

## Luz artificial na reprodução equina – Revisão

*Artificial lighting in the equine reproduction – a review*

Thiago Rodrigues Cardoso Braga<sup>1\*</sup>, Rodrigo Arruda de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Brasília. Laboratório de Reprodução Animal da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV/UnB) – Brasília, DF, Brasil

### Resumo

Os equinos são animais poliéstricos sazonais, fotoperiódico positivos, apresentando ciclos reprodutivos em estações definidas do ano, primavera e verão, e estações com ausência ou baixa atividade reprodutiva, outono e inverno. A necessidade da maximização do período reprodutivo, bem como a definição de um ano hípico iniciando em julho, no hemisfério sul (para algumas raças como o Puro Sangue de Corrida e o Quarto de milha) levou ao desenvolvimento de técnicas para diminuir o tempo que essas éguas permanecem em anestro reprodutivo. Uma das técnicas mais utilizadas destaca-se o uso de iluminação artificial. Consistindo no fornecimento de luz branca incandescente ou led azul ou branco em baias, piquetes ou por meio de máscaras, a fim de simular os efeitos de dias longos no organismo assim liberar o eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal. Para estimular o retorno antecipado à ciclicidade, a égua deve ser exposta a um estímulo de 14 a 15 horas de luz diárias, totalizando 9 a 10 horas de escuridão, ou receber um estímulo de 1 hora de luz, aproximadamente 9 horas após o anoitecer. É fundamental que a égua esteja com escore corporal adequado e alguns cuidados com o fornecimento da luz artificial sejam atendidos, como a continuidade no fornecimento para o sucesso da técnica.

**Palavras-chave:** Iluminação artificial, égua, sazonalidade, fotoperíodo.

### Abstract

*Horses are seasonally breeding animals which means that they natural breed in specific seasons (Spring, and Summer), with non or low reproductive activity on the other seasons (Winter and Fall). The development of techniques to shorten the anoestrus can be necessary to anticipate the breeding season, starting in July in the Southern Hemisphere, for some breeds such as Thoroughbred and Quarter Horses. The most common technique is the use of artificial lighting with incandescent, or blue/white led light, applied in stalls, paddocks or with a light mask to mimic the effects of a long day and release the hypothalamic-hipophysarie-gonadal axis. To stimulate an early return to cyclicity, the mare should be exposed to a 14-to-15-hour light stimulus daily, totalling 9 to 10 hours of darkness, or receive a 1-hour light stimulus, approximately 9 hours after dusk. It is fundamental that the mare has an adequate body condition score and some awareness with the provision of artificial light are considered, such as the continuity of the light program for the success of the technique.*

**Keywords:** Artificial light, mare, seasonality, photoperiod.

### Introdução

Os equinos desenvolveram características específicas para sobrevivência ao decorrer dos anos. Seu período reprodutivo limitado garante que sua prole nasça na época mais favorável do ano à sua sobrevivência, após as duras condições do inverno e com o aumento do alimento disponível com a transição para primavera e verão (Nagy et al., 2000). A interpretação e sinalização da passagem do tempo são atributos fisiológicos essenciais à reprodução e outras atividades orgânicas (Murphy, 2019).

A égua, portanto, é um animal poliéstrico sazonal, fotoperiódico positivo, apresentando ciclos reprodutivos (naturais) nos períodos de maior intensidade luminosa (primavera e verão). Entretanto em criações comerciais muitas vezes esta característica fisiológica vai de encontro com o ano hípico estabelecido por associações, decretando a data oficial para nascimentos em 1 de julho do hemisfério sul e 1 de janeiro no hemisfério norte. Bem como em programas de transferência de embriões, onde se é visado a quantidade máxima de ciclos reprodutivos em um período reprodutivo, refletindo em mais lavados e possivelmente mais embriões transferidos (Nagy et al., 2000; Mota et al., 2011; Lino et al., 2022).

\*Correspondência: thiago.bragamv@gmail.com

Recebido: 07 de fevereiro de 2023

Aceito: 19 de abril de 2023



Estudos sobre o anestro e a sazonalidade reprodutiva da égua vêm sendo desenvolvidos para conhecer as condições que interferem em tais processos e estender o período reprodutivo (Murphy, 2019). Dentre as técnicas desenvolvidas para promover o adiantamento do retorno à ciclicidade, a suplementação de luz artificial ganha destaque como método: eficiente em retirar a égua do anestro e diminuir o período transicional; de baixo custo; fácil aplicabilidade e sem alterar os eixos hormonais com hormônios exógenos (McCue et al., 2007a; McCue et al., 2007b; Oberhaus e Paccamonti, 2013; Walsh et al., 2013; Murphy et al., 2014).

Entretanto para o uso da suplementação de luz artificial deve-se cumprir requisitos observados pela fisiologia e endocrinologia reprodutiva, dos ritmos biológicos e da sua interação, como quantidade de lux, intensidade luminosa, tipo de iluminação fornecida, tempo e escore corporal das éguas. Padronizando assim os principais protocolos de intensidade e duração a serem seguidos, independente da forma como essa luz será fornecida (por máscara, em cocheira ou em piquetes) (McCue et al., 2007a; Walsh et al., 2013; Murphy et al., 2014; Murphy, 2019).

Assim, objetivou-se abordar os mecanismos neuroendócrinos de percepção luminosa e de sazonalidade da égua, definir as bases da utilização de luz artificial, seus principais protocolos descritos e como utilizá-la a fim de promover o avanço da estação reprodutiva da égua.

### Ritmos Biológicos

O controle das funções orgânicas rítmicas no corpo se dá pelos chamados relógios biológicos, complexo sistema orgânico de sinalizações com capacidade de antecipar estímulos diários. Eles determinam os ritmos biológicos do organismo, eventos fisiológicos cíclicos divididos principalmente em: circadianos, com duração próxima de 24 horas; circannual, próximo a 365 dias ou 1 ano; ultradiano, menor que 24 horas; infradiano com duração maior que um ciclo circadiano e menor que um ciclo circannual. O ciclo estral da égua é considerado um ritmo infradiano (Murphy, 2019).

Para ser considerado um ritmo biológico este deve ser gerado endogenamente, devendo se manter por um ciclo completo em condições constantes demonstrando a capacidade do organismo em gerar o ritmo independentemente dos estímulos ambientais. O ritmo deve apresentar também capacidade de ser alterado pelos estímulos ambientais, fator denominado *entrainment*. O principal fator de *entrainment* (agentes arrastadores ou sincronizadores do ciclo) é a luminosidade captada pela retina, enquanto estímulos não óticos são considerados fatores secundários. Em situações com ausência de estímulos externos considera-se que o ritmo atua livre, sofrendo regulação exclusivamente endócrina e durações ligeiramente maiores ou menores do que sob condições normais (Nagy et al., 2000; Murphy, 2019).

A maioria dos ritmos biológicos apresentam como característica a compensação de temperatura, ou seja, capacidade de manter seus períodos independente do clima no momento (Murphy, 2019). Porém, não são conhecidos todos os ritmos que apresentam tal característica, sendo que Guerin e Wang (1994) propuseram que a temperatura mínima da estação pode alterar a data da primeira ovulação da égua em até nove dias, sugerindo que a temperatura apresenta papel sinérgico com a luminosidade para desencadeamento do ciclo reprodutivo após o período de anestro.

O principal ponto de controle dos ritmos biológicos é o núcleo supraquiasmático, responsável por transmitir a informação captada pela retina para relógios periféricos. O núcleo supraquiasmático atua, portanto, como um relógio biológico central, no qual os relógios periféricos, presentes na maioria das células, vão se basear e sincronizar suas atividades (Murphy, 2019). O estímulo luminoso captado principalmente pelas células ganglionares intrinsecamente fotorreceptoras da retina (ipRGC) é transmitido à glândula pineal, que por sua vez sob ausência de estímulo luminoso secreta melatonina. A melatonina age tanto no sistema periférico diretamente em órgãos alvo, como no sistema central estimulando o núcleo supraquiasmático, sendo este o principal regulador de órgãos alvo, além de modular a ação do hipotálamo. O hipotálamo sobre efeito prolongado da melatonina em estações de dias curtos inibe a liberação de GnRH caracterizando a fase de anestro reprodutivo da égua (Nagy et al., 2000; Lucas et al., 2014; Murphy, 2019).

### Sazonalidade Reprodutiva

As éguas são consideradas poliéstricas sazonais, apresentando estações do ano sem ovulações, ou com uma incidência mínima delas, e estações de plena atividade reprodutiva. Existem dois períodos de transição entre as duas condições anteriores, nos quais a atividade ovariana muda gradativamente (Ginther et al., 2004; Aurich, 2011; Satué e Gardón, 2013). Durante o período de atividade ovariana, a égua apresenta ciclos estrais sucessivos enquanto não estiver prenhe, caracterizando a condição



de poliestria.

Entretanto nem todas as éguas entram na fase anovulatória, também denominada anestro, sendo fatores como a proporção de éguas que continuam a ciclar mesmo no inverno e a duração do anestro, diretamente relacionados à latitude de onde esses animais se encontram (Ginther et al., 2004). A taxa de éguas que não entram em anestro pode variar de 10 a 30% na maioria das regiões (Ginther et al., 2004; Aurich, 2011), podendo chegar a 42% dos animais (Venezuela) (Quintero et al., 1995), ou a 60% dos animais entre 10 e 15 anos (Norte do Brasil) (Cerqueira et al., 2019) em regiões próximas à linha do Equador, desde que haja um programa nutricional eficiente (Araújo e Oliveira, 2018).

Tanto os ciclos estrais quanto a sazonalidade reprodutiva, são determinados por ritmos biológicos cíclicos, os quais regulam as funções fisiológicas por ação hormonal e são influenciados por estímulos ambientais (Nagy et al., 2000; Aurich, 2011; Satué e Gardón, 2013). Em um ponto de vista evolutivo, a estacionalidade reprodutiva da égua tem por objetivo garantir os partos na época mais vantajosa para potro, tratando-se então de uma estratégia fisiológica para que suas crias nasçam após o inverno, evitando assim as duras condições de tal estação (Aurich, 2011; Satué e Gardón, 2013).

O principal hormônio envolvido nesse processo é a melatonina, com a sua produção e secreção sendo influenciada principalmente pela incidência luminosa captada pela retina. Na retina a luz visível é captada pelos cones e bastonetes, enquanto estímulos luminosos não formadores de imagens são percebidos por células ganglionares da retina. Destas as células ganglionares intrinsecamente fotorreceptoras da retina (ipRGC) apresentam importante função na regulação reprodutiva, uma vez que expressam o foto-pigmento melanopsina, responsável por estimular e regular a produção de melatonina pela glândula pineal (Lucas et al., 2014; Murphy, 2019).

Todos estes tipos celulares apresentam algum papel em notificar a quantidade de horas com luminosidade, inibindo neste período a produção de melatonina, secretada fisiologicamente após o escurecer. Porém recentemente, percebeu-se que apesar de ambos os cones, bastonetes e ipRGC realizarem tal sinalização, o pico de resposta vem de ondas em uma frequência captada majoritariamente pelas ipRGCs (447 a 484nm). Indicando, portanto, maior importância deste conjunto celular para a regulação da melatonina (Lucas et al., 2014; Dini et al., 2019; Murphy, 2019).

Com a sinalização da ausência de luz pela retina, a mensagem passa pelo núcleo supraquiasmático e posteriormente pelo gânglio cervical superior até atingir a glândula pineal, que passa a secretar melatonina, principal sinalizador e coordenador dos relógios biológicos. As variações sazonais se dão pela percepção de dias longos ou curtos, a partir da transição de primavera, períodos de 14 a 16 horas de luz diárias são entendidos como dias longos, atingindo seu pico no solstício de verão (ocorrendo em dezembro no hemisfério sul e em junho no hemisfério norte), liberando o eixo hormonal e estimulando a égua a retornar suas atividades reprodutivas (Palmer e Guillaume, 1992; Peltier et al., 1998).

Por outro lado, com o avançar do outono dias com menos de 12 horas de luz diárias são percebidos como dias curtos, aumentando a circulação diária de melatonina e induzindo um período de anestro, sendo o dia mais curto do ano o solstício de inverno (ocorrendo em junho no hemisfério sul e dezembro no hemisfério norte) (Palmer e Guillaume, 1992; Peltier et al., 1998). No meio da transição entre dias curtos e longos ocorrem 2 períodos com dias de igual duração com a noite, denominados equinócios (ocorrendo em março e setembro em ambos os hemisférios). A sazonalidade é um processo inerente à égua, mesmo em animais com a glândula pineal removida, indicando que a luz serve apenas como fator a sincronizar e regular o processo (Aurich, 2011).

A atuação da melatonina na reprodução se dá principalmente pelo bloqueio do eixo hipotalâmico hipofisário gonadal, através da inibição da secreção de GnRH (Chen et al., 1993; Dini et al., 2019). Diminuindo as concentrações séricas do LH e conseqüentemente de inibina, estadiol e progesterona.

No período transicional de outono a queda principalmente de LH leva à interrupção das ovulações, porém a égua ainda apresenta um período com desenvolvimento de ondas foliculares anovulatórias até entrar em anestro profundo. Enquanto os períodos transicionais de outono e primavera se caracterizam pela mudança gradual entre concentrações séricas estrais e concentrações basais mínimas, o anestro profundo caracteriza-se hormonalmente pela manutenção dessa concentração mínima (Chen et al., 1993; Peltier et al., 1998; Ginther et al., 2004; McCue et al., 2007a). Outra característica é a diminuição das concentrações de hormônio do crescimento (GH), IGF-1 e leptina, porém esses são associados à diminuição na ingestão alimentar pela baixa oferta no inverno e não necessariamente por características cíclicas (Araújo e Oliveira, 2018; Dini et al., 2019).

Enquanto isso a dinâmica folicular também se altera como reflexo das mudanças hormonais. Portanto através da avaliação ultrassonográfica do trato reprodutor da égua, o anestro profundo pode ser definido como período anovulatório com folículos menores que 20 mm. Entretanto como os níveis de FSH



tendem a permanecer praticamente os mesmos durante o ano, apesar do ovário não apresentar folículos acima de 20 mm, estes apresentam dinâmica de ondas foliculares, crescendo e regredindo sem ultrapassar os 20 mm (McCue et al., 2007a).

O aumento da luminosidade com o avançar da primavera se mostra então como principal fator de *entrenchment* para retorno das atividades reprodutivas, porém as mudanças fisiológicas e hormonais do anestro profundo até a primeira ovulação ocorrem de maneira gradativa. Com a liberação do eixo e secreção de GnRH os folículos retornam ao crescimento, primeiramente alcançando tamanhos médios de 20 a 25mm e regredindo. Concentrações de estrógeno e inibina também tendem a subir de forma gradual, sendo os níveis baixos destes hormônios os principais fatores associados à manutenção de baixos níveis de LH levando às características ondas anovulatórias sucessivas desta fase (McCue et al., 2007a, Ginther et al., 2004; Aurich, 2011).

Quando o folículo passa a secretar estradiol de maneira eficiente, há então o estímulo necessário para a produção de LH. O aumento do LH leva então à maturação do folículo dominante que passa dos 30 mm, porém a égua ainda apresentará algumas ondas foliculares anovulatórias com folículos acima dos 30 mm antes da primeira ovulação do ano (Ginther et al., 2004; McCue et al., 2007a; Aurich, 2011).

Além da luminosidade, outros fatores podem afetar a sazonalidade da égua, como: temperatura; escore de condição corporal; disponibilidade de alimento; idade; contato com garanhão e parto recente (Ginther et al., 2004; Aurich, 2011; Dini et al., 2019). Quanto ao escore de condição corporal, animais com escore maior tendem a apresentar maior taxa de ciclicidade durante o ano, outra questão associada a esse parâmetro é o fato de éguas que mantenham ou ganhem peso durante o anestro retornarem mais rápido à atividade reprodutiva (Ginther et al., 2004; Dini et al., 2019). Guerin e Wang (1994) descrevem que as menores temperaturas médias podem alterar em até nove dias a data da primeira ovulação e sugerem uma ação sinérgica da temperatura à exposição de luz para determinação do início das atividades reprodutivas.

O aumento da oferta de alimento, principalmente pasto, já é relatado como fator a adiantar o início do período reprodutivo, sendo associado por Dini et al. (2019) ao aumento da liberação de GH, IGF-1 e leptina, regulados pela ingestão alimentar (Ginther et al., 2004; McCue et al., 2007a; Araújo e Oliveira, 2018). A idade também é um fator importante, éguas de dois a cinco anos de idade tendem a entrar antecipadamente em anestro, enquanto éguas superiores a 15 anos tendem a atrasar o retorno à ciclicidade (McCue et al., 2007a, Ginther et al., 2004; Cerqueira et al., 2019). Pôneis tendem a apresentar maior taxa de éguas em anestro e a demorar mais tempo para retornar à atividade reprodutiva (Ginther et al., 2004; McCue et al., 2007a). Por fim éguas recém paridas, em pico de lactação, também são relatadas a apresentar maior período de anestro ou maior período entre a primeira ovulação (cio do potro) e a ovulação seguinte, porém ainda não é elucidado se tal fato se deve pela condição de lactação da égua ou pelo baixo fotoperíodo e/ou perca de escore corporal associados à época de partos (Malschitzky et al., 2001; Nolan et al., 2017; Barros e Oliveira, 2017).

### Manejo Da Sazonalidade

Dentro de um ponto de vista comercial, existem vantagens em tentar manipular o tempo em que a égua permanece em anestro e transição. O primeiro ponto a ser abordado é o adiantamento do retorno à atividade reprodutiva, uma vez que é vital a uma criação comercial que a égua fique o menor tempo possível não gestante. Outra questão é o aumento da quantidade de ciclos estrais proporcionadas por um retorno precoce à atividade reprodutiva, refletindo em mais tentativas para se inseminar uma mesma égua dentro de uma estação ou mais lavados uterinos na mesma estação visando a transferência de embriões, sendo, portanto, um ponto crucial para programas de transferência de embrião (Nagy et al., 2000; McCue et al., 2007a; Oberhaus e Paccamonti, 2013).

O ano hípico é o fator de maior impacto, o que gera grande pressão aos produtores e veterinários uma vez que a gestação da égua tenha por volta de 11 meses de duração (320 a 345 dias) e para atender ao calendário hípico, as concepções devem ocorrer o mais cedo o possível na estação (Burkhardt, 1947; Palmer e Guillaume, 1992; Guillaume et al., 2000; Nagy et al., 2000; McCue et al., 2007a; Mota et al., 2011; Oberhaus e Paccamonti, 2013; Schutzer et al., 2014; Silva e Oliveira, 2015; Murphy, 2019).

Diversos métodos de fornecimento de luz artificial para éguas são descritos, sendo os principais utilizados em piquetes, cocheiras e por meio de máscaras que promovam luz diretamente a um olho. Outro fator de grande variação seria quanto ao tipo de lâmpadas, intensidade e composição da luz utilizada. Deste modo, o profissional deve conhecer as necessidades fisiológicas da égua para que independentemente do método escolhido possa obter resultados em seu plantel (Burkhardt, 1947; Guillaume et al., 2000; Nagy et al., 2000; McCue et al., 2007a; Murphy, 2019).

## Iluminação Artificial

A iluminação artificial foi primeiramente descrita em éguas como método de adiantar o início do período reprodutivo por Burkhardt (1947), que relatou o uso de lâmpadas de 1000 W a partir do entardecer em pôneis em anestro, resultando em antecipação de estro de pelo menos 1 mês. A técnica tem por objetivo simular artificialmente o prolongamento das horas de luz no dia, induzindo a redução da secreção de melatonina e liberando a produção de GnRH. Uma vez que a luminosidade se trata do fator primário de *entrainment*, sendo o principal regulador das atividades cíclicas (Marques et al., 1991; Guillaume et al., 2000; McCue et al., 2007a; Murphy, 2019).

Desde então alguns conceitos foram estabelecidos dentro desta técnica. Palmer e Guillaume (1992) definiram que um período de 14 a 16 horas de luz seria o necessário para simular os efeitos de um dia longo no ritmo circadiano. Atualmente a percepção de dias longos é atribuída a um período após o escurecer denominado de fase de fotossensibilidade do ciclo circadiano, compreendendo aproximadamente o período após as primeiras 9 a 10 horas de escuridão inicial. Sendo este o período considerado de maior sensibilidade a estímulos luminosos ou à sua ausência, ele é visto como um divisor entre a percepção da duração dos dias, períodos de escuridão maiores que 10 horas são interpretados como dias curtos, aumentando a secreção de melatonina. Enquanto períodos de escuridão ininterrupta de no máximo 9 a 10 horas são identificados como dias longos, sendo a presença ou ausência de luz neste período mais determinante do que a quantidade total de luz ou escuridão no dia (Palmer e Guillaume, 1992; Nagy et al., 2000; Murphy, 2019).

Portanto, o manejo da sazonalidade por meio de luz artificial consiste em técnicas que estimulem a égua na entrada da fase de fotossensibilidade. Existem dois protocolos principais, o primeiro seria a utilização da luz para simular um escurecer mais tardio. No qual, conhecendo-se o período de alvorada e de romper da noite, deve-se programar para que a luz seja suplementada desde antes do anoitecer até um horário nove horas antes do alvorecer. Desta forma, o raiar do dia ocorrerá no período do ritmo circadiano de maior estímulo fotossensível (Palmer e Guillaume, 1992; Nagy et al., 2000; McCue et al., 2007a; Murphy, 2019).

Outra forma, seria interromper o período de escuridão com uma a duas horas de exposição à luz antes da fase fotossensível, cessando a continuidade de produção da melatonina. Isso é possível pois o estímulo luminoso no início da fase fotossensível quebra a continuidade de produção de melatonina, havendo retorno dela para níveis próximos aos basais diurnos. O corpo necessitaria então de um novo período de nove horas de escuridão para retornar à fase sensível e compreender o dia como sendo curto. Portanto ao dividir a escuridão em duas partes com a exposição luminosa, a segunda porção da noite não será longa o suficiente para estimular produção elevada de melatonina, não havendo necessidade de suplementar luz até o alvorecer. Este método traz como vantagem um menor tempo de exposição à luz, reduzindo-se gastos com eletricidade, porém os horários devem ser respeitados, portanto aqueles que não disponham de mão de obra para realizar o manejo na hora correta pode se valer da automatização do sistema (Palmer e Guillaume, 1992; Nagy et al., 2000).

Períodos de luminosidade menores que 13 horas não são suficientes para estimular o avanço reprodutivo em relação a éguas em condições naturais (Palmer e Guillaume, 1992). Assim como exposição a mais de 20 horas de luz também não surtem efeito, uma vez que o organismo não perceberá oscilação de estímulo e em condições constantes o ritmo biológico passa a atuar livre retornando à regulação exclusivamente endócrina do ciclo circadiano, com durações semelhantes ao de éguas em condições naturais (Palmer e Guillaume, 1992; Murphy, 2019). O mesmo conceito é aplicado a éguas mantidas em condições constantes de luz por todo o ano, ao não ser percebido a variação de estímulo entre as estações o sistema endócrino assume a regulação do ritmo retornando a padrões próximos aos naturais, portanto o anestro não pode ser evitado, apenas manejado devendo ser respeitado um período de dias curtos para que se restaure a sensibilidade a dias longos (Palmer e Guillaume, 1992; Nagy et al., 2000). Murphy (2019) descreve que é necessário um período mínimo de seis semanas de exposição à dias curtos para se restaurar a sensibilidade aos dias longos.

Outros protocolos já foram testados, enquanto o período de escuridão não ultrapasse 9,5 horas contínuas, a resposta ovariana permanece a mesma, mesmo em protocolos extremos como dois períodos de 9,5 horas de escuridão intercalados por uma ou quatro horas de luz de maneira alternada totalizando apenas cinco horas diárias de luminosidade. Ainda assim os dois protocolos citados inicialmente são priorizados pela sua confiabilidade, já sendo testados e comprovados em avançar o período reprodutivo, e praticidade de aplicação (Guillaume et al., 2000; Nagy et al., 2000).

É comum que o tratamento perdure até a primeira ovulação da estação, ponto a partir do qual

grande parte dos autores relatam independência do organismo de manter o ritmo, mesmo que as condições ambientais sejam de menor luz que o tratamento (Burkhardt, 1947; Palmer e Guillaume, 1992; Nagy et al., 2000; Oberhaus e Paccamonti, 2013). Porém McCue et al. (2007) desencoraja a suspensão do tratamento para éguas que voltarão a ser mantidas em piquetes. Entretanto, Murphy (2019) propõe que o mesmo período de 6 semanas de exposição a dias curtos necessários para ressensibilizar o ciclo possa ser aplicado ao tratamento com dias longos, desencadeando as atividades reprodutivas mesmo após a suspensão. Fato confirmado por Guillaume (2000) ao tratar éguas por 35 dias e mesmo após a interrupção da suplementação de luz houve avanço do ciclo reprodutivo tal qual modelos convencionais de tratamento. Posteriormente corroborado por Schutzer et al. (2014), que não relatou diferença na antecipação da ovulação entre protocolos de 35 e 60 dias de duração.

Quanto às fontes luminosas utilizadas para a suplementação do fotoperíodo, havia-se um consenso de um mínimo de 100 a 200 lux à altura da cabeça da égua para efeito estimulatório. Tal parâmetro foi alcançado de forma diferente por cada autor, com potência das lâmpadas variando de 100 a 1000W e diferentes tipos de lâmpadas, comprometendo a padronização dos tratamentos (Burkhardt, 1947; Palmer e Guillaume, 1992; Nagy et al., 2000; McCue et al., 2007a; Oberhaus e Paccamonti, 2013). Estudos mais modernos visaram sanar tais necessidades, a partir de então Guillaume (2000) comprovou que ambientes com 10 lux de luz branca à altura das éguas proporcionadas por lâmpadas incandescentes de diversas potências seria o mínimo para estimulá-las. Walsh et al. (2013) demonstra os mesmos resultados na supressão da melatonina com 10 lux proporcionados por lâmpadas de luz azul de baixa intensidade (465-485nm) em um único olho. E por fim Murphy et al. (2014) promove o adiantamento do ciclo reprodutivo com lâmpadas azuis de baixa intensidade administrando 50 lux a um único olho.

Tais divergências em valores dos estudos iniciais para os atuais podem ser explicadas pela fisiologia da percepção luminosa. Sabe-se que as células ganglionares intrinsecamente fotorreceptivas da retina (ipRGC) são as principais responsáveis pela estimulação da produção de melatonina, e estas apresentam maior sensibilidade a estímulos luminosos em um comprimento de onda próximo de 480nm. As ipRGCs expressam o fotopigmento melanopsina, principal sinalizador para produção de melatonina. A melanopsina atua em conjunto com outros fotopigmentos, opsinas de cones e bastonetes, porém apresenta maior resposta no desencadeamento da produção de melatonina. A secreção de melanopsina pode se dar por estímulo de ondas exclusivamente na faixa sensível das ipRGCs (480nm). Ou por uma ativação conjunta, na qual cones e bastonetes ao serem estimulados pela luz visível, estimulam por sua vez as ipRGCs. A luz solar apresenta ótima intensidade luminosa nesta faixa (480nm), porém não pode se dizer o mesmo de luzes incandescentes e fluorescentes. Portanto cada lux destas fontes luminosas apresentará uma composição diferente da ideal, podendo-se supor que trabalhos iniciais precisavam compensar a potência da lâmpada necessitando de 100 a 200 lux de luz branca incandescente para obter os 10 lux mínimos na faixa de 465-485nm (Murphy, 2019).

Diferentemente de outras espécies a égua não necessita de um período para adaptar sua produção de melatonina, qualquer alteração no ciclo de luz traz mudanças imediatas. Desta forma não só a qualidade do estímulo luminoso deve ser atendida, mas também deve ser fornecida escuridão de qualidade, ou seja, deve-se evitar exposição erradica a luz nas horas previstas de escuridão para que não se interrompa a produção de melatonina antes do horário previsto. Caso seja necessário realizar algum manejo com a égua neste período pode-se utilizar luzes vermelhas com comprimento de onda acima de 620nm, apresentando mínimo estímulo na produção de melatonina e minimizando os efeitos da interrupção do ciclo circadiano (Guillaume et al., 2000; Murphy, 2019)

A utilização da suplementação de luz faz com que éguas ovulem de 30 a 70 dias após o início do tratamento, quando se inicia próximo ao solstício de inverno, em junho no hemisfério sul ou dezembro no hemisfério norte. O início do tratamento anterior a esse período, em maio/novembro não traz vantagens, já que as éguas ovularão no mesmo período (Palmer e Guillaume, 1992; McCue et al., 2007a) ou até mesmo após as éguas que tiveram o tratamento iniciado em junho/dezembro (Murphy, 2019). Já para o tratamento de luz em julho/janeiro, as éguas irão ovular pelo menos 30 dias após o iniciado em junho/dezembro (Palmer e Guillaume, 1992; Guillaume et al., 2000; Nagy et al., 2000; Murphy, 2019; McCue et al., 2007a; Oberhaus e Paccamonti, 2013).

O tratamento pode ser realizado em baias com uma lâmpada central acima da égua, em piquetes com holofotes ou com o uso de uma máscara que promova luz diretamente a um olho, desde que as necessidades de lux ao nível da égua sejam atendidas (Palmer e Guillaume, 1992; McCue et al., 2007a; Walsh et al., 2013; Murphy et al., 2014).

A suplementação luminosa é a única técnica descrita com comprovada eficácia em reduzir tanto o período de transição como o anestro de forma efetiva, quando comparada a técnicas de manipulação

hormonal. A maior parte das técnicas não surtem efeito em alterar o status de anestro profundo e muitas necessitam do período de transição para apresentar resultados. A combinação de terapia hormonal com a luminosa aparenta ser promissora em sincronizar o retorno ao cio e melhorar a resposta de éguas mais tardias. Menos de 10% das éguas não respondem ao tratamento com luz, a causa da ineficácia da fotoestimulação nessas éguas ainda não é compreendida (Burkhardt, 1947; Palmer e Guillaume, 1992; Nagy et al., 2000; McCue et al., 2007a; Murphy, 2019).

### *Máscara*

O uso de luz diretamente a um olho da égua teve eficácia comprovada sem indicativos de ressecamento ou lesões oculares, podendo ser administrada a um ou ambos os olhos, sem alteração do resultado (Walsh et al., 2013; Murphy et al., 2014; Gaio e De Alcantara, 2016). Tal técnica é realizada com o uso de uma máscara comercial (Equilume®) ou com uma caseira, sendo essa um antolho em meia taça adaptado com uma superfície refletora na parte interna e uma lâmpada de LED (Walsh et al., 2013). Este sistema traz como vantagens o fornecimento contínuo de luz, independente do posicionamento da égua, sem criar sombras. Permitindo que os animais sejam mantidos em piquetes durante o tratamento, retirando a necessidade de colocar os animais em cocheiras. Porém é um equipamento mais suscetível a danos físicos, podendo acumular lama na superfície refletora, soltar a máscara ou quebrar a lâmpada, prejudicando o fornecimento contínuo de luz, além do custo para aquisição do modelo comercial, e da durabilidade da bateria (variando de 5 a 18 meses de acordo com o modelo, havendo modelos que a bateria não é substituível) (site oficial) (Walsh et al., 2013; Murphy et al., 2014).

### *Piquete*

A implementação de holofotes em piquetes também pode ser utilizada como método de suplementação de luz artificial. Como maior vantagem permite fornecer o tratamento para mais de uma égua com um mesmo equipamento. Tal método necessita que a potência das lâmpadas sejam ajustadas de acordo com a altura das mesmas, para que a quantidade padrão de lux à altura da égua seja atendida. Os holofotes devem apresentar boa cobertura da área, de modo a não proporcionar áreas com sombras. Tal método pode apresentar dificuldades em proporcionar um controle individual da nutrição de cada égua, sendo este um parâmetro primordial para o controle da reprodução na égua (Schutzer et al., 2014; Araújo e Oliveira, 2018).

### *Cocheira*

Por último o método mais difundido é o de fornecimento da luz artificial em cocheiras, era padronizado o uso de lâmpadas incandescentes de 100 a 200W em baias de 3,5 metros por 3,5 metros (12 x 12 pés) a fim de se alcançar um mínimo de 100 lux à altura da égua (Fig. 1) (McCue et al., 2007a). Atualmente sabe-se que esta relação pode ser alterada, tanto em função do tipo de lâmpada, como na quantidade de lux que a égua receba, desde que respeitado os conceitos estabelecidos anteriormente (Guillaume et al., 2000; Walsh et al., 2013; Murphy et al., 2014; Murphy, 2019). Este método permite o controle individual da suplementação de luz e comida, é de fácil instalação, podendo utilizar a estrutura de baias já existentes na propriedade, além de promover um ambiente mais quente no inverno, evitando o possível atraso provocado pelas baixas temperaturas do inverno (Guerin e Wang, 1994). Porém deve-se atentar ao posicionamento da lâmpada na cocheira, uma vez que não possa existir locais sombreados dentro dela. Murphy, et al. (2014) descrevem um custo aproximado semanal por égua, tal valor engloba alimentação, cama, mão de obra e energia. Sendo destes o custo com alimentação inerente a qualquer método de fotoestimulação utilizado, uma vez que a manutenção do escore corporal é primordial para uma maior taxa de ciclicidade e retorno mais rápido à atividade reprodutiva (Ginther et al., 2004; Araújo e Oliveira, 2018; Dini et al., 2019).



Figura 1. Cocheiras individuais para suplementação luminosa (Arquivo pessoal)

### Luz artificial na égua gestante

Por fim, a suplementação de luz artificial também pode ser utilizada em éguas gestantes com a finalidade de: diminuir o anestro pós-parto; evitar atraso no período do parto à primeira ovulação; evitar ciclos irregulares pós-parto e diminuir o período gestacional (Malschitzky et al., 2001; Nolan et al., 2017; Da Silva et al., 2021). Sabe-se que uma égua que vem a parir antes do início da estação reprodutiva apresenta maiores chances de entrar em anestro pós-parto e/ou estender o intervalo entre o primeiro e segundo cio pós-parto, sendo a nutrição e o fotoperíodo os principais fatores a influenciarem em tais condições. Desta forma o uso suplementar de luz artificial pode ser utilizado com a finalidade de reduzir tais complicações e maximizar os índices reprodutivos (Malschitzky et al., 2001; Nolan et al., 2017). Deve-se, portanto, simular o efeito de um dia longo, da mesma maneira dos protocolos para avanço da estação (Malschitzky et al., 2001; Nolan et al., 2017). O uso de luz artificial em éguas gestantes também pode diminuir o período gestacional, reduzindo então o intervalo entre partos de um haras, sendo primordial a manutenção de um bom escore corporal para obtenção de resultados satisfatórios, além de promover o nascimento de potros com maior peso. Supõe-se que tais efeitos ocorram devido à simulação de troca de estações, períodos de maior sinalização luminosa indicariam entrada na primavera e, portanto, melhores condições para o parto (Nolan et al., 2017; Da Silva et al., 2021). Entretanto tal resultado não foi observado por Malschitzky et al. (2001) que relata não haver alteração do período gestacional com o uso de protocolo com 16 horas de luz diária.

### Conclusão

Para criar um cenário de máximo aproveitamento reprodutivo da égua, deve-se encerrar a estação reprodutiva em meados de abril, no hemisfério sul, iniciando protocolos de suplementação luminosa em meados de maio para que as éguas apresentem sua primeira ovulação em um período médio do início de agosto. O tipo de manejo de luz artificial não traz grandes alterações aos resultados, desde que mantidos os parâmetros mínimos pela fisiologia circadiana da égua, nível mínimo de lux ao olho da égua de acordo com o tipo de luz utilizada, bem como períodos adequados de luz e escuridão de qualidade de acordo com o protocolo escolhido. Entretanto, o manejo em baias ainda é o mais comum devido a facilidade de utilizar uma estrutura já existente, diminuindo custos, além de facilitar a alimentação, parâmetro fundamental para manutenção do escore corporal de éguas prenhes, em déficit energético, na estação de menor oferta de pastagens.

Apesar de maior resposta na produção de melatonina por luz azul de baixa intensidade, ainda não foi comprovada maior eficácia no uso deste tipo de luz em adiantar a estação reprodutiva quando comparado ao uso de luz branca.

### Referências

- Araújo JM, Oliveira RA.** A influência da nutrição e a atuação da leptina e kisspeptina no ciclo reprodutivo da égua. *Rev Bras Reprod Anim*, v.42, p.9-14, 2018. Disponível em: [http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v42/n1/p09-14%20\(RB719\).pdf](http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v42/n1/p09-14%20(RB719).pdf)
- Aurich C.** Reproductive cycles of horses. *Anim Reprod Sci*, v.124, p.220-228, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.02.005>



- Barros BS, Oliveira RA.** Cio do potro: O que é e quando utilizar? *Rev Bras Reprod Anim*, v.41, p.665-670, 2017.
- Burkhardt J.** Transition from anoestrus in the mare and the effects of artificial lighting. *J Agric Sci*, v.37, p.64-68, 1947. <https://doi.org/10.1017/S0021859600013083>
- Cerqueira LM, Soffa AF, Candido FS, Raimundo G, Silva JP, Rodrigues LO, Miranda V, Silva MV, Barreiros TRR, Morotti F, Andrade ER.** Atividade reprodutiva em éguas quarto de milha durante o período de transição de primavera na região da Zona da Mata, Rondônia. *Ars Vet*, v.35, p.38-42, 2019. <http://dx.doi.org/10.15361/2175-0106>, v.35, n.1, p38-42, 2019
- Chen FJ, Day W, Evans G, Evans JW, Peterson KD.** Follicular, estrus, gonadotropin and ovulation responses in anestrous mares treated with a GnRH analogue. *J Equine Vet Sci*, v.13, p.636-642, 1993. [https://doi.org/10.1016/S0737-0806\(07\)80392-3](https://doi.org/10.1016/S0737-0806(07)80392-3)
- Da Silva GC, Nogueira CEW, Mazzo HC, Dallmann PBJ, Da Silva RB, Curcio BR.** Fatores que influenciam o tempo de gestação em éguas–Revisão de literatura. *Res Soc Develop*, v.10, e12410514564, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14564>
- Dini P, Ducheyne K, Lemahieu I, Wambacq W, Vandaele H, Daels P.** Effect of environmental factors and changes in the body condition score on the onset of the breeding season in mares. *Reprod Dom Anim*, v.54, p.987-995, 2019. <https://doi.org/10.1111/rda.13452>
- Gaio BMF, De Alcantara MA.** Efeitos da Luz Azul na Produção de Melatonina Durante Ciclo Reprodutivo de Equinos. *R Eletr Bioc Biotech Saúde*, v.6, p.208-209, 2016. Disponível em: <https://seer.utp.br/index.php/GR1/article/view/1681/1426>
- Ginther OJ, Gastal EL, Gastal MO, Beg MA.** Seasonal influence on equine follicle dynamics. *Anim Reprod*, v.1, p.31-44, 2004. Disponível em: <https://www.animal-reproduction.org/article/5b5a608bf7783717068b480c>
- Guerin MV, Wang XJ.** Environmental temperature has an influence on timing of the first ovulation of seasonal estrus in the mare. *Theriogenology*, v.42, p.1053-1060, 1994. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(94\)90127-5](https://doi.org/10.1016/0093-691X(94)90127-5)
- Guillaume D, Duchamp G, Nagy P, Palmer E.** Determination of minimum light treatment required for photostimulation of winter anoestrous mares. *J Reprod Fert*, supplement, v.56, p.205-216, 2000. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Guillaume-2/publication/45492606\\_Determination\\_of\\_minimum\\_light\\_treatment\\_required\\_for\\_photostimulation\\_of\\_winter\\_anoestrus\\_mares/links/5616284708ae4ce3cc659ab1/Determination-of-minimum-light-treatment-required-for-photostimulation-of-winter-anoestrus-mares.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Guillaume-2/publication/45492606_Determination_of_minimum_light_treatment_required_for_photostimulation_of_winter_anoestrus_mares/links/5616284708ae4ce3cc659ab1/Determination-of-minimum-light-treatment-required-for-photostimulation-of-winter-anoestrus-mares.pdf)
- Lino DC, Silva ESM, Oliveira RA.** Uso de éguas receptoras acíclicas em programas de transferência de embrião. *Rev Bras Reprod Anim*, v.46, p.297-307, 2022.
- Lucas RJ, Peirson SN, Berson DM, Brown TM, Cooper HM, Czeisler CA, Figueiro MG, Gamlin PD, Lockley SW, O'hagan JB, Price LLA, Provencio I, Skene DJ, Brainard GC.** Measuring and using light in the melanopsin age. *Trends Neurosc*, v.37, p.1-9, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2013.10.004>
- Malschitzky E, Schilela A, Meirelles LS, Mattos AG, Gregory RM, Mattos RC.** Artificial photoperiod in pregnant mares and its effect on pregnancy length and postpartum reproductive performance. *Pferdeheilkunde*, v.17, p.565-569, 2001. <https://dx.doi.org/10.21836/PEM20010605>
- Marques N, Marques MD, Benedito-Silva AA, Menna-Barreto L.** Os ritmos biológicos e a cronobiologia. *Biotemas*, v.4, p.1-20, 1991. <https://doi.org/10.5007/%25x>
- Mota MDS, Taveira R, Oliveira H.** Comparação entre metodologias para avaliar a idade à primeira concepção em éguas Puro-Sangue Inglês. *Arch Zootec*, v.60, p.467-477, 2011. <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922011000300036>
- McCue PM, Logan NL, Magee C.** Management of the transition period: physiology and artificial photoperiod. *Equine Vet Educ*, v.19, p.146-150, 2007a. <https://doi.org/10.2746/095777307X186514>
- McCue PM, Logan NL, Magee C.** Management of the transition period: hormone therapy. *Equine Vet Educ*, v.19, p.215-221, 2007b. <https://doi.org/10.2746/095777307X187793>
- Murphy BA, Walsh CM, Woodward EM, Prendergast RL, Ryle JP, Fallon LH, Troedsson MHT.** Blue light from individual light masks directed at a single eye advances the breeding season in mares. *Equine Vet J*, v.46, p.601-605, 2014. <https://doi.org/10.1111/evj.12153>
- Murphy BA.** Circadian and circannual regulation in the horse: internal timing in an elite athlete. *J Equine Vet Sci*, v.76, p.14-24, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2019.02.026>
- Nagy P, Guillaume D, Daels P.** Seasonality in mares. *Anim Reprod Sci*, v.60, p.245-262, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(00\)00133-0](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(00)00133-0)
- Nolan MB, Walsh CM, Duff N, McCarren C, Prendergast RL, Murphy BA.** Artificially extended



photoperiod administered to pre-partum mares via blue light to a single eye: observations on gestation length, foal birth weight and foal hair coat at birth. *Theriogenology*, v.100, p.126-133, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.06.012>

**Oberhaus EL, Paccamonti D.** Review of Management of Anestrus and transitional mares. *Reprod Endocrin*, v.59, p.325-330, 2013. Disponível em: <https://aap.org/sites/default/files/issues/ReproOberhaus.pdf>

**Palmer E, Guillaume D.** Photoperiodism in the equine species—what is a long night?. *Anim Reprod Sci*, v.28, p.21-30, 1992. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(92\)90087-T](https://doi.org/10.1016/0378-4320(92)90087-T)

**Peltier MR, Robinson G, Sharp DC.** Effects of melatonin implants in pony mares 1. Acute effects. *Theriogenology*, v.49, p.1113-1123, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(98\)00060-0](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(98)00060-0)

**Quintero, BM, Diaz T, Verde O, Benacchio N, Sifontes L.** Seasonal changes in ovarian activity and estrous behavior of Thoroughbred mares in a tropical environment. *Biol Reprod*, v.52, monograph series 1, p.469-474, 1995. [https://doi.org/10.1093/biolreprod/52.monograph\\_series1.469](https://doi.org/10.1093/biolreprod/52.monograph_series1.469)

**Satué K, Gardón JC.** A review of the estrous cycle and the neuroendocrine mechanisms in the mare. *J Steroids Hormone Sci*, v.4, p.115-122, 2013. doi: 10.4172/2157-7536.1000115

**Schutzer CGC, Resende HLD, Pantoja JCDF, Alvarenga MA.** Utilização de diferentes períodos de fotoestimulação em éguas acíclicas para o controle da sazonalidade reprodutiva. *Vet Zoot*, v.21, p.148-153, 2014. Disponível em: [https://web.archive.org/web/20180411150742id\\_/http://www.fmvz.unesp.br/rvz/index.php/rvz/article/viewFile/146/508](https://web.archive.org/web/20180411150742id_/http://www.fmvz.unesp.br/rvz/index.php/rvz/article/viewFile/146/508)

**Silva AB, Oliveira RA.** Como prever o parto na espécie equina? *Rev Bras Reprod Anim*. v.39, p.387-393, 2015.

**Walsh CM, Prendergast RL, Sheridan JT, Murphy BA.** Blue light from light-emitting diodes directed at a single eye elicits a dose-dependent suppression of melatonin in horses. *Vet J*, v.196, p.231-235, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.09.003>; <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14564>

---