año junto con un grado de humedad siempre elevado.

No es extraño, por tanto, que cada vez sea más difícil disponer de mano de obra dispuesta a trabajar en estas condiciones

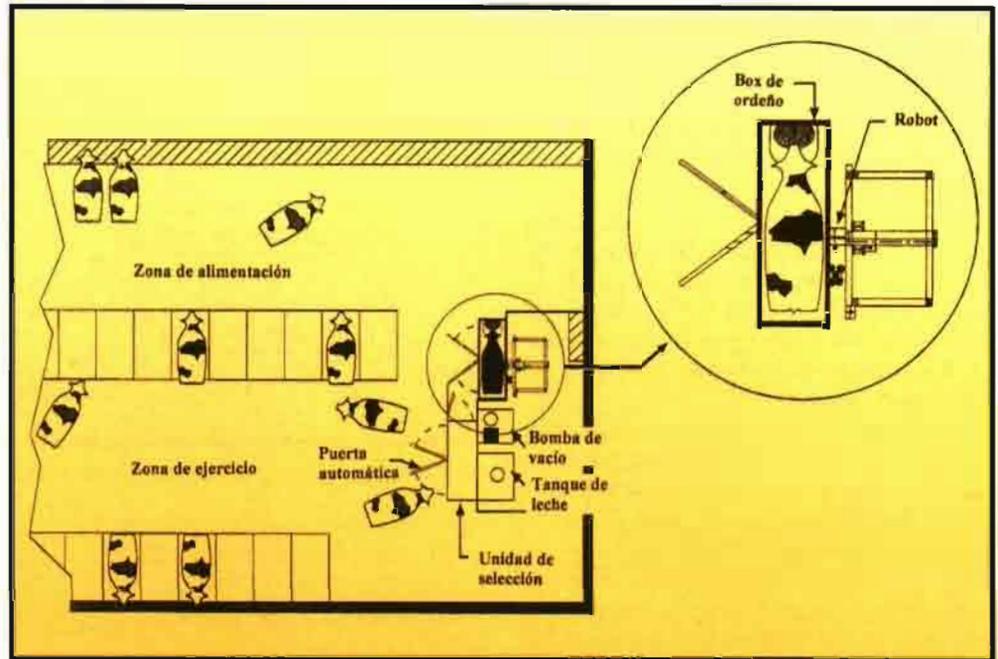


Fig 1. Esquema genérico de un alojamiento con ordeño automatizado. Fuente: Cattaneo y Guidobono, 1995.

o nuevos ganaderos jóvenes capaces de asumir la «servidumbre o esclavitud» de una tarea necesariamente diaria, por más que en la actualidad la explotación de vacuno de leche tenga una atractiva rentabilidad.

Ante tales premisas, la completa automatización del ordeño, sin la presencia obligatoria y continua del hombre, es un desafío aceptado desde hace ya algunos años, siendo varios los equipos de investigación dedicados actualmente al desarrollo de un sistema automático (robot de ordeño).

Hoy podemos decir que el robot es ya una realidad en funcionamiento en unas pocas granjas europeas. Sin embargo, todavía quedan por resolver algunos problemas importantes, como se expondrá a lo largo de este trabajo, sin olvidar que su precio actual es excesivamente alto.

### Concepción general del sistema automático de ordeño

La mayoría de los modelos de robot que se han desarrollado se basan en integrar dentro del alojamiento la unidad de ordeño automático junto con un distribuidor automático de concentrado. Este diseño descansa en el hecho de que la vaca acude voluntariamente a comer a la unidad de alimentación y una vez allí, el sistema de control decide en cada ocasión

si la vaca debe ser ordeñada o conducida de nuevo a la zona de alimentación forrajera o a la zona de reposo del establo. Vemos, por tanto, que el ordeño automático mediante el robot se hace de forma individual y no por grupos. Por lo tanto, el rendimiento de éste (en vacas ordeñadas por hora) depende más de que las «visitas» de las vacas sean regulares y constante más que de minimizar los tiempos de entrada y salida de la vaca, de preparación para su «autoordeño» o de colocación y retirada de las pezoneras, como sucede en las instalaciones clásicas en paralelo o en espina de pescado.

Como es lógico, la adopción de un sistema de ordeño automático requiere algunas adaptaciones en la estructura y organización del establo. La máquina de ordeño deberá situarse en un lugar de paso obligado para el animal; por ejemplo, en el camino entre la zona de reposo y la de alimentación. (Figura 1).

Naturalmente, un requisito imprescindible es la identificación del animal que entra en el box de ordeño. Esto permite que el sistema admita o rechace al animal cuando esté en el box o unidad de selección, dependiendo del tiempo que haya transcurrido desde su ordeño anterior.

Una vez que el animal es admitido para ser ordeñado, el sistema robotizado debe realizar todas las operaciones siguientes

tes, además del ordeño en sí:

- Colocación correcta del animal dentro de la plaza de ordeño.
- Localización de los pezones.
- Lavado y secado de ubre y pezones.
- Colocación de las pezoneras.
- Medición de parámetros sanitarios y fisiológicos.
- Lavado final del grupo de ordeño.

Después del ordeño de cada animal, los datos recogidos se transmiten a la unidad central de control, la cual debe dar aviso de cualquier circunstancia anómala (mamitis, celos, etc.) que requieran atención.

Para poder realizar el ordeño de forma automática, la máquina debe disponer de un sistema de «visión» o detección de la posición de los pezones de la vaca. Una vez detectados, uno o varios brazos robotizados colocan el grupo de ordeño y lo colocan en el animal.

Puesto que no es posible impedir por completo los movimientos de las vacas en el box de ordeño (no entrarían si eso ocurriese), hay variaciones de posición ubre-pezones de una vez a otra. Por tanto, el brazo que sostiene las pezoneras debe ser capaz de modificar su posición en tiempo real para poder colocarlas. La puesta de las pezoneras debe ser tan rápida como exige la actuación de la oxitocina.

También se debe contar con un sistema de seguridad para evitar que un movimiento repentino del animal pueda dañar la máquina (el brazo del robot) y/o causar daños al propio animal.

## Efectos de la robotización sobre el ganadero

La consecuencia positiva más evidente de la automatización del ordeño es la reducción del trabajo, especialmente atractiva tratándose de una tarea tan repetitiva y continua día tras día. El cuidador es relevado de la obligación diaria de estar presente en momentos determinados del día para ordeñar y para dar el alimento. La mayor parte del tiempo de dedicación no lo será con los animales sino en el mantenimiento del equipo y en la toma de decisiones de manejo.

En cualquier caso, el robot de ordeño es algo más que un «sustituto laboral». La necesidad de controlar el proceso de ordeño, la automatización del tráfico de las vacas para controlar el tiempo y los intervalos entre períodos de ordeños y de alimentación estimula el uso de sistemas expertos y de inteligencia artificial para optimizar todo el sistema de gestión. Las funciones del robot incluyen, necesariamente, un avanzado sistema de gestión computerizada. Sensores automáticos para

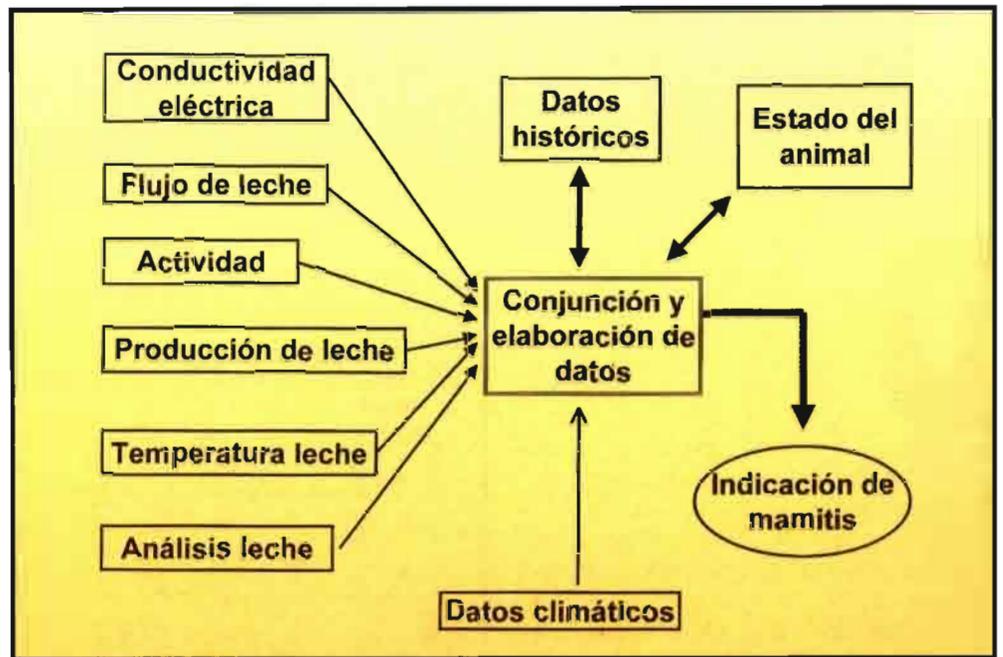


Fig 2. Esquema de un sistema integrado para la identificación de mamitis. (Guidobono et al, 1993).

controlar determinados parámetros:

- El estado sanitario de la ubre.
- El estado reproductivo.
- La producción de leche.
- La ingestión de alimento.
- Los cambios de peso en cada ordeño.
- La conductividad eléctrica de la leche de cada cuarterón.
- La actividad física de la vaca.

Todo ello proporciona una cantidad de información para cada animal que no tiene precedentes en la actualidad.

veces al día. Es conocido que el aumento de la frecuencia de ordeño aumenta la producción de leche por el animal entre un 5 y un 25%. El vaciado más frecuente de la ubre disminuye tanto el proceso inhibitorio sobre la síntesis que tiene la acumulación de leche en la ubre debido a la presión que ésta ejerce sobre los alveolos mamarios, como las molestias que esta presión provoca en el animal, sobre todo cuando son de elevada producción. También hay ciertas variaciones en la composición de la leche, sobre el tiempo de ordeño y sobre la condición corporal (cuadro I).

Algunos estudios muestran que el mayor beneficio derivado del mayor número de ordeños diarios está en el mayor pico de lactación alcanzado, lo cual provoca una mayor producción a lo largo

## Efectos de la robotización sobre la vaca

Una consecuencia inmediata de la robotización es la de dar a la vaca la oportunidad de ser ordeñada más de dos

**CUADRO I. EFECTO DE LA FRECUENCIA DE ORDEÑO Y DEL PERIODO DE LACTACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE, DE GRASA Y DE PROTEÍNA, INGESTIÓN DE MATERIA SECA, CONDICIÓN CORPORAL Y TIEMPO DE ORDEÑO (IPEMA Y BENDERS, 1992; CIT. POR KUIPERS Y ROSSING, 1995)**

Parámetro	Frecuencia de ordeño	Periodo de lactación (semanas)				Periodo seco	Total
		1-12	13-25	26-35	36-42		
Producción (kg/d)	2	37,9	30,2	21,9	17,1		28,2
	3	41,6	34,6	26,0	20,6		32,2
	4	41,7	33,8	26,2	21,9		32,3
Producción de grasa y proteína (g/d)	2	2.962	2.476	1.885	1.571		2.323
	3	3.151	2.677	2.174	1.869		2.558
	4	3.157	2.618	2.231	1.948		2.568
Ingestión de MS (kg/d)	2	22,8	23,5	19,5	15,8	3,1	21,0
	3	23,5	24,2	19,6	16,7	3,4	21,7
	4	23,8	24,3	20,0	16,7	3,7	21,9
Condición corporal	2	3,45	3,45	3,65	3,75	3,90	3,60
	3	3,33	3,37	3,42	3,55	3,82	3,47
	4	3,28	3,30	3,39	3,43	3,76	3,40
Tiempo de ordeño (min/d)	2	15,9	15,3	12,6	11,1		14,1
	3	22,3	21,4	17,5	15,8		19,8
	4	24,6	22,8	19,8	19,3		22,0

# VACUNO DE LECHE

del resto de la lactación, incluso aunque se reduzca el número de ordeños. Como es obvio, esta mayor producción tiene el coste de un programa de alimentación más complejo y ajustado, a lo que ayuda el propio robot de ordeño por la información que puede aportar.

También la mayor frecuencia de ordeño reduce el tiempo para el crecimiento entre ordeños de los organismos que provocan mamitis, aumentando así la resistencia natural de las vacas a la mamitis, intensificando su propia capacidad de curación espontánea o natural.

Aunque los sensores a los que anteriormente hacíamos referencia no son exclusivos del robot de ordeño, sí se hacen más necesarios en este caso, por cuanto se reduce el tiempo de contacto entre el animal y el hombre respecto al ordeño convencional, lo que en sí mismo es el objetivo del robot. Es decir, se requieren las suficientes garantías de precisión y fiabilidad para prevenir efectos desfavorables sobre la salud del animal y sobre la calidad de la leche.

En el estado actual de la investigación en el robot de ordeño, los biosensores más desarrollados son los que pretenden determinar el momento del estro y la detección de mamitis. En la **figura 2** se representa el esquema de un sistema genérico integrado para detectar estos sucesos de forma individualizada en cada animal.

Cada uno de los parámetros indicados en la figura, por sí solos, no son suficiente para determinar el estado fisiológico o sanitario de la vaca, por lo que se precisa un adecuado sistema de gestión que sea capaz de integrar todos estos factores junto con los datos históricos del mismo animal y con las condiciones ambientales, dando una respuesta precisa e inequívoca.

## Principales problemas por resolver: futuros desafíos

### Diseño y manejo del alojamiento

Un sistema de ordeño automático es algo más que un robot. También supone considerar el diseño del lugar donde se ordeña y el movimiento de las vacas hacia él.

El diseño general del establo constituye un aspecto fundamental si se pretende que el movimiento de los animales sea libre y autónomo. Por tanto, es necesario propor-

cionar un ambiente que favorezca determinadas actitudes que no resulten en una oposición o rechazo de las vacas al sistema de ordeño que se propone. Son necesarias más investigaciones sobre las pautas de alimentación del animal según se permita el libre movimiento de éste por

mal prácticamente inmobilizado. Sin embargo, la forma y posición de los pezones y, por tanto, la distancia entre ellos, no permanece constante sino que varía según el intervalo entre ordeños, el número y la fase de lactación o según se trate de los pezones delanteros o traseros (**Figura 3**).

(Figura 3).

Durante la operación de colocación de pezoneras pueden registrarse variaciones en la posición de los pezones entre 20 y 50 mm, simplemente por efecto de la propia respiración o por un golpe de tos.

Para resolver este problema, los distintos equipos que trabajan en el robot de ordeño han propuesto diversos tipos de sensores, cuyo funcionamiento no vamos a describir por salirse de los objetivos de este trabajo, y simplemente los mencionaremos.

- 1.-Sensores táctiles.
- 2.-Sensores de ultrasonidos.
- 3.-Sensores de rayos láser.
- 4.-Sensores ópticos.

En todos ellos, el porcentaje de fallos en la detección de la posición de los pezones es todavía demasiado alto, por lo que se necesita seguir perfeccionando este dispositivo. Debe tenerse en cuenta que el ambiente donde debe funcionar no es el más adecuado para dispositivos de esta complejidad técnica (humedad, polvo, suciedad, etc.)

En cualquier caso, debe asumirse que un cierto porcentaje de vacas presente una conformación de ubre tal que haga imposible la labor de los sensores.

### Colocación de las pezoneras

Las pezoneras pueden ser colocadas por un lado, por atrás o por debajo de la vaca. Cuando las pezoneras se colocan por un lado (**Figura 4a**), el animal puede cocear más fácilmente el brazo del robot. La posición de este brazo puede verse también afectado por la posición de las patas traseras. Para que el brazo tenga un mejor acceso a la ubre es conveniente que las patas delanteras se sitúen a una mayor altura que las traseras (**Figura 5**).

Cuando la colocación de las pezoneras es por detrás (**Figura 4b**), es esencial que las patas traseras de la vaca estén suficientemente separadas y tomar medidas para evitar que el equipo se ensucie por micción o defecación del animal.

Finalmente, cuando el brazo surge por debajo del animal (**Figura 4c**), el meca-

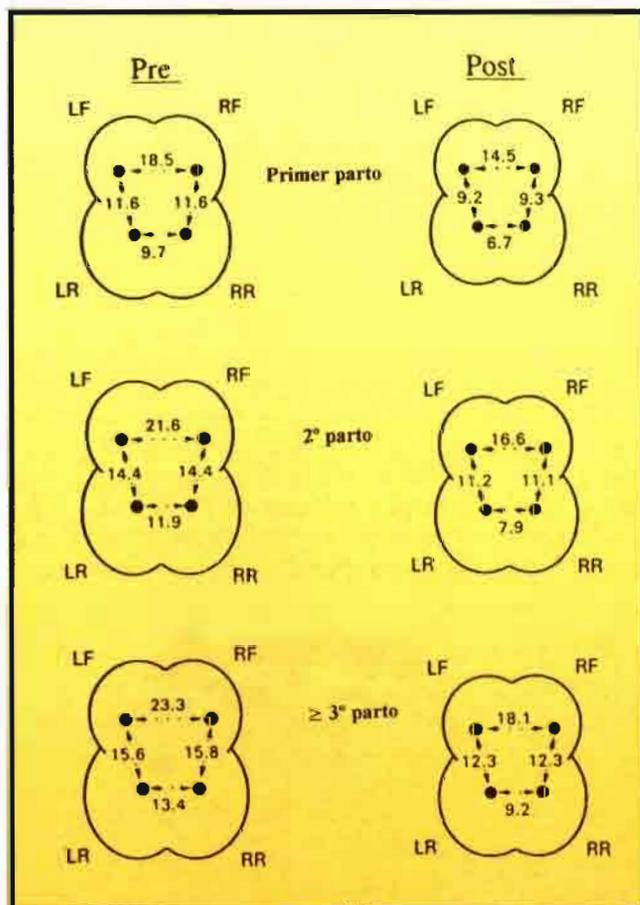


Fig 3. Distancias (cm) entre pezones antes y después del ordeño en vacas de distinto parto. LF: pezón delantero izquierdo, LR: trasero derecho, RF: delantero izquierdo, RR: trasero derecho.

el establo o se vea obligado a moverse en un sólo sentido (zona de reposo → zona de ordeño → zona de alimentación); o según sea la forma de suministrar el concentrado, separada o junto con el forraje dentro de una TMR o ración «unifeed».

Por otra parte, no deben olvidarse otras exigencias, en particular:

- 1.-Poder separar el animal en el que el sistema detecta alguna anomalía
- 2.-Evitar comportamientos jerárquicos contraproducentes
- 3.-Optimizar el tiempo de ordeño, evitando «obstrucciones» en la entrada y/o en la salida de la zona de ordeño.

### Determinación de la posición de los pezones

Los primeros prototipos de robot basaban la detección de la posición de los pezones en la memorización de las coordenadas de éstos, operando con un ani-

nismo se aloja en una cámara bajo la plataforma de ordeño, lo que incrementa su coste.

Se han diseñado diferentes tipos de brazos robotizados:

1.-Un único brazo que coloca una tras otra las pezoneras, lo que requiere más tiempo (**Figura 6a**).

2.-Un brazo con cuatro copas que empiezan a ordeñar simultáneamente (**Figura 6b**). Las copas se montan de forma flexible sobre el brazo para adaptarse a la posición variable de los pezones, aunque esta flexibilidad es limitada.

3.-Cuatro brazos independientes (**Figura 6c**), cada uno con una pezonera, que pueden funcionar simultáneamente. Este sistema coloca las pezoneras muy rápidamente pero cada brazo necesita su propio sistema de control, lo que le hace más caro y vulnerable.

## Sistemas de control

Ya hemos señalado que con el ordeño automático, el cuidador tendrá una labor muy diferente de la que desempeña en la actualidad. Sus nuevas y principales tareas serán el mantener todo el equipo, analizar los datos aportados por los sensores y optimizar los recursos económicos con decisiones que no es posible tomar sin los datos que nos proporciona el sistema. Asimismo, habrá una elevada dependencia de los sensores que detectan el celo, mamitis y otras anomalías. Su mayor desafío será interpretar todos los datos recibidos y dar una respuesta individualizada para cada animal.

La utilización de sensores múltiples combinados con rápidos programas de análisis de datos ofrece una gran perspectiva para mejorar la detección computerizada de los sucesos citados en el párrafo anterior, además de una producción inferior a la esperada. Desgraciadamente, estos sistemas para la gestión integral del rebaño aún están en fase de prototipo y aún queda un cierto tiempo hasta que estén a punto para su utilización comercial.

Incluso en algunos de los sistemas ya disponibles, como el de detección de mamitis, todavía quedan por resolver algunos inconvenientes. Respecto a este proceso infeccioso, el sensor más habitual es el que mide la conductividad eléctrica de la leche obtenida de cada cuarterón. El problema surge en la interpretación de los resultados recogidos de estos sensores, puesto que la conductividad eléctrica está influenciada por múltiples factores fisiológicos:

gicos:

1.-El contenido en grasa de la leche influye en la movilidad de los iones.

2.-La temperatura de la leche.

3.-El número de células somáticas y la presencia de grumos obstaculizan el transporte de iones.

4.-El período estral.

Existen todavía otros factores, poco controlables, que dificultan aún más la obtención de un valor preciso de la conductividad:

1.-La presencia de burbujas de aire.

2.-La cantidad variable de leche en la célula conductimétrica.

La gestión del número de ordeños y la integración de la alimentación con el nivel de producción y la condición corporal es uno de los mayores retos de un sistema de ordeño robotizado. El problema se complica por el hecho de que el consumo de materia seca aumenta tras el parto más lentamente que la producción de leche. Un mayor número de ordeños diarios en esta primera fase de lactación puede exacerbar el problema en algunos animales. La condición corporal se ha rebelado

combinarse con la variación del peso vivo como un segundo método de comprobación; al robot de ordeño puede incorporarse fácilmente una báscula. De esta forma, pueden crearse perfiles individuales de variación de peso y compararlos con el perfil deseado o el esperado en distintos estados de lactación y actuar en función de los resultados.

## Inspección y limpieza de pezones

El lavado de los pezones previo al ordeño y/o su desinfección es una operación difícil de automatizar, especialmente si se quiere impedir el paso de residuos de desinfectante a la leche. Un diseño inadecuado del robot para efectuar apropiadamente esta operación puede aumentar la incidencia de mamitis debida a gérmenes de origen ambiental, incluso con una limpieza satisfactoria. Por esta razón la detección y limpieza de pezones sucios y su desinfección antes del ordeño se contempla como uno de los principales requisitos que debe cumplir el robot. Los equipos de investigación trabajan en sistemas con técnicas ópticas y de procesado de imágenes y con sensores de olor.

No cabe duda que un paso previo es mejorar el diseño y el manejo de los alojamientos a fin de mantener las ubres de las vacas en un aceptable estado de limpieza.

Otro potencial problema relacionado con el ordeño automático es el de los daños en el pezón, que algunos estudios han relacionado con el aumento del número de ordeños al estar la máquina más tiempo conectada al animal.

Un tercer problema que deberá afrontarse es el del incremento de la producción y el consiguiente aumento de las necesidades nutritivas. El robot debe suministrar los datos necesarios para ajustar el programa de alimentación al incremento o la disminución de la producción que se produzca según la frecuencia diaria de ordeño y a la fase de lactación. No será fácil (no lo es actualmente) ajustar correctamente una ración para una alta producción sin comprometer el contenido de fibra de la misma y el riesgo de acidosis por el elevado nivel de concentrados que se requiere. La nueva organización de la producción derivada del uso del robot deberá permitir mantener el

sistema de alimentación «unifeed» o TMR como el más apropiado, a nuestro juicio, para un correcto funcionamiento del rumen y limitar el riesgo de patologías metabólicas provocadas por una excesiva

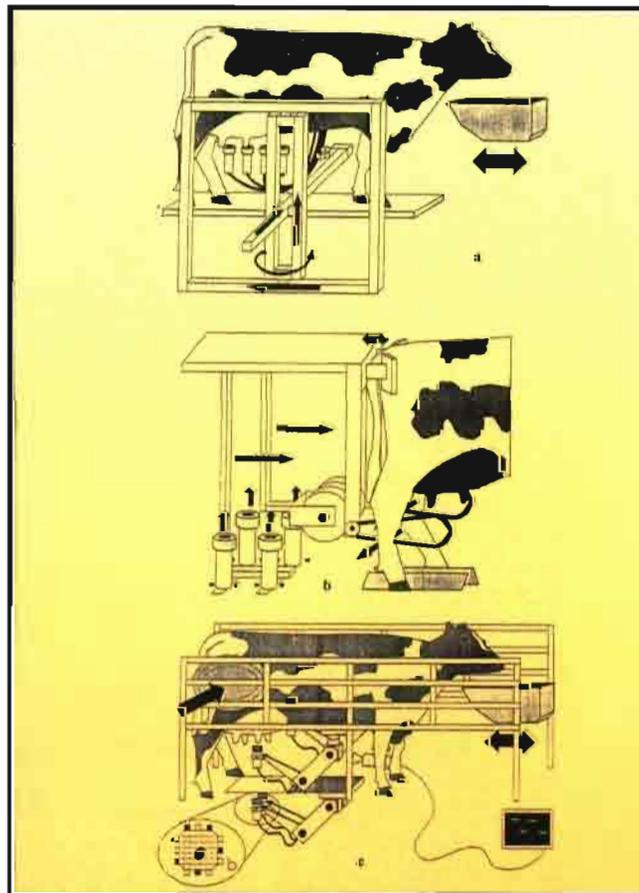


Fig 4. Distintas colocaciones de pezoneras. (Elaboración propia).

como la principal herramienta para comprobar en la mayoría de los casos si el programa de alimentación seguido es el adecuado.

La condición corporal puede también

# VACUNO DE LECHE

separación de la ingestión de fibra de la de hidratos de carbono de rápida fermentación ruminal.

## Calidad de la leche

Según algunos autores, el número de células somáticas disminuye cuando aumenta la frecuencia de ordeño, aunque otros no han encontrado diferencias.

Otro riesgo del mayor número de ordeños es el incremento en el contenido de ácidos grasos libres, aunque hay una amplia variación individual.

Las alteraciones proteolíticas de la caseína disminuyen ligeramente con 3 ordeños diarios, pero también lo hace el porcentaje de proteína y de caseína, lo que es de enorme trascendencia en la producción de queso. Ello implica un esfuerzo adicional en la alimentación a fin de que la mayor producción de leche no se vea acompañada de una significativa reducción de las concentraciones de grasa y de proteína.

El recuento bacteriano, el principal indicador de calidad higiénica, apenas se ve afectado por una mayor frecuencia de ordeño, pero puede serlo por la frecuencia de lavado de la instalación. Como ya se ha comentado, el estado general de limpieza de la ubre y de los pezones, cuyo lavado automático está aún por resolver, también influye de forma decisiva en el contenido bacteriano de la leche.

## Aspectos económicos

Por el precio que alcanzan en la actualidad los escasos modelos disponibles de ordeño automático, está claro que su compra requiere una elevadísima inversión de capital. El momento de decidir si se afronta esta inversión se produce (o se producirá) cuando la vieja sala de ordeño deba ser reemplazada o renovada. En la mayoría de los casos, la elección de un equipo robotizado requerirá modificaciones no sólo del alojamiento sino de toda la organización de la granja. Los cálculos realizados por Kuipers y Van Scheppingen (1992) (cit. por Kuipers y Rossing, 1995) estiman las consecuencias económicas de estas adaptaciones y los beneficios del ordeño automático comparados con los sistemas de ordeño convencionales.

Los principales factores estudiados fueron:

- 1.-Incremento de la producción de leche por vaca y el cambio en su composición.
- 2.-Alteración en la estrategia de pastoreo y alimentación, y
- 3.-La elección del sistema tradicional de sala de ordeño.

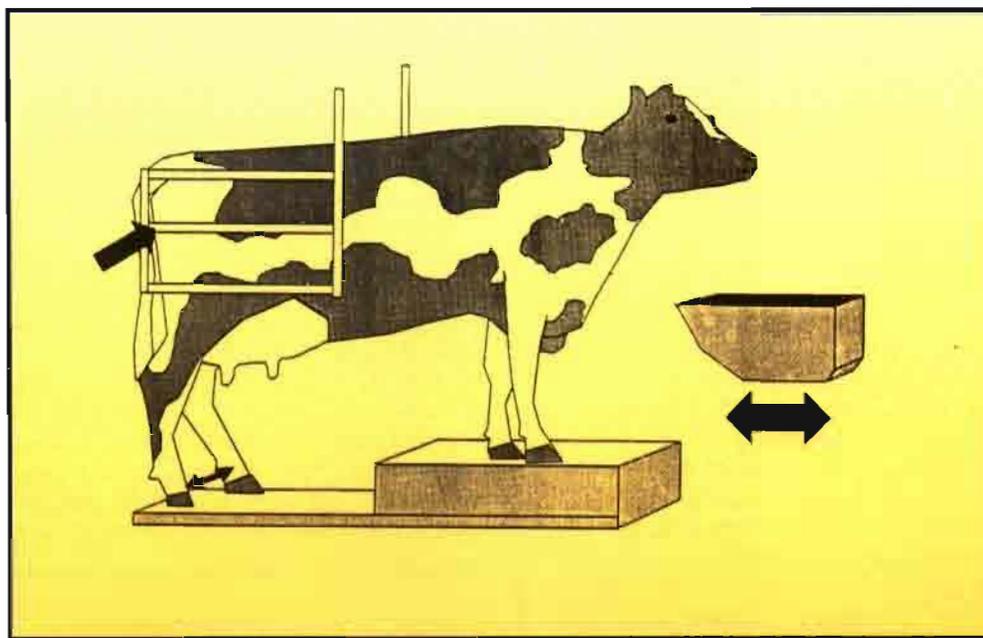


Fig 5. Posición de la vaca en el box de ordeño. Fuente: Rossing y Hogewerf, 1997.

Un incremento en la producción unitaria por la mayor frecuencia de ordeño contribuye positivamente a los ingresos netos. El cambio de un sistema de pastoreo sin restricciones a la alimentación en pesebre durante todo el año para permitir un mejor acceso al robot de ordeño, influye negativamente. El nivel de inversión necesario en un ordeño tradicional también afecta a la viabilidad de la inversión en el sistema automático.

La rentabilidad del nuevo sistema de ordeño puede expresarse en términos de «máximo valor de adquisición». Este es la cantidad de dinero que puede invertirse en aquél para alcanzar el mismo resultado económico que invirtiendo en una sala de ordeño convencional. La ecuación propuesta es la siguiente:

$$MAV = \frac{(Rmy - Cgs + ACTp)}{(PACams/100)}$$

donde:

Rmy es el beneficio anual del incremento en la producción de leche.

Cgs es el coste anual de cambiar el sistema de pastoreo.

ACTp es el ahorro en los costes anuales por no invertir en una sala de ordeño.

PACams es el porcentaje anual estimado de los costes anuales (amortización, mantenimiento e intereses).

El máximo valor de adquisición fue calculado para diferentes situaciones.

Cuando se elige una sala de ordeño más cara, aumenta el MAV, por lo que las preferencias personales respecto a una determinada sala de ordeño juegan un papel importante en la rentabilidad de un robot de ordeño.

Los costes anuales del robot también influyen considerablemente en la decisión

a tomar. Sin embargo, los costes de mantenimiento todavía no son bien conocidos, pero indudablemente afectarán a los primeros. La inversión por vaca en las grandes explotaciones será inferior por el efecto de la economía de escala; además, la capacidad de ordeño de los robots puede utilizarse con mayor eficacia cuando el número de vacas es también mayor.

Cuando el sistema pueda trabajar de una forma completamente autónoma, el capítulo de la mano de obra experimentará un considerable ahorro, situación que está lejos de alcanzarse actualmente. Cuando se da esa situación, el valor máximo de adquisición será más bajo que en el momento presente. No obstante, el ahorro de mano de obra será significativo solamente en grandes granjas, con mayor número de operarios.

## Perspectivas

La introducción del robot de ordeño de una forma más generalizada que en la actualidad probablemente tendrá lugar en dos etapas. En una primera fase, el uso del robot significará simplemente una mayor automatización del ordeño. Las vacas se ordeñarán sin manipulaciones por parte del ¿ordeñador? No obstante, la presencia habitual de éste será necesaria para controlar vacas con problemas, especialmente mamitis. También será necesario prestar atención a las vacas con «dificultades» para entrar en el lugar de ordeño. En esta primera fase no es de esperar un ahorro significativo de mano de obra.

En una segunda etapa, estará desarrollado el sistema completo de ordeño automático. Un programa integral de gestión

dotado de los sensores necesarios asumirá la mayor parte de las funciones de control que tiene el operario en una instalación de ordeño convencional. Tras la colocación automática de las pezoneras, la detección y separación de vacas sucias o con anomalías o de la leche de calidad higiénica inaceptable es otro de los grandes desafíos del sistema. Hoy por hoy, es difícil estimar en qué grado se alcanzará este objetivo.

A un plazo más largo, toda esta sofisticación puede resultar en un verdadero ahorro de capital humano, pudiendo contribuir significativamente a un mayor beneficio por la adopción de este sistema de ordeño. Los aspectos sociales pueden ser tan importantes o más que los económicos. Cuando el ganadero de vacuno de leche (y su familia) se sienta menos atado al proceso de ordeño y, por tanto, a su trabajo, esta automatización se podrá contemplar como un importantísimo logro profesional.

## Conclusiones

De todo lo que se ha expuesto en este trabajo, del conjunto de la bibliografía consultada y de nuestra propia experiencia profesional, podríamos destacar, a modo de conclusión y resumen, los siguientes aspectos:

Las granjas pequeñas, con un número de efectivos inferior a 40 vacas, probablemente no estén interesadas en los sistemas de ordeño automático, debido a la elevada inversión necesaria y a la posible ineficiencia en la utilización del robot.

Es imprescindible la estabulación libre, puesto que la vaca debe ir por iniciativa propia a ordeñarse y entrar libremente en el box de ordeño. Esta circunstancia obligaría a un buen número de explotaciones del centro y norte de Europa a una profunda reconversión.

Es de esperar un aumento de la producción por vaca debido a una mayor frecuencia de ordeño. Las condiciones de la UE, con un sistema de cuotas a la producción, obligará al sacrificio de animales para no superar la cantidad de leche asignada a cada productor. Este mayor nivel productivo también llevará implícito una mayor exigencia en alimentación.

Cuando el desarrollo de la robotización del ordeño produzca un ahorro de trabajo y de mano de obra, el alto coste de ésta estimulará la introducción y generalización del sistema.

La automatización del ordeño precisa que las vacas estén cerca del robot. Si los

animales permanecen durante todo el año en estabulación (aunque sea libre), la sociedad puede reaccionar negativamente por las implicaciones que sobre una imagen más natural de producción y de bienestar del animal tienen los sistemas de producción en pastoreo.

Habrà un menor contacto con los animales, lo que puede suponer un factor negativo en el control del rebaño. No obstante, se necesita investigar más para saber hasta qué punto el programa de gestión y los sensores pueden asumir la tarea actual del ganadero.

Es de esperar que el ordeño automático reduzca el trabajo físico en la granja. El trabajo del ganadero será más de supervisión. Esto demandará de él una

mente, el interés por el ordeño automático también varíe de país a país, dependiendo de las circunstancias y de las actitudes.

Como reflexión final, nos atreveríamos a señalar que el robot es ya una realidad, pero no por ello podemos considerar que esté cerca de una implantación masiva. Los problemas pendientes de resolver no son pocos, aunque no dudamos que serán resueltos más tarde o más temprano.

Lo que realmente nos preocupa es el hecho de que esta nueva tecnología puede «ayudar» a dar un poco más en el desigual ritmo que siguen las diversas partes implicadas en el sector productor. En nuestra opinión, el nivel genético y productivo alcanzado por los animales ha superado a muchos ganaderos, no necesariamente los de mayor edad, que no cuentan con la suficiente preparación para manejar las «fábricas de leche» que tienen en su explotación ni con la capacidad ni posibilidad de hacerlo.

Tampoco han entendido suficientemente que estos animales precisan de un manejo mucho más esmerado (en alimentación, en sanidad, etc.), olvidándose de que es más lo que dejan de producir los animales por una atención incorrecta que lo que pueda ahorrarse por no seguir una rutina de ordeño adecuado, no distribuir cama en cantidad suficiente, no aplicar un programa de vacunaciones correcto, y tantas y tantas cosas.

Por otra parte, no pocos técnicos nos las vemos y deseamos para entender y atender las necesidades de estos animales, no teniendo en cuenta que alimentar un animal que produce 40 kilos de leche al día requiere elevados conocimientos sobre la fisiología del animal y sobre los alimentos que utilizamos, así como una gran precisión en la formulación. Vemos con demasiada frecuencia alojamientos diseñados sin ningún criterio ni lógica o un excesivo interés por utilizar un pienso, un fármaco o un corrector determinado.

Probablemente sea la vaca el único de los vértices del triángulo que está a la altura de las circunstancias. Y cuando no lo está, siempre queda el recurso de sacrificarla.

Los nuevos retos que puede plantear el ordeño automatizado deben hacernos reflexionar a todos, técnicos y ganaderos, sobre nuestro papel en este mercado, y deberíamos considerar la necesidad absoluta e ineludible de una continua formación con el fin de atender mejor al animal que es, al fin y al cabo, el que nos da de comer. ■

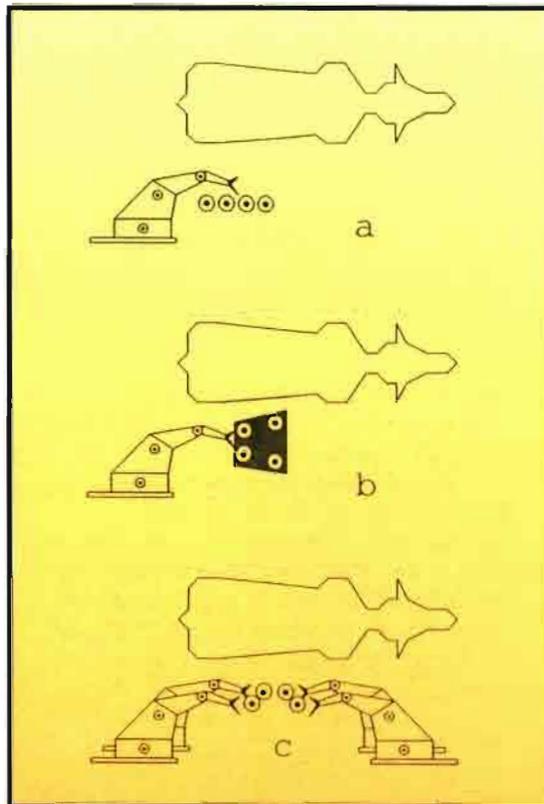


Fig 6. Modelos de colocación de las pezoneras. Fuente: Rossing y Hogewerf, 1997.

capacitación y preparación nuevas.

A largo plazo, es de prever que el ganadero y su familia estén menos «atados» a la explotación, puesto que el ordeño automático sólo requerirá de ellos una puntual atención. Este hecho puede colocar la profesión de ganadero en una línea más acorde con el desarrollo general de la sociedad.

Las posibilidades financieras de las granjas de vacuno de leche son importantes cuando hay que decidir sobre una inversión tan considerable. De ahí que la tendencia en el precio de la leche influirá mucho en el ritmo de introducción en las granjas del robot de ordeño. Probable-