Ordeño automático:

Desarrollo, impacto y prerrequisitos

*A. Meijering**
*K. de Koning**



Introducción

El interés por el ordeño completamente automático comenzó a mediados de los años 70. Inicialmente, fue dirigido por una curiosidad tecnológica, considerando que los costes del trabajo cada vez eran más elevados en Europa. Puesto que el acoplamiento automático de las pezoneras y la rociadura del pezón habían llegado a ser prácticas comunes en el ordeño mecánico, la localización automática de los pezones se convirtió en el desafío del trabajo europeo de investigación y desarrollo. Aunque en un estado inicial del desarrollo tecnológico, los prototipos demostraron su viabilidad, hizo falta una década tenerlos integrados completamente y hacer del ordeño automático un sistema confiable, y otros cinco años más para que los productores lo adoptaran en sus granjas a niveles dignos de mencionar.

El término "sistema de ordeño automático" o de "sistema de ordeño robotizado" se refiere a un sistema que automatice todas las funciones del proceso de ordeño y del manejo de los animales, caracterizadas por ser manuales y mecánicas en el ordeño convencional. En contraste con el ordeño convencional, donde los seres humanos traen las vacas a la sala de ordeño en horas determinadas (generalmente dos veces al día), el ordeño automático se propone utilizar la motivación de las vacas para ser ordeñadas, como un autoservicio, varias veces al día, de forma automatizada y sin la supervisión humana directa.

¿Por qué el ordeño automático?

Entre los principales motivos que condujeron al ordeño automático podemos encontrar:

- Motivos económicos: aumento del rendimiento por hora-hombre debido a una mayor producción con un input de demanda laboral más bajo.
- Aspectos ociosos: menores requerimientos de trabajo y en consecuencia, mayor tiempo para dedicarlo a la familia o las relaciones sociales, hecho que no era posible ordeñando dos veces al día.
- Diversas motivaciones y preferencias: el productor se siente liberado de una actividad como el ordeño, que no lo motiva.

Todos estos motivos son igualmente importantes. Sin embargo, cada día está más claro, por lo menos en Europa, que los productores están priorizando por encima de los aspectos económicos el componente social. Los ganaderos de vacuno de leche desean una renta adecuada, menos horas de trabajo y así contar con mayor tiempo social. Las opciones para ello son que el trabajo esté bien remunerado, empezar nuevas cooperativas o automatizar. Donde la disponibilidad de mano de obra barata es escasa, y la dependencia de las cooperativas se rechaza, el cambiar al ordeño automático es una opción para alcanzar las expectativas de los ganaderos.

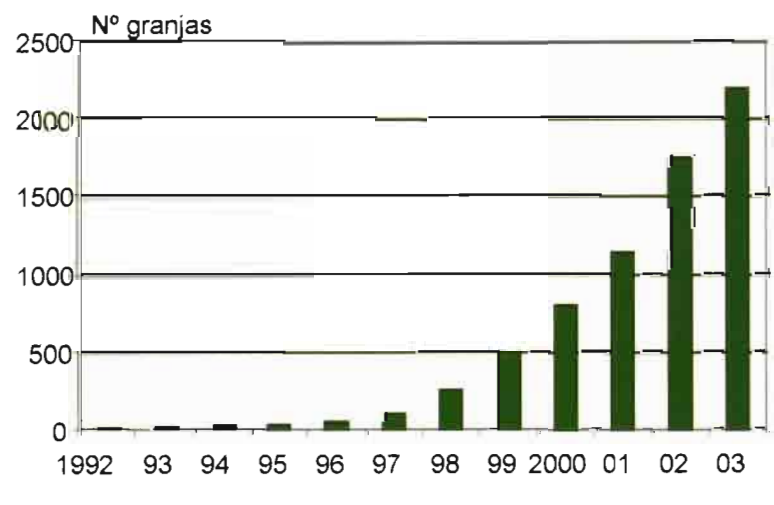


Figura 1. Evolución del número de granjas con ordeño automático a finales del 2003 (De Koning y Rodenburg, 2004)

*Applied Research. Animal Sciences Group, Wageningen University & Research.



Los primeros sistemas de ordeño automáticos en granjas comerciales fueron instalados en Holanda en 1992. Después de la introducción de los primeros sistemas automáticos, la aceptación fue muy lenta, hasta en el año 1998.

A partir de ese año, el ordeño automático se convirtió gradualmente en una tecnología aceptada en Holanda y en otros países del noroeste de Europa. Más adelante, los ganaderos de Europa Central y del Sur así como en Norte América y Japón, utilizaron esta tecnología. Recientemente, algunos sistemas de ordeño automático han sido instalados en Australia y Nueva Zelanda.

Antes de finales de 2003, unas 2200 granjas comerciales a nivel mundial habían implementado uno o más sistemas automáticos de ordeño **(figura 1)**. Durante los últimos años se ha visto un incremento continuado en el numero de las granjas que cambian del sistema de ordeño convencional al ordeño automático, siendo entre 300-350 granjas por año, y cada vez se difunde más este sistema por diversos países. Actualmente, en Holanda unos 400 ganaderos cada año renuevan su sistema de ordeño y de éstos, cerca de 100 lo substituyen por el ordeño automático.

Mientras que la mayoría de las granjas son familiares y funcionan con 1 o 3 plazas de ordeño, a fines del año 2003 en una granja de California en los EEUU se implementó el sistema de ordeño automático más grande hasta este momento, que incluye 20 plazas de ordeño y será ampliado a 32 plazas. A mediados del 2004, más del 80% de las granjas con sistema de ordeño automático están ubicadas en el noroeste de Europa, con un interés continuado, particularmente en Dinamarca. El grupo mayoritario de empresas que adoptan este sistema son de tamaño medio con un número relativamente elevado de vacas (50-100), y un alto nivel productivo por mano de obra (700.000 Kg) y, por lo tanto, más estrés para los trabajadores (Mathijs, 2004).

El sistema monoplaza ordeña entre 55-70 vacas y el multiplaza de 2 a 4 plazas ordeñan entre 80 y 150 vacas hasta tres veces al día

Sistemas de Ordeño Automático

Los sistemas de ordeño automáticos incluyen sistemas de plaza única de ordeño con funciones robóticas y de ordeño integrado y sistemas de multiplaza con un dispositivo robótico transportable, combinado con el ordeño y un grupo de dispositivos en cada plaza.

Indicativamente, el sistema monoplaza ordeña entre 55-70 vacas y el multiplaza de 2 a 4 plazas ordeñan entre 80 y 150 vacas hasta tres veces al día. El ordeño automático confía fuertemente en la motivación de la vaca para visitar el sistema voluntariamente. El principal motivo para esto es la fuente de concentrado ofrecido en un comedero de la plaza de ordeño, durante el mismo. Un sistema de ordeño automático tiene que ser "los ojos, los oídos y las manos del ordeñador". El sistema incluye la identificación electrónica de la vaca, la limpieza de los dispositivos de ordeño y los sensores controlados informáticamente para detectar las anormalidades de la leche, con el fin de cumplir con la legislación internacional y las leyes de higiene vigentes de la industria láctea.

Los sistemas de limpieza del pezón incluyen cepillos o rodillos, un sistema de limpieza en el interior de la pezonera o bien un dispositivo de limpieza externo parecido a una pezonera.

Los sistemas automáticos también se equipan de sensores para observar y para controlar el proceso de ordeño. Los datos se almacenan automáticamente en una base de datos y el ganadero dispone de un programa de manejo que controla y hace los ajustes necesarios para las condiciones del ordeño. Las listas de tratamientos y los informes son presentados al ganadero a través de mensajes de pantalla o directamente impresos. El sistema de ordeño automático también proporciona una notificación remota al ganadero en caso de requerir su intervención.

Ordeño automático y aspectos de manejo

El cambio de una sala de ordeño convencional a una automatizada significa un gran cambio tanto para las vacas como para el ganadero y puede provocar cierta tensión en ambos. Aunque con los sistemas de ordeño automáticos la supervisión del ordeño se elimina, aparecen nuevas tareas que deber ser cubiertas, como el control y la limpieza del sistema de ordeño automático, la revisión de las listas de tratamiento dos a tres veces por día, incluyendo el control visual de las vacas y,

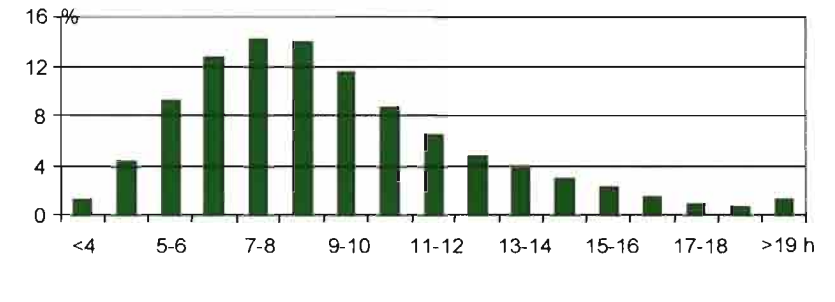


Figura 2. Distribución de la frecuencia de intervalos de ordeño en horas en un periodo de dos años (De Koning y Ouweltjes, 2000).

sobre todo, aquellas que han sobrepasado el intervalo máximo de ordeño. Los datos de campo sobre ahorros de trabajo aún son limitados. En promedio se asume una reducción del 10% del trabajo total utilizando un sistema de ordeño automático, comparado el sistema convencional con dos ordeños al día, aunque es posible encontrar mayores variaciones dependiendo de las granjas. En un estudio realizado sobre 107 granjas en Bélgica, Dinamarca, Alemania y Holanda donde se utilizaba ordeño automático (Mathis, 2004), los ahorros de trabajo registrados fueron alrededor de un 20% de promedio. Los promedios por país variaron entre 11% en Dinamarca y casi un 30% en Bélgica.

Sin embargo, el cambio más importante es en la naturaleza del trabajo. El trabajo físico del ordeño convencional, se substituye por tareas de manejo tales como de comprobación frecuente de las listas de tratamientos en el ordenador y un seguimiento apropiado de los animales. Este trabajo requiere menos tiempo, la cantidad de trabajo es más variable y flexible, particularmente atractivo en granjas familiares. Pero debido a que el ordeño es continuo, y pueden ocurrir fallos del sistema, siempre debe haber una persona "de guardia". Los fallos del sistema y alarmas asociadas ocurren generalmente alrededor de una vez cada dos semanas, aunque esto podría variar dependiendo del nivel de mantenimiento y manejo que se haga del sistema. Para mejorar el soporte del mantenimiento y gestión, la industria se desafía a realizar mejoras en la integración entre el sistema de ordeño y el software de gestión del rebaño, en la presentación de las alarmas y en las funciones de control del sistema de ordeño (Ouweltjes, 2004). Mejoras y desarrollos de las técnicas sensoriales para una detección exacta de anormalidades o para las medidas de composición de leche están también consideradas.

En cuanto al impacto sobre las vacas, el sistema no es conveniente para todas las vacas. La forma de la ubre y la posición de los pezones pueden hacer el acceso difícil y algunas vacas pueden no ser recomendable tenerlas para el ordeño automático. En las nuevas instalaciones, el número de vacas no adaptadas es generalmente de un 5-10% como máximo. En el paso del ordeño convencional al automático, las vacas deben aprender a visitar la plaza de ordeño más frecuentemente. El entrenamiento y la asistencia en las primeras semanas requiere un manejo tranquilo y continuado, de forma que los animales se adapten a los nuevos alrededores y al sistema de ordeño.

El cambio al ordeño automático apenas afecta la salud animal y el bienestar, positiva o negativamente (Hillerton et al., 2004). Sin embargo, la salud de la ubre, particularmente en vacas de parto reciente y la salud de las pezuñas, especialmente cuando el rebaño está alojado en el interior, se deben de supervisar cuidadosamente, para detectar de forma temprana las inflamaciones emergentes.

Frecuencia de ordeño

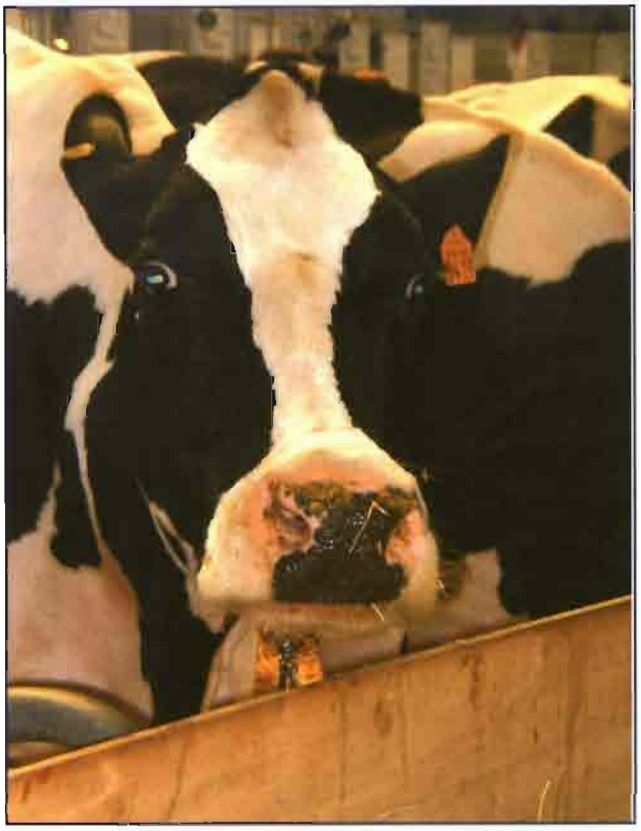
En la práctica, el número medio de ordeños por vaca y día varía entre 2.5 hasta 3.0, pero se encuentran grandes diferencias en el intervalo de ordeño en las granjas comerciales. Una curva típica se presenta en la figura 2 (De Koning y Ouweltjes, 2000). Casi el 10% de las vacas presentaron una frecuencia de ordeño menor o igual a 2 durante un periodo de dos años ordeñando en un sistema mono-plaza. Aún así, las vacas con intervalos demasiado largos fueron traídas tres veces por día.

En estas vacas no se demostró un aumento en la producción pudiendo incluso demostrar una pérdida de producción. Cambiando los parámetros de ordeño del sistema de ordeño robotizado es fácil evitar que las vacas sean ordeñadas con poca producción o cortos intervalos. Pero es mucho más difícil prevenir que las vacas sean ordeñadas con largos intervalos. Esto significa que será necesario manipular los intervalos, llevando manualmente al ordeño, aquellas vacas que se hayan ex-



cedido del intervalo máximo.

Esto se hace generalmente varias veces por día, en horas fijas, alrededor de los procedimientos de limpieza del sistema. En un estudio a gran escala, en 124 granjas en Holanda (Van der Vorst y Ouweltjes, 2003), encontraron que en granjas donde el número de vacas estaba en un 25% o menos de la capacidad del sistema, raramente era necesario llevar las vacas al ordeño. En casi un 50% de las granjas, las vacas fueron llevadas al ordeño dos veces al día cuando el intervalo entre ordeños excedía de las 12 horas y en un 35% de las granjas, las vacas fueron llevadas a ordeñar 3 o 4 veces al día. Estos estudios también demostraron que los intervalos demasiados largos no se pueden prevenir totalmente. El llevar a ordeño tres veces al día vacas con intervalos entre ordeños de más de 12 horas, significa que el intervalo máximo entre ordeños se acerca a 20h. Llevar vacas con intervalos menores de 12 horas es desperdiciar el tiempo y por otra parte puede conducir a una cierta habituación de las vacas.



Incrementos en la producción de leche

Una de las ventajas del ordeño automático es el aumento en la producción de leche debido a un ordeño más frecuente. Aumentos entre el 6 hasta el 25% en lactaciones completas se han demostrado cuando la frecuencia de ordeño se aumenta de dos a tres veces al día (Erdman y Varner, 1995). Datos franceses demuestran un aumento medio del 3% en la producción de leche y hasta el 9% para granjas que utilizaron el sistema durante más de 2 años (Veysset et al., 2001). En el estudio de Van der Vorst y de Ouweltjes (2003) un aumento medio del 5% con un rango de -16% al 35% fueron observados. Para los rebaños ordeñados tres veces al día en intervalos regulares, adoptando el ordeño automático se espera una disminución de 5 al 10%.

Actitud y expectativas

Un factor importante en la puesta en práctica acertada de un sistema de ordeño robotizado es la actitud y la expectativa del ganadero (Hogeveen et al., 2001; De Koning et al., 2002; Ouweltjes, 2004). Mientras que hay una considerable variación en el nivel de la satisfacción en los diversos tipos de sistemas, entre el 5-10% estimados de dueños han cambiado de nuevo a la tecnología convencional. En algunos casos las expectativas no eran realistas, en otros, los ganaderos no podían adaptarse al diferente estilo del manejo y gestión, y en algunos casos un alto índice de fallos del sistema de ordeño automático desalentó al ganadero para continuar.

Durante el periodo de puesta en marcha, el ordeño automático requiere una alta entrada de trabajo y de gestión. Los factores más importantes para una puesta en práctica acertada de los sistemas son:

- Expectativas realistas
- Buen soporte técnico de los consultores expertos antes, durantes y después de la puesta en práctica
- Flexibilidad y disciplina para controlar el sistema y las vacas
- Habilidad con los ordenadores
- Una adaptada disposición de la granja que facilite el tráfico de los animales.
- Buen funcionamiento técnico del sistema y un mantenimiento regular
- Vacas sanas con buenos aplomos y un buen comportamiento alimentario

Disposición de la granja, Capacidad del Sistema de Ordeño Automático y refrigeración de la leche

Puesto que estos sistemas dependen de la voluntad de los animales para dirigirse al ordeño, una granja libre de impedimentos y con plazas libres es esencial para conseguir el éxito. El motivo principal para que una vaca visite el sistema de ordeño es el concentrado proporcionado en el comedero de la plaza de ordeño. La rutina de la granja debe cumplir con el principio de Alimentación – Descanso - Ordeño. Las vacas deben tener acceso fácil las puertas del ordeño y de selección: pasillos largos, escalones y otras obstrucciones deben de ser evitados. Una localización central del sistema reduce al mínimo las distancias que deben caminar las vacas.

En muchos países las regulaciones requieren que el sistema esté situado cerca de la sala de ordeño y que sea accesible para el ganadero por una vía limpia.

Después de visitar el sistema de ordeño, la vaca debe de tener acceso al área de alimentación. En sistemas de tráfico forzado la vaca debe pasar por el sistema de ordeño para conseguir dicho acceso. En sistemas de puertas de selección automáticas, con la ayuda de la identificación de la vaca y de las capacidades de selección, impiden a las vacas ir directamente al área de alimentación solamente cuando el intervalo entre ordeños excede del mínimo establecido. Los sistemas con tráfico libre, las vacas tienen acceso al área de alimentación sin restricción y el concentrado que se suministra dentro de la plaza de ordeño es utilizado solamente para atraerlas. El tráfico forzado de las vacas



reduce al mínimo el número de vacas que deben de ser llevadas a ordeño (Hogeveen et al., 1998) y es una ayuda de entrenamiento eficaz, sin embargo, hay un consenso que para el bienestar animal, se prefiere el tráfico libre de la vaca (Wiktorsson et al., 2002). Las vacas pasan más tiempo en el área de espera con los sistemas de tráfico forzados. Especialmente en los sistemas de ordeño automático con un alto ritmo de ocupación, esto puede afectar el número de visitas a la sala de alimento seco y como consecuencia la ingestión de forraje disminuye.

En estudios comparativos, los sistemas controlados o semi-forzados dan lugar a mayores visitas a la puerta de alimentación por día, un aumento de la ingestión de materia seca y líneas de espera más cortas en el sistema de ordeño (WiKtorsson y Sörense, 2004). El tráfico de la vacas totalmente libre, funciona aún mejor respecto a estos criterios. Aún así, la ingestión de la materia seca no aumentó en relación con el tráfico controlado, el número medio de ordeños fue perceptiblemente más bajo y el porcentaje de las vacas que eran llevadas a ordeño fue sustancialmente mayor.

En granjas grandes la ventajas de localizar las plazas de ordeño en grupo, y la reducción del espacio necesario para los comederos, han conducido a diseños de granja con 8 a 12 filas de plazas libres y de 1 a 3 pasillos de conducción a la alimentación. Mientras que estas granjas funcionan bien en cuanto a los animales, el tráfico de los operarios y el manejo de la leche, el impacto de la longitud de la granja, entre 40 y 65 metros, en la climatización y ventilación presenta nuevas dificultades.

En la mayoría de los países europeos, el pastoreo durante el verano es común (Van Dooren et al., 2002); en algunos países escandinavos además es obligatorio. Por otra parte, desde un punto de vista etológico, muchos consumidores en Europa occidental del norte creen que el pastoreo es esencial para las vacas y una empresa alemana paga primas por la leche producida por vacas en pastoreo.

En Holanda el pastoreo es una práctica común (>80%). Sin embargo, los solamente cerca del 52% de las granjas con sistemas de ordeño automático aplican los sistemas de pastoreo, demostrando que por una parte la combinación del pastoreo y sistemas de ordeño automático es menos común, pero que por otro lado, sigue siendo posible (Van der Vorst y Ouweltjes, 2003; Mathijs,2004). Por lo que se refiere al uso de la capacidad del sistema de ordeño y del porcentaje de vacas para ser llevadas a ordeño, los sistemas de pastoreo restringido resultan mejor que los sistemas sin restricción (Van Dooren et al., 2004). Distancias de hasta 500 metros, parecen tener poco influencia en la frecuencia de las visitas al ordeño.

El pastoreo es un punto crítico en la producción de leche de bajo coste en Nueva Zelanda, y mientras que no hay uso comercial de sistemas de ordeño automático en este país, el proyecto "Greenfield" utiliza el ordeño automático en un sistema de pastoreo al 100%, bajo circunstancias muy diferentes de Europa.

Eficiencia del Sistema de Ordeño Automático

La eficiencia de un sistema de ordeño automático se expresa como el número de ordeños al día. Este número dependerá de un número de factores incluyendo del número de plazas, el uso de las puertas de selección, la frecuencia de ordeño, el tiempo de funcionamiento de la máquina, el tamaño del rebaño y del sistema de tráfico de las vacas. El aumento del número de ordeños por vaca y día no contribuye necesariamente a una producción más alta de leche por día en un sistema de ordeño automático. Esto es debido al tiempo de ordeño más o menos fijo y disminución de la cantidad de leche por ordeño al aumentar la frecuencia de ordeño. El caudal y la cantidad de leche tienen un gran impacto sobre la eficiencia, expresada en kg por día (De Koning y Ouweltjes, 2000). Cambiando los criterios de ordeño para vacas individuales, el sistema de ordeño automático puede ser optimizado para alcanzar la máxima eficiencia.

El aumento del número de ordeños por vaca y día no contribuye necesariamente a una producción más alta de leche por día en un sistema de ordeño automático

Sistemas de refrigeración de la leche

La leche se debe enfriar por debajo de los 4ºC en el plazo de 3 horas después ordeño. Existen cuatro tipos de sistemas para la refrigeración de la leche (De Koning et al., 2002b) para ajustar el sistema de refrigeración al ordeño automático: a) refrigeración indirecta con un tanque de al-

macenamiento de hielo, b) combinación del tanque de almacenamiento y de regulación, c) tanque de almacenamiento con sistema de refrigeración adaptado y d) refrigeración instantánea. Para el tanque de almacenamiento de hielo o con el sistema de refrigeración adaptado, sería útil añadir un tanque de regulación para almacenar la leche cuando el tanque de almacenamiento se vacía para limpiarlo. Esto permite al sistema de ordeño automático continuar ordeñando, y así aumentar la eficiencia del sistema.

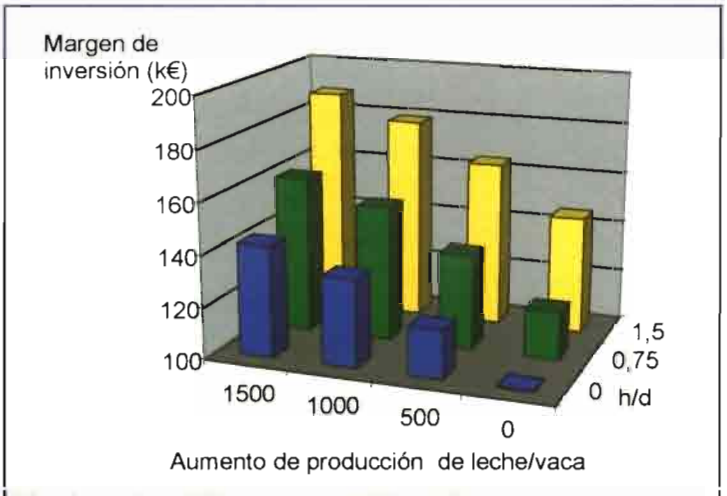


Figura 3. Margen de inversión debido al ahorro de trabajo y al aumento de la producción de leche con unos costes anuales de inversión del sistema de ordeño automático del 25%. Comparación con un sistema de ordeño convencional altamente automatizado (De Koning y Rodenburg, 2004).

Calidad de la leche

La calidad de la leche es una preocupación crítica en las explotaciones de vacuno lechero modernos, porque los sistemas de pago de la leche están basados en su calidad y los consumidores esperan un alto nivel de calidad y seguridad de los productos lácteos. Aunque el ordeño automático utiliza los mismos principios de ordeño que el ordeño convencional, hay diferencias importantes. Resultados de granjas comerciales en Europa (Klungel et al., 2000; Van der Vorst y Hogeveen, 2000; Pomiès y Bony, 2001; Van der Vorst et al., 2002) y en Norte América (Rodenburg y Kelton, 2001) indican que la calidad de la leche se ve un poco afectada negativamente después de la introducción del sistema de ordeño automático. En general, los datos muestran un aumento en los recuentos bacteriológicos, aunque los niveles siguen siendo relativamente bajos y en conformidad con los límites de lo permitido por la ley. Un estudio reciente (Helgren y Reinemann, 2003) determinó que el RCS y los recuentos bacteriológicos en E.E.U.U. fueron similares a los rebaños ordeñados convencionalmente. La limpieza del equipo de ordeño y la refrigeración de la leche son factores críticos en el control del recuento bacteriológico. Los RCS tampoco se reducen al cambiar al ordeño automático, a pesar de una mayor frecuencia de ordeño. Se ha demostrado que un aumento de la frecuencia de ordeño provoca una pequeña disminución en los porcentajes de grasa y proteína y un aumento en los niveles de ácidos grasos libres de la leche (Ipema y Schuiling, 1992; Jellema, 1986; Klei et al., 1997).

De Koning et al. (2004) concluye que, aunque la calidad de la leche debe ser registrada, durante el periodo de transición, en general no se observan cambios importantes de la calidad de la leche. Sin embargo, el aumento en el nivel de ácidos grasos libres requiere más investigación. Además, la higiene de la granja, una adecuada limpieza de la ubre y pezones y una eficaz limpieza del sistema son importantes (Knappstein et al., 2004; Schuiling, 2004).

Aspectos Económicos

La inversión requerida para los sistemas de ordeño automáticos es mucho más elevada que para los sistemas de ordeño convencional y en consecuencia los costes fijos de ordeño son más altos. Sin embargo, un aumento de la producción de leche con menos trabajo significa que los costes de ordeño por Kg de leche dismi-

GGM ingenieros y consultores

Tel. 967 147 415
926 229 695
Móvil 615 828 868
615 519 847

gelocano@iies.es

Ingeniería aplicada a la Ganadería y a la Industria Agroalimentaria

- Proyectos y direcciones de obra
- Estudios de viabilidad de inversiones
- Mediciones y levantamientos topográficos
- Valoraciones y tasaciones
- Gestión de subvenciones y créditos
- Asesoramiento y monitorización de Industrias Alimentarias
- Implantación de sistemas APPCC
- Estudios de impacto ambiental
- Gestión de residuos agroindustriales

Estamos a su servicio en toda España !!!



nuyen. Teóricamente, con un sistema de ordeño automático, más vacas pueden ser ordeñadas con la misma mano de obra, que en el ordeño convencional, pero esto puede implicar inversiones adicionales en edificios, tierra o alimentación, y probablemente en la cuota lechera. En una granja con más de un trabajador a tiempo completo existe la posibilidad de reducir la mano de obra y en consecuencia los costes. A menudo, esto no sucede y el tiempo ahorrado se utiliza para actividades personales. Meskens y Mathijs (2002) encontraron que en dos tercios de los ganaderos con ordeño automático indicaron razones sociales para la inversión en este tipo de sistemas, así como el aumento de la flexibilidad laboral, la mejora de los aspectos relacionados con la vida social y la salud. En algunas partes de Norte América, con rebaños de gran tamaño y elevado número de personal, puede resultar que los ahorros en coste de trabajo pueden convertirse en un motivo decisivo para la instalación del ordeño automático.

Se han desarrollado varios modelos de simulación para calcular el efecto económico de la inversión en el ordeño automático. El modelo de 'Margen de Inversión' calcula la cantidad de dinero que se puede invertir en un sistema de ordeño automático, sin disminuir la ganancia, comparado con un ordeño convencional (Arendzen y Van Scheppingen, 2000). El valor obtenido, calcula la ganancia anual acumulada del aumento en la producción de leche, el ahorro en el trabajo, y los ahorros de la no inversión en una sala de ordeño convencional y divide todo esto entre los costes anuales del sistema automático. El modelo puede utilizar factores y circunstancias especificos de la granja para calcular el valor del modelo. En la **figura 3** se muestra los resultados de un conjunto de análisis de sensibilidad, demostrando que el aumento de producción de leche y el ahorro de trabajo, son factores esenciales con respecto a la economía del ordeño automático. El valor del modelo para una granja común (700.000 Kg de leche, 8500 Kg de leche por vaca por lactación, 82 vacas, 75 horas de trabajo por semana) con 500 Kg de aumento de la producción por vaca, 0.75 h de ahorro neto de trabajo por día (ahorro de trabajo del 10% aproximadamente), comparado con una sala de ordeño automático convencional y un 20% de costes anuales del sistema de ordeño automático, resulta en una cantidad de 137.000 euros. En este ejemplo esto sería suficiente para la inversión en un sistema mono-plaza (aproximadamente 120.000 euros). Sin embargo, se llega a la capacidad límite para un sistema de ordeño monoplaza. El ahorro de trabajo y el aumento de la producción tienen un efecto importante en el valor del modelo.

Para rebaños con más de 240 a 270 vacas, ampliando las horas de uso de las salas convencionales, sin la inversión de capital adicional, hace la sala de ordeño más eficiente

Dos modelos de Norte América (Rodenburg, 2002; Rotz et al., 2003) sugieren que en granjas grandes, al aumentar las horas de uso de salas grandes de ordeño automático convencionales, su ventaja económica relativa sobre el sistema de ordeño automático, aumenta.

Estos estudios demuestran que en granjas con 60 a 180 vacas, la inversión de capital en el ordeño automático es levemente más alta que en los sistemas de ordeño convencional, en parte debido a requisitos de espacio menores que para salas de ordeño convencional que precisan espacios grandes de espera. La baja mano de obra en los sistemas de ordeño automático, hace que sean competitivos en rebaños de este tamaño. Para rebaños con más de 240 a 270 vacas, ampliando las horas de uso de las salas convencionales, sin la inversión de capital adicional, hace la sala de ordeño más eficiente. Representa que en el centro y el oeste de EEUU, donde predominan los rebaños de 500 a miles de vacas, la adopción del sistema automático no ocurriría a menos que el coste de estos sistemas de ordeños disminuya o los costes de trabajo aumenten substancialmente. Puesto que ambos parámetros tienen tendencia a ir en esta esa dirección, la adopción de este sistema de ordeño automático en casi todas las áreas del mundo desarrollado parecería ser solamente una cuestión de tiempo.

Conclusiones finales

El número de granjas que ordeñan con sistema de ordeño automático ha aumentado de manera perceptible desde 1998. En áreas dónde el coste de mano de obra



es elevado o hay escasez de ésta, el ordeño automático es una alternativa prometedora ante el ordeño convencional en sala.

Sin embargo, si la mano de obra barata está disponible, y particularmente en rebaños de gran tamaño, el ordeño convencional, especialmente en salas rotativas o de salida rápida equipadas con herramientas para aumentar el número de vacas ordeñadas por persona y por hora, va a ser competitivo. La introducción del ordeño automático tiene un gran impacto en la granja y afecta todos los aspectos de la ganadería lechera. Debido a que el ordeño es voluntario existe una gran variación entre los intervalos de ordeño. El ordeño automático altera la gestión de la granja y la forma de vida del ganadero. Los sistemas de ordeño automático requieren una inversión más elevada que en sistemas de ordeño convencional pero el aumento de producción de leche y la reducción del trabajo pueden conducir a bajar los costes fijos por kg de leche. La implementación del ordeño automático con éxito depende de las habilidades de gestión del ganadero, los recursos de la granja y las condiciones de producción. Ambos sistemas de ordeño, convencional y automático, serán utilizados en la ganadería lechera en países desarrollados en el futuro cercano.

Referencias

Arendzen I. and A.T.J van Scheppingen, 2000. Economical sensitivity of four main parameters defining the room for investement of AM-systems on dairy farms. In: Robotic Milking, Proceedings of the international symposium held in Lelystad, pp 201-211

De Koning C. and W. Ouweltjes, 2000. Maximising the milking capacity of an automatic milking system. In: Robotic Milking, Proceedings of the international symposium held in Lelystad, pp 38-46

De Koning C.J.A.M., Y. van der Vorst and A. Meijering, 2002. Automatic milking experience and development in Europe. In: Proceedings of the first North American Conference on Robotic Milking, Toronto, Canada, pp I1 – I11

De Koning C.J.A.M., J.A.M. Verstappen-Boerekamp and H. Schuiling, 2002b. Milk cooling systems for automatic milking. In: Proceedings of the first North American Conference on Robotic Milking, Toronto, Canada, pp V25 – V35

De Koning C.J.A.M., B.Slaghuis, and Y. van der Vorst, 2004, Automatic milking and milk quality. In: A. Meijering, H. Hogeveen and C.J.A.M. de Koning (eds), Automatic Milking, a better understanding, pp 311-320, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.

De Koning C.J.A.M. and J. Rodenburg, 2004, Automatic milking: State of the art in Europe and North America. In: A. Meijering, H. Hogeveen and C.J.A.M. de Koning (eds), Automatic Milking, a better understanding, pp 27-37, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.Erdman, R.A. and M. Varner, 1995. Fixed yield responses to increased milking frequency. Journal of Dairy Science 78: 1199-1203

Helgren, J.M. and D.J. Reinemann, 2003. Survey of Milk Quality on US Dairy Farms Utilizing Automatic Milking Systems, ASAE paper # 033016, St. Joseph's, Michigan USA

Hillerton, J.E., J. Dearing, J .Dale, J. J. Poelarends, F. Neijenhuis, O. C. Sampimon, J. D. H. M. Miltenburg and C. Fossing, 2004. Impact of automatic milking on animal health. In: A. Meijering, H. Hogeveen and C.J.A.M. de Koning (eds), Automatic Milking, a better understanding, pp125-134, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.

Hogeveen, H., A.J.H. van Lent and C.J. Jagtenberg, 1998. Free and one-way cow traffic in combination with automatic milking. In J.P. Chastain (editor) Proceedings of the Fourth International Dairy Housing Conference, ASAE 01-98, pp 80-87, Michigan, U.S.A.

Hogeveen H., Y. van der Vorst, C. de Koning and B. Slaghuis, 2001. Concepts et implications de la traite automatisée. In: Symposium sure les bovines laitiers, pp 104-120, CRAAQ, Canada

Ipema, A.H.and Schuiling, E., 1992. Free fatty acids; influence of milking frequency. In: Proceedings of the Symposium Prospects for Automatic Milking, November 23-25, 1992, EAAP Publ. 65, Wageningen, The Netherlands, pp 491-496

Jellema, A., 1986. Some factors affecting the susceptibility of raw cow milk to lipolysis. Milchwissenschaft. 41:553-558.

Klei, L. R., J. M. Lynch, D. M., Barbano, P.A., Oltenacu, A. J., Lednor, and D. K. Bandler, 1997. Influence of milking three times a day on milk quality, J. Dairy Sci. 80: 427-436.

Klungel, G.H., B.A.Slaghuis, H. Hogeveen, 2000, The effect of the introduction of automatic milking on milk quality. Journal of Dairy Science, 83:1998-2003

Knappstein, K., N. Roth, B.A. Slaghuis, R.T. Ferwerda-van Zonneveld, H.G. Walte, and J. Reichmuth, 2004. Farm hygiene and teat cleaning requirements in automatic milking. In: A. Meijering, H. Hogeveen and C.J.A.M. de Koning (eds) Automatic Milking, a better understanding, pp 83-93, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.

Mathijs, E, 2004. Socio-economic aspects of automatic milking. In: A. Meijering, H. Hogeveen and C.J.A.M. de Koning (eds) Automatic Milking, a better understanding, pp46-55, Wageningen Academic Publishers, Wagenin-

gen, The Netherlands.

Meskens, L. and E. Mathijs, 2002, Socio-economic aspects of automatic milking; Motivation and characteristics of farmers investing in automatic milking systems. Deliverable D2 from EU project Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms (QLK5 2000-31006), www. automaticmilking.nl

Pomies D. and J. Bony ,2001. Comparison of hygienic quality of milk collected with a milking robot vs. with a conventional milking parlour. In: H. Hogeveen and A. Meijering (editors) Robotic Milking, pp. 122-123, Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands

Rodenburg, J. and D.F. Kelton (2001) Automatic milking systems in North America: Issues and challenges unique to Ontario. In: National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings, pp 163-169, NMC, Madison, WI, USA

Rodenburg, J, 2002. The Economics of Robotic Milking - Good Enough to be Interesting, Hoard's Dairyman, March 10, pg 181.

Rotz, C.A., C.U. Coiner and K.J. Soder ,2003. Automatic Milking Systems, Farm Size and Milk Production, J. Dairy Sc. 86:4167-4177

Schuiling, H. J., 2004. The cleaning of automatic milking systems. In: A. Meijering, H. Hogeveen and C.J.A.M. de Koning (eds) Automatic Milking, a better understanding, pp 94-100, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.

Veysset P., P. Wallet and E.Prognard ,2001. Automatic milking systems: Characterising the farms equipped with AMS, impact and economic simulations. In: A .Rosati, S. Mihina, C. Mosconi (editors), Physiological and Technical Aspects of Machine Milking, pp 141-150, ICAR TS 7, Rome, Italy

Van Dooren, H.J., E. Sporndly and H. Wiktorsson, 2002. Automatic milking and grazing, Applied grazing strategies in Europe, Deliverable D25 from EU project Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms (QLK5 2000-31006), www.automaticmilking.nl

Van Dooren, H. J. C., L. F. M. Heutinck, G. Biewenga and J. L. Zonderland, 2004. The influence of three grazing systems on AMS performance. In : A. Meijering, H. Hogeveen and C.J.A.M. de Koning (eds) Automatic Milking, a better understanding, pp 292-297, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.

Van der Vorst, Y., and H. Hogeveen, 2000. Automatic milking systems and milk quality in the Netherlands. In: Robotic Milking, Proceedings of the international symposium held in Lelystad, pp 73-82

Van der Vorst, Y., K. Knappstein and M.D. Rasmussen, 2002. Effects of Automatic Milking on the Quality of Produced Milk, Deliverable D8 from EU project Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms (QLK5 2000-31006), www. automaticmilking.nl

Van der Vorst, Y., K. Bos, W. Ouweltjes, J. Poelarends, 2003. Milk quality on farms with an automatic milking system; Farm and management factors affecting milk quality. Report D9 of the EU Project Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms (QLK5-2000-31006), www.automaticmilking.nl

Wiktorsson, H., G. Pettersson, J. Olofsson, K. Svennersten-Sjaunja and M. Melin, 2002. Welfare assessment of dairy cows in automatic milking systems, Welfare status of dairy cows in barns with automatic milking, Deliverable D24 from EU project Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms (QLK5 2000-31006), www.automaticmilking.nl

Wiktorsson, H. and J. Tind Sörensen, 2004. Implications of automatic milking on animal welfare. In: A. Meijering, H. Hogeveen and C.J.A.M. de Koning (eds) Automatic Milking, a better understanding, pp 371-381, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.

Ouweltjes W., 2004. Demands and opportunities for operational management support. Deliverable D28 from EU project Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms (QLK5 2000-31006), www.automaticmilking.nl

ASTM
Asesoría de Seguros, Técnica y Medioambiental

√ Ingenieros Agrónomos
√ Peritos de Seguros
√ Especialistas en Tratamiento de Residuos Agroindustriales

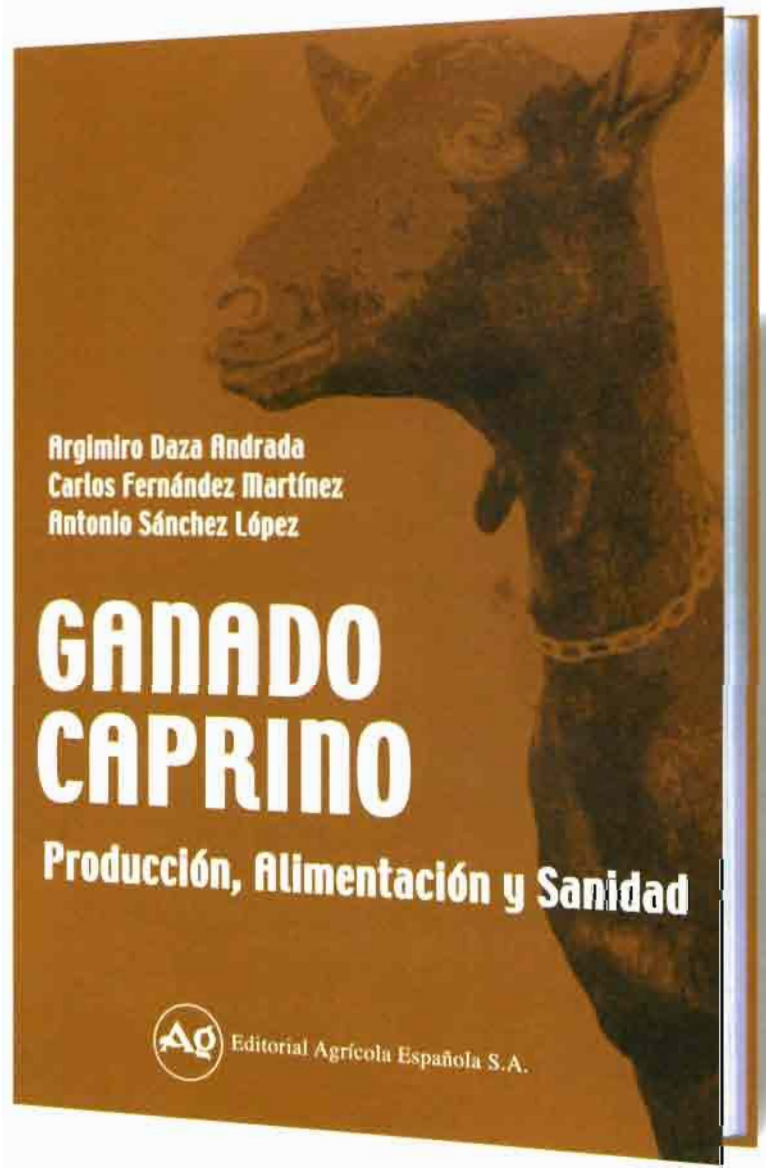
Asesoría de Seguros
- Consultas y revisión de pólizas
- Valoraciones y Peritaciones

Asesoría Medioambientales
- Estudios Medioambientales
- Consultas y proyectos

Asesoría Técnica
- Consultas y proyectos

Tel. 696 766 715
e-mail: astm@wanadoo.es
Apdo. Correos nº 100
28250 Torrelodones (Madrid)

NOVEDAD EDITORIAL



25 €

+ gastos de envío

Reserva YA tu ejemplar

administracion@editorialagricola.com
Tel.: 91 521 16 33

Editorial Agrícola Española S.A.

GANADO CAPRINO
Autores: A. Daza, C. Fernández, A. Sánchez