

Impacto geral da introdução do sistema automatizado de ordenha em propriedades leiteiras

Silvia Villa¹ e Ana Luiza Bachmann Schogor²

Resumo – Os sistemas automatizados de ordenha (AMS) e o monitoramento de comportamento estão ganhando popularidade na cadeia produtiva de leite. A crescente falta de mão de obra, a busca pela melhoria de qualidade, a gestão e a profissionalização das propriedades leiteiras fazem com que constantemente ocorra a modernização dos sistemas de produção, do sistema tradicional de ordenha ao pé, para salas de ordenhas e para a introdução de AMS. O aumento na frequência de ordenha proporciona vantagens à saúde do úbere, pois quando a remoção de contaminantes é feita de modo mais frequente, ela proporciona conforto e melhora o acompanhamento dos casos de mastites. Os AMS e o sistema de gestão do rebanho devem ser devidamente parametrizados e a distribuição da frequência de ordenha deve ser feita conforme a curva de lactação. Os animais no início da lactação devem ser ordenhados com maior frequência do que os que estão em fases intermediárias e em final da lactação. Diversos fatores associados podem interferir na frequência de ordenha, como as instalações, o comportamento do animal e o manejo. Estratégias de alimentação devem ser aplicadas em propriedades que utilizam o AMS com objetivo de atender as necessidades nutricionais das vacas e atuar como motivação para que os animais visitem voluntariamente a ordenha.

Termos para indexação: Bem-estar; Nutrição; Vacas leiteiras.

Overall impact of the introduction of automated milking system in dairy farms

Abstract – The automated milking systems (AMS) and the behavior monitoring are gaining in popularity within the milk production chain. The lack of rural labor, the search for quality improvement and the management and professionalization of dairy properties, means that the modernization of production systems is constantly taking place, from the traditional milking system, to milking parlors and to the introduction of automated milking systems. The increase in milking frequency offers udder health advantages, as the removal of contaminants more frequently, improves comfort and monitoring in cases of mastitis. The AMS and the herd management system must be properly parameterized, such as distribution of milking frequency according to the lactation curve. The animals at the beginning of lactation must be milked more frequently than animals in the middle and at the end of lactation. Several associated factors can interfere with milking frequency, such as facilities, animal behavior and management. Feeding strategies must be applied on farms that have the AMS, with the objective of meeting the nutritional needs of the cows and acting as a motivation for the animals to voluntarily visit the milking.

Index terms: Milking; Welfare; Nutrition; Dairy cows.

Introdução

Sistemas automatizados de ordenha e monitoramento de comportamento estão ganhando popularidade na cadeia produtiva de leite. A crescente falta de mão de obra e a vontade dos produtores de ter melhor qualidade de vida fazem com que constantemente ocorra a modernização dos sistemas de produção, que passam dos sistemas

tradicionais de ordenha para sistemas automatizados de ordenha (AMS) (KING et al., 2017). Trata-se de uma tecnologia inovadora com crescente adesão por produtores de leite, desde os primeiros sistemas que surgiram em 1992 (BACH & CABEIRA, 2017).

Os AMS são integrados a monitores eletrônicos que registram e geram diversos dados que incluem o tempo de ruminação, atividade, produtividade e

saúde, que auxiliam os produtores com informações parcialmente confiáveis ou acionáveis da saúde geral do animal (KING et al., 2017).

Dentre os principais benefícios do AMS para os produtores, destacam-se: redução das necessidades de trabalho; maior flexibilidade de horários; melhoria da saúde dos animais; detecção de alterações de saúde mais rápida; aumento na produtividade de leite (TSE et

Recebido em 02/12/2022. Aceito para publicação em 04/10/2022

DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1205>

¹ Médica veterinária, Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, UDESC Oeste, Chapecó, SC, E-mail: silviavilla_02@hotmail.com

² Zootecnista, Dra. Professora do Departamento de Zootecnia, UDESC Oeste, Chapecó, SC. *Author for correspondence: ana.schogor@udesc.br

al., 2017); além de permitir que as vacas escolham livremente seus próprios horários (JACOBS & SIEGFORD, 2012).

Com a instalação AMS, em média pode ocorrer redução de 20 a 30% no total de mão de obra em contraste com os sistemas de ordenha convencional (DE KONING, 2011). Porém, alguns desafios impedem a adoção dessas tecnologias por parte dos produtores de leite: os programas, por exemplo, são altamente tecnológicos e de difícil entendimento, o que os torna difíceis de serem manuseados (BORCHERS & BEWLEY, 2015). Outros desafios encontrados estão relacionados com adaptação dos animais, a manutenção de uma média de frequência de ordenha constante e questões alimentares (TSE et al., 2017).

Operação e modelos dos AMS

O AMS é um dispositivo automático que utiliza um braço mecânico para realizar todas as tarefas do processo da ordenha de forma autônoma. Incluem-se processos automáticos de entrada e saída dos animais, disponibilização de concentrado durante a ordenha, limpeza do úbere e tetos, colocação e retirada das teteiras, registro de produção, alterações no leite e úbere e desinfecção dos tetos pós-ordenha (DE KONING, 2011). Para o AMS atingir sua total funcionalidade, é preciso realizar o planejamento para cada animal com base em seu estágio de lactação e potencial produtivo. O objetivo é garantir valores máximos de visitas totais de ordenha e de produção de leite por robô por dia.

Os animais são equipados com sensores eletrônicos individuais (coleiras, pedômetros e brincos) que determinam as vias que eles devem seguir para acessar a unidade AMS ou a alimentação. Após a identificação eletrônica, o sistema verifica o horário da última ordenha e direciona o animal conforme o

sistema foi parametrizado. Se a vaca for para a ordenha, ela entra na estrutura do AMS, onde é liberada a alimentação do concentrado e o braço mecânico inicia seu trabalho. O processo de ordenha se inicia pela detecção do úbere e tetos pelo braço mecânico, que pode ser realizada por sistema a *laser*. Posteriormente, ocorre a limpeza dos tetos com jatos de água e ar ou limpeza mecânica com rolos e, por fim, o encaixe das teteiras (KAWASAKI et al., 2008). O desprendimento individual das teteiras ocorre pela diminuição do fluxo de leite, até o acionamento de um produto desinfetante no teto (OHNSTAD et al., 2012). É importante salientar que nem todos os modelos AMS executam a rotina mencionada acima.

Estratégias adotadas no tráfego das vacas podem interferir diretamente na eficiência da ordenha, como também no conforto e bem-estar das vacas (RODENBURG, 2017). Assim, diferentes modelos de fluxo animal podem ser usados em um sistema de AMS: fluxo livre, fluxo guiado, etc. O fluxo livre consiste no livre acesso à estação de ordenha, área de descanso e corredor de alimentação pelos animais. Já o fluxo guiado, onde as instalações possuem portões de sentido único que conduzem o animal a seguir no sentido da área de repouso, ordenha e alimentação ou no sentido da área de repouso, alimentação e ordenha (TREMBLAY et al., 2016).

O AMS pode ser capaz de ordenhar cerca de 70 vacas por dia, em média, valor esse que pode sofrer variações de acordo com o número de ordenhas do rebanho, a produção média de leite e o fluxo de leite (MACULAN & LOPES, 2016). A implementação dessa tecnologia requer altos investimentos. Por isso alguns fatores necessitam ser avaliados criteriosamente para deliberar sua viabilidade econômica. Hyde & Engel (2002) mostraram que investir em AMS pode ser mais lucrativo do que os sistemas de ordenha convencional, basicamente

pela economia de mão de obra e aumento na produção de leite. No entanto, em fazendas de rebanho maiores (por exemplo, cerca de 1.500 vacas em lactação), o sistema convencional de ordenha é mais lucrativo do que o AMS, pela limitação no número de animais ordenhados pelo AMS (SALFER et al. 2017).

Saúde e bem-estar

O sistema AMS permite que o animal transite livremente e tenha livre acesso à ordenha quando sentir necessidade, sem qualquer interferência, aumentando assim seu conforto e bem-estar e trazendo benefícios para sua saúde (HOLLOWAY et al., 2014). Alguns estudos avaliaram os efeitos da ordenha robótica em rebanhos, na saúde do úbere (HOVINEN & PYORALIA, 2014), no manejo, no comportamento, na saúde e no bem-estar das vacas (JACOBS & SIEGFORD, 2012). Ambos demonstraram efeitos positivos para os animais.

Com relação ao gerenciamento de saúde, uma vantagem principal do AMS é a disponibilidade de dados diários de nível de cobertura coletados pelo AMS e pelas tecnologias associadas (KING & DEVRIES, 2018). Os dados fornecidos pelos sistemas de monitoramento têm potencial de serem usados como indicadores precoces de doenças, permitindo com que seja possível entender e melhorar as consequências secundárias à saúde e ao bem-estar (MIGUEL-PACHECO et al., 2014).

Os sistemas permitem que aspectos relacionados à saúde do úbere sejam avaliados, como contagem de células somáticas (CCS), cor e condutividade do leite individualmente por quarto mamário (JACOBS & SIEGFORD, 2012). King & Devries (2018) ressaltam que o aumento na frequência de ordenha proporciona vantagens à saúde do úbere, pois a remoção mais frequente de contaminantes melhora o conforto e per-

mite o acompanhamento dos casos de mastites.

Estratégias adotadas no tráfego das vacas podem interferir diretamente na eficiência da ordenha, como também no conforto e no bem-estar das vacas (RODENBURG, 2017). O tráfego pode ser dividido em dois sistemas: um deles é o tráfego livre, onde os animais trafegam livremente escolhendo quando desejam visitar o robô ou acessar a alimentação; outro é o tráfego guiado, onde as instalações contêm portões de sentido único, que conduzem o animal a seguir no sentido da área de repouso, ordenha e alimentação (TREMBLAY et al., 2016).

O treinamento é um aspecto importante da transição para o AMS e envolve a exposição do animal aos sons e movimentos mecânicos do AMS antes da primeira ordenha (TSE et al., 2018). Estudos realizados por Jacobs & Siegford (2012) mostraram que a introdução de novilhas ao AMS antes do parto tem um efeito positivo nos intervalos de ordenha, frequência de alimentação e produção de leite após o parto, além de minimizar o estresse dos animais.

Produção e frequência de ordenha

Os aspectos fundamentais para tornar o AMS lucrativo consistem na maximização da frequência de ordenhas voluntárias e manutenção de uma frequência constante de ordenha ao longo da lactação dos animais, que se torna um dos maiores desafios no sistema (BACH & CABERA, 2017). O número médio de ordenhas encontrado nos rebanhos é de 2,5 ordenhas/vaca/dia, e pode chegar a 3,2 ordenhas/vaca/dia (DEMING et al., 2013). Na tentativa de diminuir a variação de frequência, foi proposto o uso de rações palatáveis ou o uso de tráfego guiado, de modo a atrair as vacas com maior regularidade

(BACH & CABERA, 2017). Clark et al. (2014) relataram que vacas primíparas visitam com maior frequência o AMS do que vacas múltiparas, atingindo o máximo de visitas durante a lactação em torno 100 dias em leite.

Com a implementação do AMS pode ocorrer um aumento médio de 2% a 25% na produção dos animais (BERNIER- DODIER et al., 2010). Em estudo realizado por Tse et al. (2018) com produtores que adotaram o AMS, foi verificada uma maior produção de leite, mas sem alteração em sua qualidade. Os mesmos autores destacam que o aumento de produção de leite observado com a implementação do AMS pode acontecer em decorrência do aumento no número de ordenhas/dia, podendo aumentar 2,3kg/vaca por dia para cada visita à ordenha adicional.

Um fator-chave é essencial para alcançar uma alta produção no sistema: as vacas de alta produção, ou seja, animais com alta produção e alto fluxo de leite por minuto, devem permanecer por curto espaço de tempo na ordenha (ENDRES & SALFER, 2015). O AMS e o sistema de gerenciamento do rebanho devem ser devidamente parametrizados e a distribuição da frequência de ordenha deve ser feita conforme a curva de lactação. Os animais no início da lactação devem ser ordenhados com maior frequência do que os que estão em fase intermediária e no final da lactação (ENDRES & SALFER, 2015).

Diversos fatores associados podem interferir na frequência de ordenha, como as instalações, o comportamento do animal e o manejo (DEMING et al., 2013). O número de visitas abaixo do esperado ao AMS reflete diretamente em perdas de produção de leite e aumento no risco de casos de mastites (BACH & CABRERA, 2017). Para Barkema et al. (2015), a inexperiência dos animais com o AMS pode refletir negativamente na frequência de visitas. Condições relacionadas ao animal – principalmente

o estado de saúde, produção de leite, ordem de parição e estágio de lactação – repercutem no número de ordenhas diárias (BACH & CABRERA, 2017).

Alimentação

Estratégias de alimentação são aplicadas em propriedades que utilizam o AMS com objetivo de atender as necessidades nutricionais das vacas e atuar como motivação para que as vacas visitem voluntariamente a ordenha (RODENBURG, 2017). Em rebanhos convencionais os nutrientes são ofertados na ração mista total (TMR), porém, em rebanhos equipados com AMS, uma parcela dos nutrientes é ofertada durante o ato da ordenha com concentrado desenvolvido principalmente para atrair o animal, além de uma ração mista parcial (PMR) ofertada no comedouro de alimentação (BACH & CABRERA, 2017). A vantagem do AMS em relação ao fornecimento desse concentrado advém do fato de que no AMS a ração pode ser exclusiva para cada vaca, permitindo assim uma alimentação mais precisa em relação a sua exigência nutricional (BACH & CABRERA, 2017).

Oferecer maiores quantidades de concentrado no AMS cria oportunidade de gerar visitas voluntárias, aumentando teoricamente a produção e diminuindo a busca (SCHWANKE et al., 2019). No entanto, vários desafios foram observados, no fornecimento de altos níveis de concentrado no AMS, conforme descrito por Hare et al. (2018). Fatores como tamanho máximo da refeição AMS e frequência de ordenha não garantem maior entrega ou consumo de concentrado simplesmente pelo aumento da quantidade programada (SCHAWANKE et al., 2019). Estudos anteriores mostraram que aumentar a quantidade de concentrado no AMS nem sempre tem o sucesso como esperado. Em seu estudo, Bach et al. (2007), por exemplo, ofertaram de 3,0 ou 8,0kg/dia de con-

centrado; todavia, apenas 2,6 e 6,8kg de concentrado foram consumidos. Outro fator que interfere no consumo de concentrado em altas quantidades é em relação ao tempo necessário para ingestão e o tempo de ordenha.

As vacas normalmente consomem TMR e PMR a uma taxa que varia entre 50 e 150g min⁻¹ e concentrados (*pellets*) entre 250 e 400g min⁻¹ (DEVRIES et al., 2011). Considerando um tempo médio gasto na AMS por ordenha de cerca de 7 minutos, as vacas poderiam consumir, no máximo, 2,8kg de concentrado por ordenha (CASTRO et al., 2012). O tempo limitado que os animais permanecem na ordenha restringe a quantidade de concentrado fornecida durante o processo (BACH & CABRERA, 2017). Assim, geralmente não se recomenda ofertar mais do que 2,5kg de concentrado por visita ao AMS.

Em relação à forma física do concentrado oferecido na AMS, a forma de *pellet* é preferível à de farelo (BACH & CABRERA, 2017). Outro aspecto a considerar é o fornecimento de minerais e vitaminas no AMS; normalmente esses componentes são considerados de baixa aceitabilidade pelas vacas e a maioria dos produtores os exclui do concentrado para o AMS, sendo fornecidos apenas por meio do PMR (BACH & CABRERA, 2017).

Entender como as vacas ajustam seu comportamento alimentar de PMR é importante para o manejo alimentar em AMS. Hare et al. (2018) e Menajovsky et al. (2018) relataram que aumentar a quantidade de concentrado no AMS reduz o consumo de PMR e altera o comportamento de seleção, a taxa de alimentação e o tamanho da refeição. Menajovsky et al. (2018) também observaram menores durações diárias de alimentação (min/d) para vacas alimentadas com maior quantidade de concentrado na AMS. No entanto, nenhuma outra diferença nos comportamentos

alimentares dos PMR foi observada (MENAJOVSKY et al., 2018).

Uma oportunidade interessante para maximizar os retornos de um AMS é o uso de uma combinação de alimentos (milho e farelo de soja) e distribuí-los para as vacas em diferentes proporções e quantidades, conforme a produção de leite, o peso vivo, o estágio de lactação e até mesmo os componentes do leite em alguns sistemas (BACH & CABRERA, 2017). No entanto, há uma advertência potencial ao usar tecnologias de alimentação de precisão em um AMS, visto que a vaca é identificada e recebe a quantidade calculada de ração: ao final da ordenha qualquer proporção não consumida é descartada ou consumida por outra vaca (BACH & CABRERA, 2017). A alimentação representa 50 a 70% de todos os custos na produção de leite (BOZIC et al., 2012). Portanto, aumentar a eficiência alimentar tem um grande efeito na lucratividade.

Considerações finais

O crescimento constante da cadeia produtiva de leite vem desafiando produtores a aumentarem as tecnologias em suas propriedades. Os sistemas de automatização de ordenha e de monitoramento de comportamento dos animais estão ganhando popularidade na cadeia produtiva de leite, pois diversos são os benefícios gerados aos animais e também ao produtor rural. Sabemos que implementar um sistema robotizado não é coisa fácil a ser efetuada, mas se bem avaliado e controlado os resultados mostram melhora na eficiência de produção. A alimentação aliada à produção de leite são os fatores mais importantes dentro de uma propriedade rural. Portanto, identificar a exigência nutricional exata de um animal e oferecer a correta dieta mostra que a eficiência de produção irá aumentar e consequentemente os custos para produção de leite podem também ser alterados.

Referências

- BACH, A.; CABRERA, V. Robotic milking: Feeding strategies and economic returns. **Journal of Dairy Science**, v.100, n.9, 2017. DOI: <http://www.doi.org/10.3168/jds.2016-11694>.
- BARKEMA, H.W.; VON KEYSERLINGK, M.A.G.; KASTELIC, J.P.; LAM, J.P.; LUBY, C.; ROY, J.-P.; LeBLANC, S.J.; KEEFE, G.P.; KELTON, D.F. Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. **Journal of Dairy Science**, v.98, n.11, p.7426-7445, 2015.
- BERNIER-DODIER, P.; DELBECCHI, L.; WAGNER, G.F.; TALBOT, B.G.; LACASSE, P. Effect of milking frequency on lactation persistency and mammary gland remodeling in mid-lactation cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.555-564, 2015.
- BORCHERS, M.R.; J.M. BEWLEY. An assessment of producer precision dairy farming technology use, prepurchase considerations, and usefulness. **Journal of Dairy Science**, v.98, p.4198-4205, DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.201-8963>, 2015.
- BOZIC, M.; NEWTON, L.; THRAEN, C.S.; GOULD, B.W. Mean reversion in income over feed cost margins: Evidence and implications for managing margin risk by US dairy producers. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.7417-7428, 2012.
- CASTRO, A.; PEREIRA, J.M.; AMIAMA, C.; BUENO, J. Estimating efficiency in automatic milking systems. **Journal of Dairy Science**, v.95, n.2, p.929-936, 2012.
- CLARK, C. E.; KWINTEN, N.B.; Van GASTEL, D.A.; KERRISK, K. L.; LYONS, N.A.; GARCIA, S.C. Differences in voluntary cow traffic between Holstein and Illawarra breeds of dairy cattle in a pasture-based automatic milking system. **Journal of Animal Sciences**, v.27, n.4, p.587, 2014.
- DE KONING, K. Automatic milking: Common practice on over 10,000 dairy farms worldwi-

- de. **Proceedings of the Dairy Research Foundation Symposium**, v.59, p.14-31, 2011.
- DEMING, J.A.; BERGERON, R.; LESLIE, K.E.; DeVRIES, T.J. Associations of housing, management, milking activity, and standing and lying behavior of dairy cows milked in automatic systems. **Journal of Dairy Science**, v.96, n.1, p.344-351, 2013.
- DeVRIES, T.J.; HOLTSHAUSEN, L.; OBA, M.; BEAUCHEMIN, K.A. Effect of parity and stage of lactation on feed sorting behavior of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.4039-4045, 2011. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.201-426>
- ENDRES, M. I.; SALFER, J. A. An evaluation of automated milking systems in the Midwestern United States. **Journal of Dairy Science**, v.2, n.98, 2015. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-0302\(20\)30760-8](https://doi.org/10.1016/S0022-0302(20)30760-8)
- HARE, K.;DEVRIES, T.J.; SCHWARTKOPF-GENSWEIN, K. S.; PENNER; G.B. Does the location of concentrate provision affect voluntary visits, and milk component yield for cows in an automated milking system. **Canadian Journal of Animal Science**, v.98, p.399-404, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjas-0123>
- HYDE, J.; ENGEL, P. Investing in a robot milking system: a simulation analysis of Monte Carlo. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.9, p.2207-2214, 2022. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74300-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74300-2)
- HOLLOWAY, L.; BEAR, C.; WILKINSON, K. Recapturing bovine life: Robot-cow relationships, freedom and control in dairy farming. **Journal of Rural Studies**, v.33, 2014.
- HOVINEN, M.; PYORALA, S. Invited review: Udder health of dairy cows in automatic milking. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 547-562, 2011.
- JACOBS, J.A.; J. M. SIEGFORD. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.2227-2247, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4943>
- KAWASAKI, M.; KAWAMURA, S.; TSUKAHARA, M.; MORITA, S.; KOMIYA, M.; NATSUGA, M. Near-infrared spectroscopic sensing system for on-line milk quality assessment in a milking robo. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.63, p.22-27, 2008.
- KING, M.T.M.T.; LEBLANC, S.J.; PAIOR, E.A.; DeVries, T.J. Cow-level associations of lameness, behavior, and milk yield of cows milked in automated systems. **Journal of Dairy Science**, v.100, p. 4818-4828, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12281>
- KING, M.T.M.; DEVRIES, T.J. Graduate Student Literature Review: Detecting health disorders using data from automatic milking systems and associated technologies. **Journal of Science**, v.101, p.8605-8614, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14521>
- MACULAN, R.; LOPES, M. A. Ordenha robotizada de vacas leiteiras: uma revisão. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, p. 80-87, 2016. DOI: <https://doi.org/10.17523/bia.v73n1p80>
- MENAJOVSKY, S.B.; WALPOLE, C.E.; DEVRIES, T.J.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; WALPOLE, M.E.; PENNER, G.B. The effect of the forage-to-concentrate ratio of the partial mixed ration (PMR) and the quantity of concentrate in an automatic milking system (AMS) for lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.101, p.9941-9953, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14665>
- MIGUEL-PACHECO, G.G.; KALER, J.; REMNANT, J.; CHEYNE, L.; ABBOTT, C.; FRENCH, A.P.; PRIDMORE, T.P.; HUXLEY, J.N. Behavioural changes in dairy cows with lameness in an automatic milking system. **Applied Animal Behaviour Science**, v.150, p.1-8, 2014.
- OHNSTAD, I.; OLDE-RIEKERINK, R.G.; HOGWERF, P.; De KONING, C.A.; BARKEMA, H.W. Short communication: effect of automatic post milking teat disinfection and cluster flushing on the milking work routine. **Journal of Dairy Science**, v.95, p.2567-2570, 2012.
- RODENBURG, J. Robotic milking: Technology, farm design, and effects on work flow. **Journal of Dairy Science**, v.100, n.9, p.7729-7738, 2017.
- SALFER, J. A.; SALFER, J.A.; MINEGISHI, K.; LAZARUS, W.; BERNING, E.; ENDRES, M. I. Finances and returns for robotic dairies. **Journal of Dairy Science**, v.100, p.7739-7749, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11976>
- SCHWANKE, A. J.; DANCY, K.M.; DIDRY, T.; PENNER, G. B.; DeVRIES, T. J. Effects of concentrate location on the behavior and production of dairy cows milked in a free-traffic automated milking system. **Journal Dairy Science**, v.102, n.11, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16756>
- TREMBLAY, M.; HESS, J.P. ; CHRISTENSON, B.M.; MCINTYRE, K.K.; SMINK, B. ; Van Der KAMP, A.J. ; JONG, L.G. ; DÖPFER, D. Factors associated with increased milk production for automatic milking systems. **Journal Dairy Science**, v.99, n.5, p.3824-3837. DOI: <https://doi.org/10.3168/JDS.2015-10152>, 2016.
- TSE, C. ; BARKEMA, H.W. ; DeVRIES, T.J.; RUSHEN, J.; PAJOR, E.A. Effect of transitioning to automatic milking systems on producers' perceptions of farm management and cow health in the Canadian dairy industry. **Journal of Dairy Science**, v.100, p.2404-2414. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds-11521>, 2017.
- TSE, C.; BARKEMA, H.W.; DeVRIES, T.J.; RUSHEN, J.; PAJOR, E.A. Impact of automatic milking systems on dairy cattle producers' reports of milking labour management, milk production and milk quality. **Cambridge University Press**, v.12, n.12, p.2649-2656, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731118000654>