



Atualidades nos efeitos do fotoperíodo em leitoas de reposição e os impactos na performance reprodutiva

Updates on the effects of photoperiod on replacement gilts and the impacts on reproductive performance

Lídia Sbaraini Arend¹

¹University of Illinois at Urbana Champaign (UIUC), Urbana, Illinois, USA

Resumo

A mudança de luminosidade claramente possui um grande impacto no ciclo reprodutivo em diferentes espécies, principalmente espécies reprodutoras sazonais. Apesar de o suíno doméstico ser capaz de se reproduzir com sucesso no decorrer do ano, os efeitos da sazonalidade têm sido estudado por diversos anos visto que, ainda hoje, existem reduções de taxas reprodutivas em leitoas e porcas, principalmente nas épocas de verão e outono. Além dos efeitos do estresse por calor que acometem granjas durante o verão, efeitos do fotoperíodo podem ser identificados em dinâmicas hormonais, e alguns resultados de desempenho dependendo das estações do ano. Há indícios que o fotoperíodo em associação com o estresse causado pelas altas temperaturas do ambiente sejam as principais causas do processo de infertilidade sazonal em suínos. Estudos mais recentes demonstram efeitos negativos na fertilidade de leitoas e primíparas quando expostas a ambientes com baixa luminosidade durante o período de cobertura. Apesar de ainda existir grande espaço para mais investigações a respeito dos efeitos de duração e intensidade do fotoperíodo artificial e para melhorias em termos de ambiência, os órgãos responsáveis pela regulamentação de animais de produção sugerem uma intensidade e tempo mínimo de exposição à iluminação artificial para os suínos em confinamento.

Palavras-chave: Fotoperíodo, leitoas, reprodução, infertilidade sazonal

Abstract

The changes in photoperiod clearly impact the reproductive cycle in different species, especially in seasonal breeders. Although the domestic pig can successfully reproduce throughout the year, the seasonal effects have been studied for years, and still today, reduction in reproductive rates exist in gilts and sows, mainly during summer and fall periods. Besides the high temperatures during summer causing detrimental effects due to heat stress in swine, changes in photoperiod effects can be identified by hormonal changes and performance results depending on the season. There is evidence of photoperiod associated with heat stress being the leading causes of seasonal infertility in swine. Recent studies demonstrate adverse effects on gilts and primiparous sows fertility when exposed to an environment with low lighting intensity during the breeding period. Although further investigation on the effects of intensity and duration of artificial photoperiod and improvements in terms of ambient is still needed, the guidelines and regulations for animal production suggest a minimum exposure of artificial light intensity and duration for confined swine.

Key words: Photoperiod, gilts, reproduction, seasonal infertility

Introdução

Os problemas relacionados com a sazonalidade estão associados com os efeitos individuais ou combinados de mudança de fotoperíodo e estresse por calor. O estresse por calor tem sido mais profundamente estudado em suínos, enquanto respostas sobre os efeitos do fotoperíodo nessa espécie parecem ser mais complexas e, muitas vezes, de difícil compreensão. Ainda, especula-se que a combinação de ambos seja a resposta legítima. A infertilidade sazonal parece originar-se, ao menos em parte, na mudança sazonal da duração de produção e de liberação de melatonina pela glândula pineal (Vasanth, 2016). Este hormônio é minimamente secretado durante o verão devido aos longos períodos

¹Correspondência: sbarainiarend@gmail.com

Recebido: 24 de outubro de 2021

Aceito: 29 de novembro de 2021



de luz e, no outono, com a diminuição do regime natural de luz, o aumento de melatonina ocorre gradativamente.

Diferentemente de espécies caracterizadas como reprodutores estacionais, que procriam sazonalmente de acordo com a mudança e a duração do fotoperíodo e das temperaturas mais ou menos amenas, o suíno doméstico é considerado um animal de reprodução não sazonal. Apesar disso, é possível que ocorra uma herança genética oriunda dos ancestrais, uma espécie naturalmente sazonal, os suínos selvagens europeus (Mauget, 1982; Mauget, 1985). O suíno doméstico é capaz de perceber as diferenças em fotoperíodo e, segundo alguns estudos, baixos níveis de iluminação podem acarretar na diminuição da fertilidade.

Os efeitos da mudança de fotoperíodo durante estações específicas do ano, causando atraso à puberdade em leitoas, é de importante impacto no planejamento de entrada e saída de animais da granja, como também na longevidade das fêmeas no plantel. Leitoas que iniciam a puberdade mais jovens são inseminadas mais cedo e possuem menores números de dias não produtivos, o que também aumenta sua produtividade em vida (Koketsu et al., 2017). Já as leitoas que enfrentam atraso em seu primeiro cio, acarretam em aumento na idade da primeira inseminação, podendo assim comprometer o fluxo e a produtividade das granjas, visto que a idade à puberdade é geralmente associada com o aumento das taxas de retenção no plantel e, por consequência, melhoria na longevidade das fêmeas (Roongsitthichai et al., 2013). O principal motivo do descarte de grande parte das leitoas está relacionado à falhas reprodutivas, mais especificamente, leitoas que resultaram em atraso à puberdade ou anestro. Os efeitos negativos de leitoas mais velhas à puberdade podem também estar relacionados ao fato de que leitoas mais velhas serão possivelmente fêmeas inseminadas com excesso de peso, o que prejudica o desempenho da fêmea durante o período de gestação, durante o parto e sua longevidade (Roongsitthichai et al., 2013). É importante que fundamentos básicos no manejo de leitoas sejam colocados em prática para melhoramento na eficiência produtiva dos plantéis.

Sabe-se que existe uma grande variabilidade na ambiência onde as leitoas são recebidas e alojadas durante sua preparação para a puberdade, tanto dentro quanto fora de granjas comerciais. Investigações para recomendações mais precisas a respeito de fotoperíodo em granjas e principalmente para fêmeas jovens torna-se essencial. Apesar de uma grande proporção de plantéis manter altos níveis de fertilidade durante o ano inteiro, sabe-se que um percentual dos plantéis sofre infertilidade e que baixos níveis de iluminação podem resultar em diminuição da fertilidade.

Fotoperíodo, sazonalidade e reprodução

O fotoperíodo é definido como a duração do período de luz de um determinado ambiente ou local, representando o comprimento do dia e que leva a exposição alternada de luminosidade e escuro de cada organismo ao passar dos dias (Dahl et al., 2011). Fisiologicamente, a duração de tempo de exposição à luz e escuro afeta o sistema endócrino de diferentes espécies e, conseqüentemente, as mudanças de fotoperíodo que ocorrem durante os dias, meses e durante o ano, modificam as funções relacionadas com o crescimento e reprodução dos animais (Dahl et al., 2011). A percepção do fotoperíodo ocorre mediante uma série de fatores. Primeiramente, a luz é capturada pela camada mais profunda do globo ocular, a retina e, por meio de transdução, a luminosidade percebida pelo núcleo supraquiasmático (NSQ) do hipotálamo e, então, a informação é enviada para a glândula pineal. Esta pequena glândula endócrina localizada próxima ao hipotálamo por consequência age alterando a síntese e liberação do hormônio melatonina que, como resultado, modula o eixo hipotalâmico-hipofisário em diversos sistemas endócrinos, inclusive o sistema reprodutivo e a função ovariana em diferentes espécies animais.

Já é estabelecido que os animais vertebrados, inclusive mamíferos (Tosini and Menaker, 1996, 1998), possuem a capacidade de distinguir mudanças do ambiente externo (intensidade e mudanças de luz e fotoperíodo) por meio dos olhos (Simonneaux and Ribelayga, 2003), também conhecido como o relógio circadiano. Este oscilador circadiano regula o ciclo de claridade e escuro através da síntese de melatonina mediante a despolarização de células ganglionares após a fotoestimulação e transmissão de sinais neurais via trato retino-hipotalâmico para o NSQ do hipotálamo (Vasanth, 2016). Assim, o sinal polissináptico é transmitido do NSQ para os gânglios cervicais superiores. Estes inervam a glândula pineal por intermédio dos nervos simpáticos para produção de melatonina. A biossíntese de melatonina inicia com a assimilação de triptofano proveniente da circulação (Melmed and Conn, 2007), seguida da conversão deste para 5-hidroxi-triptofano por meio da enzima triptofano-5-hidroxilase, que então é convertida para



serotonina pela 5-HTF-descarboxilase. A serotonina é então transformada em N-Acetil-Serotonina (NAS) pela N-acetiltransferase (NAT) (Vasanth, 2016). Mediante a metilação do NAS pela Hidroxindol-metiltransferase forma-se a melatonina (N-acetil-5-metoxitriptamina) (Aleandri et al., 1996; Dubocovich and Markowska, 2005). A produção desse hormônio ocorre durante o período escuro e é secretado na circulação sanguínea regulado pelo crepúsculo e alvorecer (Zhdanova and Wurtman, 2005). A liberação da melatonina permite que ela se ligue às células e tecidos para então codificar o ritmo circadiano (Reiter, 1991). Outros órgãos como o trato reprodutivo, o trato gastrointestinal, e a pele, também são capazes de produzir melatonina, porém sua função ainda não é totalmente elucidada e parece ser mais uma ação local (Acuna-Castroviejo et al., 2014).

A secreção para a circulação inicia ao crepúsculo ou ao desligar das luzes com concentrações plasmáticas, chegando a seu pico na metade da duração da escuridão (Reiter, 1991; Aleandri et al., 1996). Ao amanhecer, a exposição subsequente à luz inibe a produção e secreção de melatonina. Estudos em suínos domésticos demonstram um aumento nos níveis de melatonina de duas a cinco vezes durante o período de escuro comparado ao período de luminosidade (Paterson and Foldes, 1994; Andersson, 2001). Porém, alguns estudos indicam baixos níveis ou nenhuma mudança nos níveis sanguíneos deste hormônio em leitoas pré-púberes quando mantidas em curto fotoperíodo ou submetidas a mudanças abruptas de luminosidade (Diekman et al., 1992), ou encontram-se grandes variações na amplitude nos níveis de melatonina noturna entre diferentes leitoas (Arend et al., 2019). Além disso, quando o suíno é comparado a outras espécies de mamíferos, percebe-se que a concentração de melatonina é menor, apesar de acreditar-se que mesmo pequenos aumentos durante a escuridão sejam suficientes para alterar respostas reprodutivas sazonais (Andersson, 2001). As mudanças de estações do ano refletem na duração de secreção de melatonina, visto que o período do inverno reflete em maior duração de escuridão e, consequentemente, em uma maior secreção de melatonina.

A domesticação de animais de produção trouxe complexidade para os padrões reprodutivos, especialmente com a seleção animal focada no aumento da fertilidade tanto em taxas reprodutivas, quanto em frequência reprodutiva no decorrer do ano. Em determinadas espécies das quais a domesticação e seleção tiveram como objetivo principal a reprodução, os intensos padrões de sazonalidade ainda podem predominar. A mudança de manejo dos animais para confinamento e para um fotoperíodo artificial com diferentes intensidades de luz comparados ao regime de luz natural, quando animais não estão em confinamento, também demandou adaptações. Pesquisas consideráveis estão disponíveis sobre os efeitos da sazonalidade em fertilidade na atividade cíclica, expressão de cio, ovulação, atividade espermatogênica, e comportamento sexual em diversos mamíferos sazonais (Chemineau et al., 2008).

Cada espécie evoluiu em seu próprio sistema fisiológico para controle da reprodução, com adaptação de acordo com a duração da gestação e lactação, buscando a continuação da espécie. O efeito do fotoperíodo em diferentes estações do ano altera a fertilidade através do sistema endócrino em inúmeras categorias de animais de produção, como os clássicos reprodutores sazonais (ovino, caprino e equino, Tab. 1) (Rosa and Bryant, 2003; Williams et al., 2012). Estes são férteis em determinado período do ano, e com intenção natural de maximizar as taxas de sobrevivência da prole baseado em um clima favorável, a disponibilidade de nutrientes, lactação e ao crescimento da prole concebem seus filhotes na primavera (Chemineau et al., 2007; Nelson et al., 2010). Diferentemente, animais não sazonais não se limitam a somente um período reprodutivo durante o ano, mas são capazes de ter múltiplos ciclos reprodutivos independente da estação, como o caso do suíno doméstico e do bovino (Tab. 1) (Dawson et al., 2001; Chemineau et al., 2007; Vasanth, 2016). Especula-se que tanto os animais de produção sazonais, como os não sazonais compartilhem de uma iniciação fisiológica muito similar de percepção de fotoperíodo para regulação dos padrões do ciclo circadiano mediante hormônios regulatórios, como a melatonina. Porém, somente os reprodutores sazonais demonstram claramente as ações da melatonina como um dos reguladores chave do eixo hipotalâmico hipofisário e um efeito claro na fertilidade ao decorrer das estações do ano.

A infertilidade e a redução da produtividade em animais de produção não sazonais são evidentes e podem ser associadas ao estresse por calor durante o verão e mudanças no fotoperíodo no verão e outono. Acredita-se que exista uma interação complexa entre estes múltiplos fatores acarretando que os suínos sejam animais suscetíveis a esses efeitos (Auvigne et al., 2010; Bertoldo et al., 2012; De Rensis et al., 2017). Alguns estudos mais antigos sugerem que as mudanças no fotoperíodo durante o verão e outono seja a principal causa dos efeitos sazonais em suínos e, há ainda a hipótese de vestígios genéticos do suíno doméstico atual com o suíno selvagem Europeu, que em sua



essência é um animal sazonal que cicla uma vez ao ano em dias curtos (Mauget, 1985; Love et al., 1993; Peltoniemi and Virolainen, 2006).

Tabela 1. Animais reprodutores sazonais e não sazonais de acordo com o aumento ou diminuição de horas de luz (fotoperíodo)

Reprodutores sazonais de dias curtos¹	Reprodutores sazonais de dias longos²	Reprodutores não sazonais
Ovinos	Equinos	Suíno
Caprinos		Bovino
Suíno selvagem europeu		

¹Em resposta a diminuição do número de horas de luz há o aumento de melatonina que estimula a secreção de GnRH por meio do hipotálamo.

²Em resposta ao aumento do número de horas de luz há diminuição de melatonina que estimula a secreção de GnRH por meio do hipotálamo.

Sazonalidade em suínos

O suíno selvagem europeu é um reprodutor sazonal que procria em períodos de outono-inverno (dias curtos), gesta durante o período do inverno e concebe os leitões na primavera, época em que há maior disponibilidade de alimento, as condições climáticas estão mais amenas, aumentando as chances de sobrevivência da leitegada enquanto as fêmeas encontram-se em anestro lactacional durante o verão e início do outono (Peltoniemi et al., 1999; Auvigne et al., 2010; Iida and Koketsu, 2013). No suíno selvagem europeu, porcas produzem uma, ou raramente duas leitegadas por ano (Tast et al., 2001a). Durante o mesmo período de verão em que a fêmea do suíno europeu encontra-se em anestro, o cachaço europeu na vida selvagem demonstra diminuição nos níveis de testosterona e circunferência testicular (Mauget, 1982).

A domesticação do suíno inicialmente teve como foco a seleção de raças prolíficas de suínos que possuíam eficiência na produção de carne em fazendas não confinadas, abertas no campo. Porém, com a mudança para granjas em sistemas de confinamento, a reprodução e a produção de suínos durante o ano inteiro tornou-se prioridade (Tast et al., 2001a). Apesar de o suíno doméstico moderno ser poliétrico anual, inúmeras granjas reportam baixa fertilidade nos períodos do verão e início do outono, comumente chamada de infertilidade sazonal. Os principais sinais de subfertilidade neste período são o atraso à puberdade em leitoas, intervalo entre o desmame e o estro prolongado (> 7 dias) e redução das taxas de parto. Muitas das modernas raças de suínos domésticos utilizados na linhagem materna e de terminação incluem raças populares como Landrace, Large white, Duroc, Hampshire e Pietran. Apesar desta mudança ter ocorrido com sucesso, reduções nas taxas reprodutivas durante o verão e no início do outono ocorrem mundialmente no suíno doméstico de produção (Peltoniemi et al., 2000; Tast et al., 2002; Auvigne et al., 2010; Bertoldo et al., 2011). Não somente as porcas, mas os cachaços modernos também apresentam certos problemas na fertilidade, com diminuição da libido, da síntese de esteroides e da contagem espermática durante o verão comparado com o inverno (Knecht et al., 2013; Pinart and Puigmulé, 2013; Savi and Petrovi, 2015).

Os efeitos do verão e do início do outono também são responsáveis pelo comprometimento das fases foliculares e luteais, em leitoas e porcas (Auvigne et al., 2010; Bertoldo et al., 2010). Há evidências que demonstram diminuição nas taxas de prenhez devido a diminuição de níveis do hormônio progesterona durante a gestação (Love et al., 1993), mais precisamente pela diminuição da função do corpo lúteo (CL). Segundo Bertoldo et al. (2012), a redução do fotoperíodo altera a síntese secreção de melatonina, que age no hipotálamo reduzindo a liberação de GnRH e consequentemente reduzindo a liberação de LH, afetando a função do CL. Assim, a falta de níveis suficientes de progesterona leva a redução do crescimento e desenvolvimento dos embriões e prejudica o reconhecimento e manutenção da gestação. Em alguns casos, as taxas demonstram declínio de 10% até 50% no início e no final do outono, respectivamente, comparados com outras estações do ano (Peltoniemi et al., 2000).

Efeitos sazonais na leitoa de reposição

Por muitos anos a infertilidade sazonal em leitoas de reposição tem sido documentada



(Peltoniemi and Virolainen, 2006; Iida and Koketsu, 2013; De Rensis et al., 2017). Análises de performances de granjas consideradas normais e de alta performance no Japão, Austrália, Finlândia e Estados Unidos mostram efeitos sazonais no desempenho de porcas e leitoas em diferentes granjas (Love et al., 1993; Tast et al., 2002; Bertoldo et al., 2010; Iida and Koketsu, 2013; Knox et al., 2013).

Em fêmeas jovens os problemas de infertilidade sazonal caracterizam-se por atraso à puberdade, altas taxas de retorno ao estro após inseminação e perdas gestacionais. A iniciação à puberdade é um momento de grande importância, pois a idade de entrada a puberdade é associada a longevidade das fêmeas nos plantéis, então o atraso a essa iniciação está relacionado com a redução de longevidade destas fêmeas no sistema de produção de suínos. (Koketsu et al., 1999). A baixa fertilidade de leitoas durante o verão e outono possui importantes implicações, visto que as taxas de descarte de porcas variam entre 31 e 66% anualmente (PigChamp, 2020). As leitoas devem substituir as fêmeas destinadas ao descarte para a manutenção do ciclo produtivo da granja (Houska, 2009) e também aumentar o ganho genético do plantel. A pesquisa demonstra que a otimização do manejo de leitoas para melhoramento da eficiência é essencial e o foco deve ser no período da chegada das leitoas à granja até o momento da entrada dos animais nos grupos de cobertura para a primeira inseminação (Bortolozzo et al., 2009). Essa primeira etapa de dois a seis meses muito provavelmente passará por períodos de elevações de temperaturas e mudanças no fotoperíodo, o que consequentemente pode impactar na fertilidade dessas leitoas.

Compreender e aperfeiçoar as condições críticas do ambiente relacionadas a luminosidade e temperatura onde os animais são alojados, crescendo e desenvolvendo a capacidade reprodutiva, especialmente durante os períodos de verão e outono, pode favorecer o início do ciclo estral. Com isso, possibilitando a cobertura em uma idade e peso adequado para esta categoria animal e, consequentemente, reduzindo os dias não produtivos (Vargas et al., 2009) e estendendo o período de produção desses animais (Bortolozzo et al., 2009; Saito et al., 2011).

Suplementação complementar de fotoperíodo

O uso de diferentes regimes de luz para prevenção da infertilidade sazonal em suínos tem sido um importante debate ainda com respostas inconclusivas. Em animais de reprodução sazonal, como ovinos e equinos, empregar diferentes regimes de luz gera resultados que demonstram ao menos uma melhoria parcial da fertilidade (Thimonier, 1981; Scraba and Ginther, 1985; Chemineau et al., 1992). Porém, em animais não-sazonais como o suíno, os resultados nem sempre mostram-se tão efetivos (Diekman and Hoagland, 1983; Tast et al., 2001b; Canaday et al., 2013). Estudos feitos com leitoas de reposição demonstraram que o uso artificial de luz pode colaborar com resultados reprodutivos nessa categoria, e com isso, corrobora com evidências sobre o fotoperíodo ser um dos principais fatores na iniciação da puberdade. O uso de luz artificial requer que os animais estejam alojados em confinamento para maior controle da duração e intensidade da luz. Além disso, a resposta aos diferentes regimes de luz pode necessitar dias (Tast et al., 2001b), semanas (Griffith and Minton, 1992), ou meses (McConnell and Ellendorff, 1987) para gerar um efeito concreto no ritmo circadiano.

Sabe-se que os níveis de melatonina endógenos de acordo com a mudança de luminosidade são controversos, apesar de haver grande diferença em termos de concentrações plasmáticas entre os indivíduos e idade de suínos (Diekman et al., 1992; Paterson and Foldes, 1994; Andersson, 2001; Arend et al., 2019). Estudos com leitoas demonstraram um aumento significativo em concentrações plasmáticas de melatonina endógenas duas horas após o escuro e os níveis mantiveram-se elevados por aproximadamente 2 a 8 horas. Após este período, houve diminuição até atingir um nível basal, com os animais já expostos à luminosidade (Paterson et al., 1992). Enquanto a mudança de luminosidade pode demorar para influenciar e surtir efeito no ciclo circadiano dos animais, a melatonina fornecida por via exógena poderia ser uma alternativa para induzir respostas mais eficientemente. Alguns estudos demonstram redução em 10 a 30 dias na idade de leitoas a puberdade, independente da época do ano que melatonina via exógena foi fornecida (Diekman et al., 1991). Porém, estudos mais recentes não demonstram efeito algum alimentando leitoas com melatonina ou ainda, foi responsável por efeitos deletérios, como o de atraso ao cio porcas primíparas após o desmame (Arend et al., 2019). O sucesso no uso exógeno de melatonina seja por implante, via oral ou através da estimulação endógena com uso de fotoperíodo artificial, foi demonstrado em animais de produção sazonais.

Apesar de alguns estudos não encontrarem grandes efeitos entre diferentes regimes de fotoperíodo na resposta reprodutiva de leitoas, de acordo com Iida and Koketsu (2013), a cada 1 hora de diminuição do fotoperíodo entre os 90 e 150 dias de idade das leitoas, houve um aumento de 1 a 3 dias na



média de idade à primeira inseminação. Ainda, a diminuição do fotoperíodo foi associada com atraso na idade média de leitoas inseminadas. Os resultados desse estudo sugerem que um período longo e controlado de luz (15h, por exemplo) deveria ser implementado durante a preparação das leitoas pré púberes até o primeiro estro. Este estudo ainda demonstrou que ao aumentar o regime de luz de 9 para 15 h, houve diminuição na média de idade da primeira inseminação, principalmente em fazendas de alto desempenho. Outro estudo demonstrou que o aumento de uma hora no fotoperíodo natural de quatro granjas de confinamento durante um período de 30 dias pré puberdade das leitoas, resultou em diminuição de três dias na idade à puberdade (Tummaruk, 2012).

Estudos recentes em granjas comerciais nos Estados Unidos demonstraram redução em 8% e 15% na taxa de concepção de leitoas e primíparas que foram expostas a intensidade de luz menor ou igual a 45 lux durante o período de cobertura (Arend et al., 2019). Este estudo também demonstrou grandes diferenças entre distintas localizações dentro de uma mesma granja comercial, variando entre 55 e 235 lux, dependendo se os animais estavam alojados em uma área próxima ou distante das janelas, ou se estavam na região de cobertura ou de gestação (Tab. 2). Em outro estudo utilizando quartos climatizados com controle de luminosidade e temperatura, leitoas pré púberes foram submetidas a diferentes durações de exposição à luz (8h, 16h e 24 h) durante um total de 13 dias, o que resultou em uma leve diferença no intervalo entre a aplicação de gonadotrofina exógena após seis dias de alojamento e o estro (Arend and Knox, 2021). Leitoas expostas a um curto período de luz (8 h) resultaram em um maior intervalo do que leitoas expostas a 16 e 24 h de fotoperíodo. Porém, fêmeas expostas aos mais longos períodos de luz (24 h) obtiveram uma menor sobrevivência embrionária. É importante salientar a grande probabilidade de interação ou ação direta do estresse por calor como um ou o principal motivo desses efeitos neste estudo, visto que neste estudo as leitoas foram também submetidas a altas temperaturas durante os mesmos períodos em que as luzes estavam acesas.

Tabela 2. Medidas de intensidade de luz aferidas às 11:00 h a altura animal para leitoas e primíparas alojadas em locais destinados a cobertura e a gestação entre o período de metade do mês de Junho até metade do mês de Setembro nos períodos de verão e outono na América do Norte.

	Junho a julho	Julho a agosto	Agosto a setembro
Intensidade de luz na cobertura de leitoas (Lux)	235,3	124,4	218,3
Intensidade de luz na gestação de leitoas (Lux)	65,3	206,8	55,3
Intensidade de luz na cobertura de primíparas (Lux)	57,0	31,0	30,5
Intensidade de luz na gestação de primíparas (Lux)	40,3	61,5	152,6

Adaptado de (Arend et al., 2019).

Leitoas ovariectomizadas e alojadas durante seis semanas sob curto fotoperíodo (8 horas de luz) demonstraram menores níveis basais e menor média dos níveis de LH comparadas às leitoas submetidas a 16 h de luminosidade durante as mesmas seis semanas (Halli et al., 2008). Apesar desta diferença, a frequência e a pulsatilidade de LH possuem grande influência no estímulo dos folículos ovarianos e ovulação, e no caso deste estudo, não diferiram. Especula-se que a adaptação de 6 semanas para os regimes de luz não foi suficiente para induzir uma significativa mudança nos padrões de secreção de LH em leitoas pré púberes. Analisando-se este estudo de Halli et al., 2008 e o estudo de Iida and Koketsu (2013), presume-se que a função do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal poderia estar desenvolvendo mais lentamente em leitoas mantidas em fotoperíodos curtos comparadas às leitoas mantidas em um regime de luz mais prolongado de 15 h, dos 90 a 150 dias de idade. Entre os diversos estudos feitos, é possível encontrar em alguns dos trabalhos, efeitos do fotoperíodo. Porém, torna-se difícil quantificar as implicações do fotoperíodo visto que a maioria dos estudos foram realizados em áreas não controladas, como por exemplo em granjas comerciais, onde a coleta de dados é feita em estações meteorológicas, com grandes variações os efeitos climáticos, porém sem precisão da exposição individual dos animais. Ou em quartos climatizados onde o efeito de altas temperaturas e humidade estavam interligados com as mudanças de luminosidade.

A variação de luminosidade dentro de uma mesma granja e entre diferentes granjas é vasta, podendo ter mudanças significativas na intensidade da luz aplicada e percebida pelo animal, como também o período de luz empregada em cada ambiente das granjas. A intensidade de luz pode variar de



acordo com o tipo de lâmpadas escolhidas para o ambiente com variações de 30 a 300 lux, diferenças na altura em que as lâmpadas estão instaladas, e a localização em que os animais estão alojados, podendo ser mais ou menos expostos a luminosidade natural ou artificial. As distintas duração e intensidade de fotoperíodo também são relevantes visto que os animais são movimentados a cada fase de produção, como por exemplo no desenvolvimento de leitoas, no período de pré e pós cobertura, durante a gestação e lactação. O local de alojamento dos animais para cobertura e salas de parto são frequentemente locais estáticos, menores, e reservados para este manejo específico, em oposição as gaiolas de alojamento de fêmeas no período gestacional, que compõem uma área extensa, facilitando assim a discrepância de luminosidade no vasto ambiente da granja. Programas de luminosidade necessitam ser precisos e consistentes dentro de uma granja nos diferentes espaços. Alguns autores sugerem que em granjas de confinamento, durante o período de cobertura, o programa de luz deva submeter os animais a 200 Lux durante 16 horas seguidas de 8 horas de escuro (Peltoniemi and Kemp, 2018). Já o ambiente de maternidade deve ser um local de 16 horas de escuro seguidas de 8 h de luz.

Até o momento, não há informações suficientes para determinar o impacto da duração e da sequência de diferentes regimes de luminosidades aplicados de acordo com a sazonalidade reprodutiva desses animais. Os níveis adequados para a intensidade e duração de luz ainda são insuficientemente compreendidos. Porém, diferentes regiões no mundo possuem diretrizes próprias, algumas de modo mais abrangente, outras mais específicas. De acordo com a legislação Europeia os níveis mínimos de luminosidade para os suínos devem ser de 40 lux por pelo menos 8 horas por dia. Assim, o suíno pode exercer suas necessidades de atividades sociais e exploratórias do ambiente, garantindo um nível necessário de bem estar animal (Council, 2008). No Canadá, o Conselho Nacional de Cuidados de Animais de Granjas de Suínos, sugere intensidade e tempo semelhantes aos adotados na Europa, com mínimo de 50 lux de luminosidade por pelo menos 8 horas por dia e mínimo de 6 horas de escuro com 5 lux ou menos de luminosidade (NFACC, 2014). No Brasil, o Mapa rege que os suínos devem ser expostos à luz por um período mínimo de 8 horas contínuas, por dia e um período de escuro, de no mínimo 6 horas contínuas, por dia, porém não há regras de intensidade de luz (Mapa, 2020).

Os níveis de duração e intensidade de luz, assim como as mudanças que ocorrem ao passar do tempo e seus efeitos na fertilidade de suínos ainda necessitam de estudos mais aprofundados. É importante destacar que, apesar de algumas diretrizes serem existentes a respeito de iluminação em ambientes de animais de produção. Estas diretrizes ainda não são totalmente esclarecedoras quanto aos diferentes locais dentro de uma mesma granja considerando as distintas fases do processo, quanto as distintas localizações das granjas em termos de regiões e suas latitudes, visto que as exposições a luz natural destas granjas durante o ano variam conforme suas localizações. Por exemplo, a maioria das granjas produtoras de suínos nos Estados Unidos estão localizadas entre 35 e 45 graus de latitude norte, resultando em torno 14 horas de luz durante o solstício de verão e 9 horas de luz durante o solstício de inverno. Já no Brasil, a maioria das granjas comerciais encontram-se entre as latitudes de 26 e 30 graus de latitude sul, apesar de diversas outras concentrações de suínos estarem em torno de 12 a 17 graus de latitude sul, demonstrando assim, um aumento significativo de períodos de luz comparados aos períodos de exposição na América do Norte.

Considerações finais

Apesar dos avanços significativos em seleção genética, nutrição, cuidados com a saúde animal, alojamentos e tecnologias relacionadas à cobertura dos animais, uma pequena parcela de leitoas e porcas ainda apresentam susceptibilidade para mudanças de temperatura e fotoperíodo, indicando que ainda há necessidade de maior compreensão do problema, além de uma oportunidade de encontrar soluções para o mesmo. Muitas granjas comerciais atingem altos níveis de fertilidade durante o ano inteiro mesmo com as diferenças em ambiência ou sem qualquer sistema de luminosidade estabelecido. Ainda é preciso mais informações para melhores recomendações visto que muitas variáveis estão envolvidas. Apesar disso, até mesmo com limitado número de estudos, a pesquisa fornece informações valiosas sobre as relações entre o clima e a performance reprodutiva para produtores e veterinários de suínos. Porém, enquanto estas informações ainda não estão devidamente disponíveis e com mais detalhes, é sabido que o suíno é sim capaz de perceber as diferenças em luminosidade e responder, ao menos em parte, através da melatonina. Logo, disponibilizar iluminação suficiente que sejam claros como a luz natural, extra luminosidade no período de outono e utilização de temporizadores para garantir uma duração adequada especialmente



durante o outono, pode ser uma alternativa.

Agradecimentos

À University of Illinois at Urbana Champaign, ao Swine Research Center e ao financiamento para pesquisa pelo National Pork Board.

Referências

- Acuna-Castroviejo D, Escames G, Venegas C, Diaz-Casado ME, Lima-Cabello E, Lopez LC, Rosales-Corral S, Tan DX, Reiter RJ.** Extrapineal melatonin: sources, regulation, and potential functions. *Cell Mol Life Sci*, v.71, p.2997-3025, 2014.
- Aleandri V, Spina V, Morini A.** The pineal gland and reproduction. *Hum Reprod Update*, v.2, p.225-235, 1996.
- Andersson H.** Plasma melatonin levels in relation to the light-dark cycle and parental background in domestic pigs. *Acta Vet Scand*, v.42, p.287-294, 2001.
- Arend LS, Knox RV.** Fertility responses of melatonin-treated gilts before and during the follicular and early luteal phases when there are different temperatures and lighting conditions in the housing area. *Anim Repro Sci*, v.230, p.106769, 2021.
- Arend LS, Knox RV, Greiner LL, Graham AB, Connor JF.** Effects of feeding melatonin during proestrus and early gestation to gilts and parity 1 sows to minimize effects of seasonal infertility. *J Anim Sci*, v.97, p.4635-4646, 2019.
- Auvigne V, Leneuve P, Jehannin C, Peltoniemi O, Salle E.** Seasonal infertility in sows: a five year field study to analyze the relative roles of heat stress and photoperiod. *Theriogenology*, v.74, p.60-66, 2010.
- Bertoldo M, Holyoake PK, Evans G, Grupen CG.** Oocyte developmental competence is reduced in sows during the seasonal infertility period. *Reprod Fertil Dev*, v.22, p.1222-1229, 2010.
- Bertoldo M J, Holyoake PK, Evans G, Grupen CG.** Seasonal effects on oocyte developmental competence in sows experiencing pregnancy loss. *Anim Reprod Sci*, v.124, p.104-111, 2011.
- Bertoldo M J, Holyoake PK, Evans G, Grupen CG.** Seasonal variation in the ovarian function of sows. *Reprod Fertil Dev*, v.24, p.822-834, 2012.
- Bortolozzo FP, Bernardi ML, Kummer R, Wentz I.** Growth, Body State and Breeding Performance in Gilts and Primiparous Sows. *Soc Reprod Fertil*, v.66, p.281-291, 2009.
- Canaday DC, Salak-Johnson JL, Visconti AM, Wang X, Bhalerao K, Knox RV.** Effect of variability in lighting and temperature environments for mature gilts housed in gestation crates on measures of reproduction and animal well-being. *J Anim Sci*, v.91, p.1225-1236, 2013.
- Chemineau P, Guillaume D, Migaud M, Thiery JC, Pellicer-Rubio MT, Malpoux B.** Seasonality of reproduction in mammals: intimate regulatory mechanisms and practical implications. *Reprod Domest Anim*, v.43, p.40-47, 2008.
- Chemineau P, Malpoux B, Brillard JP, Fostier A.** Seasonality of reproduction and production in farm fishes, birds and mammals. *Animal*, v.1, p.419-432, 2007.
- Chemineau P, Malpoux B, Delgadillo JA, Guérin Y, Ravault JP, Thimonier J, Pelletier J.** Control of sheep and goat reproduction: Use of light and melatonin. *Anim Reprod Sci*, v.30, p.157-184, 1992.
- Council E.** Laying down minimum standards for the protection of pigs (Codified version) 2008/120/EC of 18 December 2008 No. 47. p.5-13, *Off J Eur Union*. 2008.
- Dahl GE, Thompson IM, Collier RJ, Collier JL.** Effects of Photoperiod on Domestic Animals. *Environ Phys Livest*, v.229, 2011.
- Dawson A, King VM, Bentley GE, Ball GF.** Photoperiodic control of seasonality in birds. *J Biol Rhythms*, v.16, p.365-380, 2001.
- De Rensis F, Ziecik AJ, Kirkwood RN.** Seasonal infertility in gilts and sows: Aetiology, clinical implications and treatments. *Theriogenology*, v.96, p.111-117, 2017.
- Diekman MA, Brandt KE, Green ML, Clapper JA, Malayer JR.** Lack of a nocturnal rise of serum melatonin in prepubertal gilts. *Domest. Anim Endocrinol*, v.9, p.161-167, 1992.
- Diekman MA, Clapper JA, Green ML, Stouffer DK.** Reduction in age of puberty in gilts consuming melatonin during decreasing or increasing daylength. *J Anim Sci*, v.69, p.2524-2531, 1991.
- Diekman MA, TA Hoagland.** Influence of supplemental lighting during periods of increasing or



- decreasing daylength on the onset of puberty in gilts. *J Anim Sci*, v.57, p.1235-1242, 1983.
- Dubocovich ML, Markowska M.** Functional MT1 and MT2 melatonin receptors in mammals. *Endocrine*, v.27, p.101-110, 2005.
- Griffith MK, Minton JE.** Effect of light intensity on circadian profiles of melatonin, prolactin, ACTH, and cortisol in pigs. *J Anim Sci*, v.70, p.492-498, 1992.
- Halli O, Peltoniemi OA, Tast A, Virolainen JV, Munsterhjelm C, Valros A, Heinonen M.** Photoperiod and luteinizing hormone secretion in domestic and wild pigs. *Anim Reprod Sci*, v.103, p.99-106, 2008.
- Houska L.** The relationship between culling rate, herd structure and production efficiency in a pig nucleus herd. *Czech J Anim Sci*, v.54, p.365-375, 2009.
- Iida R, Koketsu Y.** Delayed age of gilts at first mating associated with photoperiod and number of hot days in humid subtropical areas. *Anim Reprod Sci*, v.139, p.115-120, 2013.
- Knecht D, Środoń S, Szulc K, Duziński K.** The effect of photoperiod on selected parameters of boar semen. *Livest Sci*, v.157, p.364-371, 2013.
- Knox RV, Rodriguez Zas SL, Slotter NL, McNamara KA, Gall TJ, Levis DG, Safranski TJ, Singleton WL.** An analysis of survey data by size of the breeding herd for the reproductive management practices of North American sow farms. *J Anim Sci*, v.91, p.433-445, 2013.
- Koketsu Y, Takahashi H, Akachi K.** Longevity, lifetime pig production and productivity, and age at first conception in a cohort of gilts observed over six years on commercial farms. *J Vet Med Sci*, v.61, p.1001-1005, 1999.
- Koketsu Y, Tani S, Iida R.** Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine Health Manag*, v.3, p.1, 2017.
- Love RJ, Evans G, Klupiec C.** Seasonal effects on fertility in gilts and sows. *J Reprod Fertil Suppl*, v.48, p.191-206, 1993.
- Mauget R.** Seasonality of reproduction in the wild boar. *Proceedings of the Easter School in Agricultural Science*, University of Nottingham, 1982.
- Mauget R.** Seasonal Anestrus in Wild Sows. In: Ellendorff F, Elsaesser F. *Endocrine Causes of Seasonal and Lactational Anestrus in Farm Animals*. Springer, Dordrecht, p.108-118. 1985.
- McConnell SJ, Ellendorff F.** Absence of nocturnal plasma melatonin surge under long and short artificial photoperiods in the domestic sow. *J Pineal Res*, v.4, p.201-210, 1987.
- Melmed S, Conn PM.** *Endocrinology: basic and clinical principles*. Springer Science & Business Media. 2007.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mapa.** Instrução Normativa Mapa nº113, de 16 de Dezembro de 2020, sobre Estabelecer as boas práticas de manejo e bem-estar animal nas granjas de suínos de criação comercial.
- Nelson RJ, Denlinger DL, Somers DE.** *Photoperiodism: The biological calendar*. Oxford University Press. 2010.
- NFACC.** 2014. Code of practice for the care and handling of pigs. Disponível em: <https://www.nfacc.ca/codes-of-practice/pig-code>. Acesso em 25 ago. 2021.
- Paterson AM, Foldes A.** Melatonin and farm animals: Endogenous rhythms and exogenous applications. *J Pineal Res*, v.16, p.167-177, 1994.
- Paterson AM, Martin GB, Foldes A, Maxwell CA, Pearce GP.** Concentrations of plasma melatonin and luteinizing hormone in domestic gilts reared under artificial long or short days. *J Reprod Fertil*, v.94, p.85-95, 1992.
- Peltoniemi O, Kemp B.** Infertility in the Pig and the Control of Pig Herd Fertility. In: *Veterinary Reproduction and Obstetrics*, p.581-592, 2018.
- Peltoniemi OA, Love RJ, Heinonen M, Tuovinen V, Saloniemi H.** Seasonal and management effects on fertility of the sow: a descriptive study. *Anim Reprod Sci*, v.55, p.47-61, 1999.
- Peltoniemi OA, Virolainen JV.** Seasonality of reproduction in gilts and sows. *Soc Reprod Fertil Suppl*, v.62, p.205-218. 2006.
- Peltoniemi OA, Tast A, Love RJ.** Factors effecting reproduction in the pig: seasonal effects and restricted feeding of the pregnant gilt and sow. *Anim Reprod Sci*, v.60-61, p.173-184, 2000.
- PigChamp.** 2020. US year summary. Disponível em: <https://www.pigchamp.com/benchmarking/benchmarking-summaries>. Acesso em 20 ago. 2021.
- Pinart E, Puigmulé M.** Factors Affecting Boar Reproduction, Testis Function, and Sperm Quality. In: Bonet S, Casas I, Holt WV, Yeste M. *Boar Reproduction: Fundamentals and New Biotechnological*



Trends. Springer Berlin Heidelberg, p.109-202, 2013.

Reiter, RJ. Pineal gland interface between the photoperiodic environment and the endocrine system. Trends Endocrinol Metab, v.2, p.13-19, 1991.

Roongsithichai A, Cheuchuchart P, Chatwijitkul S, Chantarothai O, Tummaruk P. Influence of age at first estrus, body weight, and average daily gain of replacement gilts on their subsequent reproductive performance as sows. Livest Sci, v.151, p.238-245, 2013.

Rosa HJD, Bryant MJ. Seasonality of reproduction in sheep. Small Rumin Res, v.48, p.155-171, 2003.

Saito H, Sasaki Y, Koketsu Y. Associations between Age of Gilts at First Mating and Lifetime Performance or Culling Risk in Commercial Herds. J Vet Med Sci, v.73, p.555-559, 2011.

Savi R, Petrovi M. Effect of photoperiod on sexual activity of boar. Rev Bras de Zootec, v.44, p.276-282, 2015.

Scraba ST, Ginther OJ. Effects of lighting programs on onset of the ovulatory season in mares. Theriogenology, v.24, p.667-679, 1985.

Simonneaux V, Ribelayga C. Generation of the Melatonin Endocrine Message in Mammals: A Review of the Complex Regulation of Melatonin Synthesis by Norepinephrine, Peptides, and Other Pineal Transmitters. Pharmac Rev, v.55, p.325-395, 2003.

Tast A, Hälli O, Ahlström S, Andersson H, Love RJ, Peltoniemi OAT. Seasonal alterations in circadian melatonin rhythms of the European wild boar and domestic gilt. J Pineal Res, v.30, p.43-49, 2001a.

Tast A, Love RJ, Evans G, Andersson H, Peltoniemi OAT, Kennaway DJ. The photophase light intensity does not affect the scotophase melatonin response in the domestic pig. Anim Reprod Sci, v.65, p.283-290, 2001b.

Tast A, Peltoniemi OAT, Virolainen JV, Love RJ. Early disruption of pregnancy as a manifestation of seasonal infertility in pigs. Anim Reprod Sci, v.74, p.75-86, 2002.

Thimonier J. Control of seasonal reproduction in sheep and goats by light and hormones. J Reprod Fertil Suppl, v.30, p.33-45, 1981.

Tosini G, Menaker M. Circadian rhythms in cultured mammalian retina. Science, v.272, p.419-421, 1996.

Tosini G, Menaker M. The clock in the mouse retina: melatonin synthesis and photoreceptor degeneration. Brain Res, v.789, p.221-228, 1998.

Tummaruk P. Effects of season, outdoor climate and photo period on age at first observed estrus in Landrace×Yorkshire crossbred gilts in Thailand. Livest Sci, v.144, p.163-172, 2012.

Vargas AJ, Bernardi ML, Paranhos TF, Goncalves MA, Bortolozzo FP, Wentz I. Reproductive performance of swine females re-serviced after return to estrus or abortion. Anim Reprod Sci, v.113, p.305-310, 2009.

Vasantha I. Physiology of Seasonal Breeding: A Review. J Veterinar Sci Techno, v.07, p.1-4, 2016.

Williams GL, Thorson JF, Prezotto LD, Velez IC, Cardoso RC, Amstalden M. Reproductive seasonality in the mare: neuroendocrine basis and pharmacologic control. Domest Anim Endocrinol, v.43, p.103-115, 2012.

Zhdanova IV, Wurtman RJ. The Pineal Hormone (Melatonin). In: Melmed S, Conn PM. Endocrinology: Basic and Clinical Principles. Humana Press, Totowa, NJ, p.255-265, 2005.
