

Estacionalidade reprodutiva em pequenos ruminantes: efeitos e possibilidades de manejos

Reproductive seasonality in small ruminants: effects and management possibilities

Pedro Henrique Nicolau Pinto¹; Felipe Zandonadi Brandão^{1*}

¹Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ, Brasil

Resumo

A sazonalidade reprodutiva é um fenômeno fisiológico que compromete a eficiência produtiva de ovinos e caprinos, especialmente em regiões de latitudes elevadas. Essa limitação ocorre em função da supressão temporária da função reprodutiva, regulada por interações entre o fotoperíodo, o eixo hipotálamo-hipófise-gônadas e os hormônios tireoidianos. Embora o impacto seja mais evidente nas fêmeas, os machos também apresentam variações sazonais nos parâmetros seminais, libido e secreção hormonal. No entanto, esses efeitos podem ser minimizados por meio de estratégias como o controle artificial do fotoperíodo, interações sociais (efeito-macho e efeito entre machos), uso de hormônios como eCG, GnRH, prostaglandinas e melatonina, além da seleção de genótipos menos sensíveis à variação de luz. A adoção combinada e estratégica dessas ferramentas permite reduzir os impactos da sazonalidade, aumentar a produtividade e promover sistemas de produção mais sustentáveis.

Palavras-chave: reprodução sazonal, pequenos ruminantes, carneiros, bodes, fotoperíodo, hormônios

Abstract

Reproductive seasonality is a physiological phenomenon that affects the productive efficiency of sheep and goats, particularly in regions of higher latitude. This limitation arises from the temporary suppression of reproductive activity, regulated by interactions among photoperiod, the hypothalamic-pituitary-gonadal axis, and thyroid hormones. While the impact is more pronounced in females, males also exhibit seasonal changes in semen quality, libido, and hormone secretion. These effects, however, can be mitigated through strategies such as artificial photoperiod manipulation, social stimulation (including the male effect and the male-to-male effect), hormonal treatments involving eCG, GnRH, prostaglandins, and melatonin, as well as selective breeding for photoperiod-insensitive genotypes. The integrated and strategic use of these approaches can reduce the negative impacts of seasonal anestrus, enhance reproductive performance, and support more sustainable production systems.

Keywords: seasonal reproduction, small ruminants, rams, bucks, photoperiod, hormones

Introdução

A sazonalidade reprodutiva é um evento fisiológico que regula o momento em que os animais irão manifestar comportamentos e funções reprodutivas. A observação pelo homem de que existem épocas/estações específicas para reprodução em algumas espécies é impossível de ser rastreada e remete aos primórdios da humanidade (Pino, 2014). Porém, depois da constatação por Rowan (1925) de que o tempo de exposição à luz influencia o desenvolvimento gonadal de pássaros migratórios, uma série de outros estudos comprovaram que este é também o fator que determina a atividade reprodutiva em mamíferos estacionais (Yeates, 1949).

Geralmente em pequenos ruminantes, a atividade reprodutiva é mais marcada no outono, onde temos a diminuição da luminosidade e término com o seu aumento. É relevante lembrar que a sazonalidade é menos marcada quanto mais próximos estiverem os animais da linha do equador (menor latitude) (Ungerfeld, 2016), isso em função da menor variação de luminosidade entre as estações do ano nessas regiões.

A sazonalidade reprodutiva parece ser uma resposta evolutiva para permitir o nascimento da prole em condições favoráveis de clima e oferta de alimento (Lincoln & Short, 1980; Weems et al., 2015). Contudo, nos sistemas de produção onde há fornecimento de alimento e condições de manejo adequados durante todo o ano, a sazonalidade além de não ser necessária (Thimonier 1981), é prejudicial. Manter os

animais dentro do sistema sem que estejam produzindo gera ineficiência, uma que vez que impacta na necessidade de mais tempo e insumos para gerar uma unidade de produto. Essa menor eficiência produtiva é também a principal responsável por aumentar o custo ambiental da pecuária (Garnsworthy, 2018). Ainda, oferta sazonal de produtos cria distorções de preços que comprometem ora criadores, ora consumidores.

Dessa forma, adotar estratégias que mitiguem o impacto da estacionalidade reprodutiva nos sistemas de produção de pequenos ruminantes, não só favorece economicamente os agentes envolvidos como também é uma questão de responsabilidade ambiental. Neste material iremos abordar os mecanismos fisiológicos envolvidos na sazonalidade reprodutiva de ovinos e caprinos, o impacto nas funções reprodutiva e as ferramentas capazes de minimizar os efeitos nos sistemas de criação.

Estacionalidade reprodutiva a nível nacional

No Brasil, o comportamento reprodutivo de caprinos e ovinos varia com a raça e local de criação. Em caprinos e ovinos tem-se, de forma geral, o início da estação reprodutiva no outono com a diminuição da duração dos dias e término no início da primavera com o aumento da quantidade de horas de luz (Figura 1) (Delgadillo et al., 2021).

Ovinos da raça Santa Inês tendem a não apresentar sazonalidade reprodutiva quando criados em regiões de baixa latitude (Soares et al., 2015) regiões norte e nordeste do país. Entretanto, na região sudeste, apesar de termos animais ciclando ao longo de todo o ano, alguns indivíduos no rebanho podem entrar em anestro, principalmente na primavera (Coelho et al., 2006; Balaro et al., 2014). Cerca de 70% de fêmeas da raça Santa Inês localizadas no paralelo 22° S apresentam pequenos períodos de anestro estacional entre os meses de setembro e dezembro (Balaro et al., 2014). Na mesma região, raças lanadas como a Romney Marsh e Suffolk apresentam sazonalidade reprodutiva bem-marcada (Coelho et al., 2006).

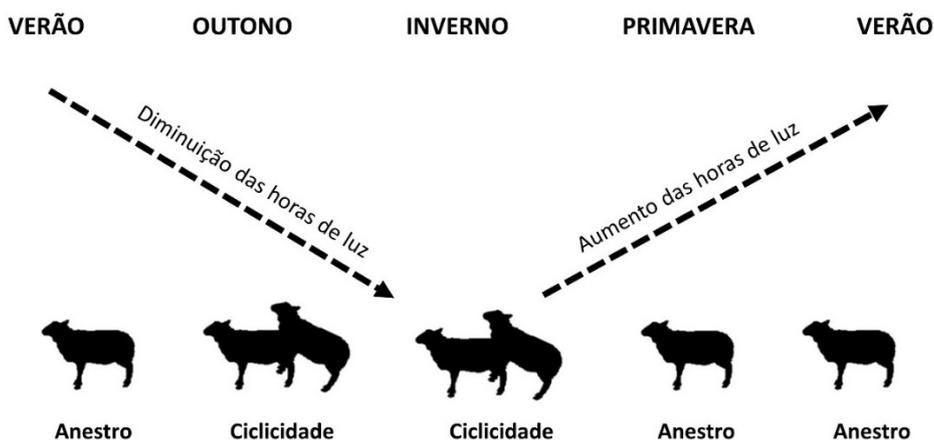


Figura 1. Comportamento reprodutivo em ovinos e caprinos em função da duração do dia.

Os caprinos também manifestam sazonalidade reprodutiva. Cabras da raça Saanen no Sudeste brasileiro (22° S) apresentam anestro total entre os meses de setembro e novembro. Durante o outono e o inverno tem-se a maior proporção desses animais ciclando (Balaro et al. 2018 - Figura 2).

Mecanismo neuro-endócrino da sazonalidade em pequenos ruminantes

O controle neuroendócrino da sazonalidade reprodutiva em ovelhas envolve uma complexa interação entre o sinal fotoperiódico (melatonina), hormônios tireoidianos e circuitos neurais hipotalâmicos que modulam o eixo hipotálamo-hipófise-gônadas (HPG). Um mecanismo central é o aumento sazonal da sensibilidade dos neurônios GnRH ao feedback negativo do estrógeno (E2) durante o anestro, o que faz com que até mesmo baixas concentrações de E2 suprimam a liberação pulsátil de GnRH e, assim, reduzam a secreção de LH e FSH limitando assim a atividade gonadal.

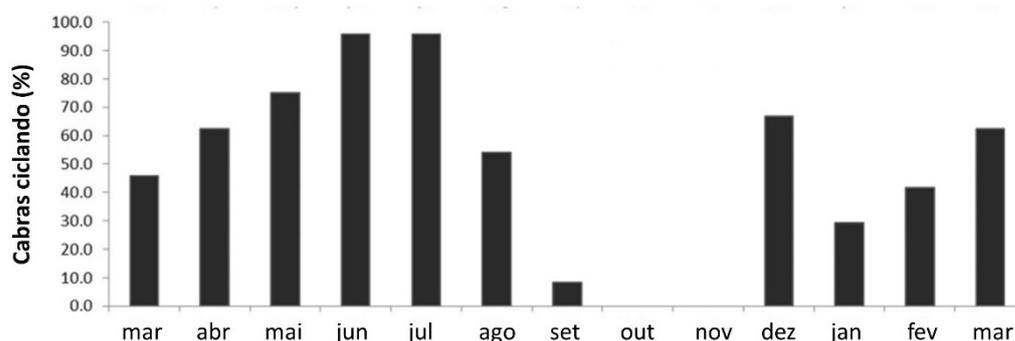


Figura 2. Porcentagem de cabras da raça Saanen de diferentes categorias (nulíparas, primípara e múltíparas) ciclando em cada mês do ano em um rebanho mantido no Estado do Rio de Janeiro, latitude 22° S (adaptado de Balaro et al. 2018).

Conforme revisado por Weems et al, (2015) e Pampori et al., (2018), esse efeito é orquestrado por vias neurais específicas: o E2 atua em neurônios com receptores ER α em núcleos pré-ópticos e retroquiasmáticos do hipotálamo, os quais ativam neurônios dopaminérgicos do grupo A15. A dopamina liberada por esses neurônios A15 inibe a secreção de GnRH, seja atuando diretamente nos terminais GnRH na eminência média, seja indiretamente reduzindo a atividade dos neurônios kisspeptina no núcleo arqueado (ARC). Observa-se, portanto, que no anestro (dias longos) há um tônus inibitório acentuado – com alta atividade dopaminérgica e menor estímulo excitatório por kisspeptina – resultando em forte supressão do GnRH.

Em contrapartida, na estação reprodutiva de dias curtos (outono/inverno) essa via inibitória perde força, concomitantemente ao aumento da sinalização excitatória por kisspeptina, o que permite a retomada da secreção de GnRH e das gonadotrofinas (LH, FSH). Além da dopamina, outro componente neuroendócrino envolvido é o peptídeo RFRP-3 (RFamide-related peptide-3. Neurônios produtores de RFRP-3 localizados no hipotálamo tem ação inibitória durante o anestro e o oposto na estação de monta, reforçando as mudanças sazonais no tônus sobre o GnRH.

A sinalização da melatonina, embora fundamental, não age diretamente nos neurônios GnRH, mas sincroniza ritmos endógenos que regulam indiretamente o eixo reprodutivo.

Efeito da sazonalidade nos machos

Em um estudo recente pudemos observar que carneiros da raça Santa Inês no Sudeste brasileiro (22° S) apresentam variações em padrões biométricos, concentração de testosterona e qualidade espermática ao longo do ano, em geral, os parâmetros atingem seu máximo no outono e mínimo no inverno. Porém, a qualidade espermática se mantém aceitável durante todo o ano e não há restrições em termos do potencial utilidade destes animais ao longo das estações (Geraldo et al., 2024). Raças lanadas como a Lacaune, podem apresentar variações mais acentuadas na qualidade seminal ao longo do ano (motilidade de 86% e 67% no inverno e primavera, respectivamente), porém mantém parâmetros próximos ao considerado desejável (80% de motilidade e defeitos totais menores que 20%, CBRA [2013]) mesmo na contra estação (Oberst et al., 2011).

Tanto para carneiros quanto para bodes, a qualidade seminal após descongelamento não é superior de amostras coletadas na estação reprodutiva (Martínez-Madrid et al., 2021). Inclusive, bodes podem ter uma criotolerância inferior durante a estação reprodutiva (Martínez-Madrid et al., 2021; Vieira et al., 2021). Carneiros domésticos e selvagens também apresentam uma criotolerância inferior na estação reprodutiva, coincidindo com o momento de máxima produção de testosterona (Martínez-Fresnada et al., 2019).

Outra implicação interessante da estacionalidade reprodutiva, é que bodes podem secretar menos cortisol quando submetidos a eletroejaculação durante a estação reprodutiva, apesar de necessitarem de um maior número de estímulos para conclusão da coleta nessa fase, quando comparados à eletroejaculação na contra estação (Ungerfeld et al., 2021).

Estratégias para driblar a estacionalidade reprodutiva

Controle artificial do fotoperíodo

É possível manipular a quantidade de luz a qual os reprodutores são expostos de modo a mimetizar a saída de períodos de dias longos para entrada em fase de dias curtos e, dessa forma, induzir respostas similares às encontradas durante a estação reprodutiva. Classicamente os animais são expostos a 16 horas (e.g. luz das 04:00 até 20:00) de luz (98 lux na altura dos olhos) e 8 horas de escuridão por sessenta dias. Após a interrupção do tratamento, observa-se a retomada do comportamento reprodutivo e fêmeas começam a manifestar estro (revisado por Cosentino et al., 2022).

Em barracões que permitam um controle preciso do fornecimento de luz, alternar 30 dias longos (16h luz; 8h escuro) com 30 dias curtos (8h de luz; 16 h de escuro) durante todo o ano interrompe a manifestação de sazonalidade tanto em bodes quanto em carneiros (Pelletier & Almeida, 1987; Almeida & Pelletier 1988; Delgadillo et al 1991; 1992; 1995; Delgadillo & Cheminau 1992). Porém, esse nível de controle de luminosidade pode ser impraticável em propriedades que alojam os animais em barracões abertos. Para esses cenários, é possível manter os animais sob um regime de 30 dias longos (luz das 6h às 22h) intervalado por 30 dias de luz contínua (18h às 8h), mantendo 300 lux na altura dos olhos. Dessa forma é possível manter as concentrações de testosterona em nível mediano durante todo o ano, evitando a manifestação de sazonalidade e sem aumentar as concentrações plasmáticas de cortisol (Delgadillo et al. 2024). Esse padrão acelerado de controle de luminosidade 30 d longos /30 d com luz contínua não tem efeito nas fêmeas e é um procedimento proibido na União Européia (Abecia et al., 2024).

Interações sociais

A introdução repentina de machos em lotes de ovelhas ou cabras em anestro leva a um aumento da secreção de LH e ovulação desses animais em até 48 horas (Martin et al., 1986). Após esta primeira ovulação há um grande número de CL de curta duração, porém os ciclos posteriores tendem a ser normais. Estros férteis começam a acontecer entre 5-7 dias após a introdução do macho em cabras e entre 17-25 dias em ovelhas (Menchaca & Ungerfeld, 2024). Este retorno de ciclicidade após a introdução do macho se denomina efeito-macho.

A eficiência do efeito macho, é influenciada pelo comportamento do reprodutor. Animais mais ativos, ou seja, com maior libido manifestando maior frequência de comportamento de corte e tentativas de monta induzem um maior número de fêmeas quando comparado a animais “inativos” (Delgadillo et al., 2002, Vielma et al., 2009). Por isso é interessante que estes animais sejam estimulados previamente a sua utilização no efeito-macho. Tanto bodes quanto carneiros após receberem estímulo de 16 horas de luz/dia durante dois meses, entram em uma "curta temporada sexual" que se inicia cerca de 30 (carneiros) ou 45 (bodes) dias após o fim do tratamento com luz, e dura dois meses aproximadamente (Abecia et al., 2024).

Além das fêmeas, os machos também são suscetíveis a interações sociais, recentemente foi relatado o “male-to-male effect” (Delgadillo et al., 2022; Abecia et al., 2022, 2024). Esse fenômeno se caracteriza pela capacidade de machos que foram estimulados com tratamento de luz têm de estimular outros machos (tanto carneiros e bodes) a saírem da condição típica de contra-estação. Assim, machos em atividade sexual estimulam outros reprodutores que estavam em “repouso sexual” a liberar LH e a aumentar a produção de testosterona em apenas 6 horas após o contato e dura em torno de 30 dias. Os animais estimulados pelos reprodutores que foram submetidos ao tratamento de luz têm a mesma capacidade que estes para induzir estro em fêmeas em anestro.

Estímulo hormonal

Dentre as estratégias hormonais para mitigar os efeitos do anestro sazonal em carneiros, destacam-se o uso de eCG, hCG, GnRH e seus agonistas, prostaglandinas e melatonina.

Conforme revisado por Garza-Brenner et al., (2024) A aplicação da eCG tem demonstrado aumentar a concentração de testosterona, especialmente quando administrada em doses elevadas (≥ 1000 UI), ainda que seus efeitos sobre a qualidade seminal sejam inconsistentes. Estudos indicam que sua principal contribuição está na amplificação da libido, favorecendo a eficiência do efeito macho.

Os análogos de GnRH, promovem aumento transitório da liberação de LH e, por consequência, de testosterona, especialmente nas primeiras horas após a administração. Há relatos de que o uso de GnRH pode melhorar alguns parâmetros de qualidade seminal em bodes, porém deve-se levar em conta que o uso prolongado pode causar prejuízos decorrentes do feedback negativo. Em um estudo realizado em carneiros da raça Santa Inês, o uso da busarelina de forma contínua determinou em aumento imediato das concentrações circulantes de testosteronas, entretanto, este efeito já não foi evidenciado a partir de 14 dias

e havendo queda em alguns parâmetros da cinética espermática.

As prostaglandinas, particularmente PGF₂α e seus análogos como cloprostenol e dinoprost, têm efeito vasoconstritor e estimulam a contratilidade dos ductos epididimários, aumentando o volume ejaculado e a concentração espermática.

A melatonina, reconhecida por sua ação reguladora da sazonalidade reprodutiva, pode ser administrada por implantes para simular o encurtamento dos dias. Seus efeitos são mediados pela modulação do eixo hipotálamo-hipófise-gônadas e envolvem aumento da secreção pulsátil de gonadotrofinas. O uso de implantes subcutâneos de melatonina tem se mostrado eficaz em antecipar a retomada da atividade sexual e estimular a produção de testosterona, especialmente em raças lanadas com padrão sazonal mais acentuado. Além dos efeitos endócrinos, a melatonina atua como antioxidante nos espermatozoides e por isso tem sido avaliado seu uso em diluidores.

Considerações finais

A sazonalidade reprodutiva nos pequenos ruminantes representa um desafio significativo para a eficiência dos sistemas produtivos, especialmente em regiões de clima subtropical e temperado. Embora o impacto nos machos seja geralmente menos acentuado que nas fêmeas, flutuações na qualidade seminal, libido e secreção hormonal podem comprometer a fertilidade nos períodos de anestro. Compreender os mecanismos neuroendócrinos que regulam esse fenômeno é fundamental para a adoção de estratégias racionais de manejo.

Nesse contexto, a seleção de raças menos fotossensíveis, o uso do efeito macho, a manipulação do fotoperíodo e a aplicação de terapias hormonais representam ferramentas complementares para mitigar os efeitos da sazonalidade. A escolha da estratégia mais adequada deve considerar as particularidades de cada sistema de produção, os objetivos reprodutivos e as condições ambientais locais. Abordagens que valorizem alternativas não hormonais ou que utilizem hormônios de forma pontual e estratégica tendem a ser mais sustentáveis e compatíveis com as exigências atuais de bem-estar animal e produção limpa

Referências

- ABECIA, J.A.; CANTO, F.; KELLER, M.; PALACIOS, C.; CHEMINEAU, P.; DELGADILLO, J.A.** Exposure of rams in sexual rest to sexually activated males in spring increases plasma LH and testosterone concentrations. *Theriogenology*, v.192, p.116–121, 2022.
- ABECIA, J.A.; CHEMINEAU, P.; DELGADILLO, J.A.** Advances in photoperiodic and biostimulations of seasonal reproduction in small ruminants. *Small Ruminant Research*, v.235, p.107286, 2024.
- ALMEIDA, G.; PELLETIER, J.** Abolition of testis changes in the Ile-de-France ram by short light cycles: relationship to luteinizing hormone and testosterone release. *Theriogenology*, v.29, p.681–691, 1988.
- BALARO, M.F.A.; FONSECA, J.F.; OBA, E.; CARDOSO, E.C.; BRANDÃO, F.Z.** Is the Santa Inês sheep a typical non-seasonal breeder in the Brazilian Southeast? *Tropical Animal Health and Production*, v.46, p.1533–1537, 2014.
- BALARO, M.F.A.; MELLO, S.G.V.; SANTOS, A.S.; CAVALCANTI, L.M.; ALMOSNY, N.R.P.; FONSECA, J.F.; BRANDÃO, F.Z.** Reproductive seasonality in Saanen goats kept under tropical conditions. *Tropical Animal Health and Production*, v.50, p.1061–1069, 2018.
- CBRA – COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL.** Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal. 3. ed. Belo Horizonte, 2013.
- COELHO, L.A.; RODRIGUES, P.A.; NONAKA, K.O.; SASA, A.; BALIEIRO, J.C.C.; VICENTE, W.R.R.; CIPOLLA-NETO, J.** Annual pattern of plasma melatonin and progesterone concentrations in hair and wool ewe lambs kept under natural photoperiod at lower latitudes in the southern hemisphere. *Journal of Pineal Research*, v.41, p.101–107, 2006.
- COSENTINO, I.O.; PINTO, P.H.N.; BALARO, M.F.A.; BRANDÃO, F.Z.** Reprodução em pequenos ruminantes: aplicações práticas. *Revista Brasileira de Buiatria – Reprodução*, v.1, n.2, p.1–12, 2022.
- DELGADILLO, J.A.; ABECIA, J.A.; KELLER, M.; CHEMINEAU, P.** Socio-sexual interactions, an alternative to manipulate the reproduction of small ruminants. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.45, n.4, p.361–368, 2021.
- DELGADILLO, J.A.; CHEMINEAU, P.** Abolition of the seasonal release of luteinizing hormone and testosterone in Alpine male goats (*Capra hircus*) by short photoperiodic cycles. *Reproduction Nutrition Development*, v.32, p.361–371, 1992.
- DELGADILLO, J.A.; ESPINOZA-FLORES, L.A.; ABECIA, J.A.; HERNÁNDEZ, H.; KELLER,**

- M.; CHEMINEAU, P.** Sexually active male goats stimulate the endocrine and sexual activities of other males in seasonal sexual rest through the “buck-to-buck effect”. *Domestic Animal Endocrinology*, v.81, p.106746, 2022.
- DELGADILLO, J.A.; ESPINOZA-FLORES, L.A.; LÓPEZ-MAGAÑA, D.; HERNÁNDEZ, H.; KELLER, M.; CHESNEAU, D.; LAINÉ, A.L.; CHEMINEAU, P.** Maintenance of permanent sexual activity throughout the year in seasonal bucks using short photoperiodic cycles in open barns. *Animal*, v.18, p.101041, 2024.
- DELGADILLO, J.A.; FLORES, J.A.; VELIZ, F.G.; HERNÁNDEZ, H.F.; DUARTE, G.; VIELMA, J.; POINDRON, P.; CHEMINEAU, P.; MALPAUX, B.** Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days. *Journal of Animal Science*, v.80, p.2780–2786, 2002.
- DELGADILLO, J.A.; HOCHEREAU-DE REVIERS, M.T.; DAVEAU, A.; CHEMINEAU, P.** Effect of short photoperiodic cycles on male genital tract and testicular parameters in male goats (*Capra hircus*). *Reproduction Nutrition Development*, v.35, p.673–682, 1995.
- DELGADILLO, J.A.; LEBOEUF, B.; CHEMINEAU, P.** Abolition of seasonal variations in semen quality and maintenance of sperm fertilizing ability by photoperiodic cycles in goat bucks. *Small Ruminant Research*, v.9, p.47–59, 1992.
- DELGADILLO, J.A.; LEBOEUF, B.; CHEMINEAU, P.** Decrease in the seasonality of sexual behavior and sperm production in bucks by exposure to short photoperiodic cycles. *Theriogenology*, v.36, n.5, p.755–770, 1991.
- ESPÍRITO SANTO, C.; BALARO, M.F.; SANTOS, J.D.R.; CORREIA, L.F.L.; SOUZA, C.V.; TAIRA, A.R.; COSTA, M.M.C.; CARVALHO, A.B.S.; UNGERFELD, R.; BRANDÃO, F.Z.** Effect of photoperiod on reproductive performance of hair sheep rams in tropical conditions. *Animal Production Science*, v.62, n.2, p.152–162, 2021.
- GARNSWORTHY, P.C.** Reducing the environmental impact of animal production. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, v.26, p.1–6, 2018.
- GARZA-BRENNER, E.; FIERRO, S.; UNGERFELD, R.** Hormonal strategies to improve reproductive performance in rams during seasonal anestrus: A review. *Theriogenology*, v.215, p.36–45, 2024.
- GARZA-BRENNER, E.; SÁNCHEZ-DÁVILA, F.; MAULÉON-TOLENTINO, K.; ZAPATA-CAMPOS, C.C.; LUNA-PALOMERA, C.; HERNANDEZ-MELENDZ, J.; GONZÁLEZ-DELGADO, M.; VÁZQUEZ-ARMIJO, J.F.** Systematic review of hormonal strategies to improve fertility in rams. *Animal Reproduction*, v.21, n.2, e20240007, 2024.
- GERALDO, A.S.; PINTO, P.H.N.; CARVALHO, A.B.S.; COSTA, M.M.C.P.; SANTOS, J.D.R.; TAIRA, A.R.; COSENTINO, I.O.; FIGUEIREDO, B.R.R.; BALARO, M.F.A.; UNGERFELD, R.; BRANDÃO, F.Z.** Reproductive seasonality of hair rams under tropical conditions: an alternative for non-seasonal lamb production? *Tropical Animal Health and Production*, v.56, n.4, 2024.
- LINCOLN, G.A.; SHORT, R.V.** Seasonal breeding: nature’s contraceptive. *Recent Progress in Hormone Research*, v.36, p.1–52, 1980.
- Conselho Federal de Medicina Veterinária
- MARTIN, G.B.; OLDHAM, C.M.; COGNIE, Y.; PEARCE, D.T.** The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams – a review. *Livestock Production Science*, v.15, p.219–247, 1986.
- MARTÍNEZ-FRESNEDA, L.; O’BRIEN, E.; VELÁZQUEZ, R.; TOLEDANO-DÍAZ, A.; MARTÍNEZ-CÁCERES, C.M.; TESFAYE, D.; SCHELLANDER, K.; GARCÍA-VÁZQUEZ, F.A.; SANTIAGO-MORENO, J.** Seasonal variation in sperm freezability associated with changes in testicular germinal epithelium in domestic and wild sheep. *Reproduction, Fertility and Development*, v.31, p.1249–1259, 2019.
- MARTÍNEZ-MADRID, B.; CASTAÑO, C.; UREÑA, L.P.; FLIX, E.; VELÁZQUEZ, R.; LÓPEZ-SEBASTIÁN, A.; UNGERFELD, R.; ARREBOLA, F.A.; SANTIAGO-MORENO, J.** Seasonal changes in testosterone and thyroxine concentrations in Mediterranean rams and bucks and their relationship with sperm cryoresistance. *Livestock Science*, v.249, 104513, 2021.
- MENCHACA, A.; UNGERFELD, R.** Métodos hormonais e naturais para controle do ciclo estral. In: **LUZ, M.R.; CELEGHINI, E.C.; BRANDÃO, F.Z.** (eds). *Reprodução animal – coleção*. Barueri: Manole, 2024.
- OBERST, E.R.; SILVA FILHO, J.M.; NOGUEIRA, D.M.R.; FONSECA, J.F.** Seasonal variation in semen quality of Lacaune rams in Brazil. *Ciência Animal Brasileira*, v.12, p.472–480, 2011.
- PAMPORI, Z.A.; SHEIKH, A.A.; AARIF, O.; HASIN, D.; BHAT, I.A.** Physiology of reproductive seasonality in sheep – an update. *Biological Rhythm Research*, v.50, p.1–13, 2018.

-
- PELLETIER, J.; ALMEIDA, G.** Short light cycles induce persistent reproductive activity in Ile-de-France rams. *Journal of Reproduction and Fertility*, v.34, p.215–226, 1987.
- PINO, F.A.** Sazonalidade na agricultura. *Revista de Economia Agrícola*, v.61, n.1, p.63–93, 2014.
- ROWAN, W.** Relation of light to bird migration and developmental changes. *Nature*, v.115, p.494–495, 1925.
- SOARES, F. N.; OLIVEIRA, M. E. F.; PADILHA-NAKAGHI, L. C.; OLIVEIRA, L. G.; FELICIANO, M. A. R.; OLIVEIRA, F. B. B.; TEIXEIRA, P. P. M.; VICENTE, W. R. R.; FATURI, C.; RODRIGUES, L. F. S.** Desempenho reprodutivo e produtivo de ovelhas Santa Inês submetidas à reprodução em diferentes períodos do clima tropical úmido amazônico. *Tropical Animal Health and Production*, v. 47, p. 1527–1536, 2015.
- THIMONIER, J.** Controle da reprodução sazonal em ovelhas e cabras por luz e hormônios. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement*, v. 30, p. 33–45, 1981.
- UNGERFELD, R.; VIERA, M. N.; FREITAS-DE-MELO, A.; GIRIBONI, J.; CASURIAGA, D.; SILVEIRA, P.** Sazonalidade da resposta ao estresse em bodes caprinos quando há uso de electroejaculação para coleta de sêmen. *Animal Reproduction Science*, v. 226, p. 106719, 2021.
- UNGERFELD, R.** Manejo da estacionalidade reprodutiva em pequenos ruminantes. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, v. 24, p. 111–116, 2016.
- VIELMA, J.; CHEMINEAU, P.; POINDRON, P.; MALPAUX, B.; DELGADILLO, J. A.** O comportamento sexual do macho contribui para a manutenção da alta pulsatilidade de LH em cabras fêmeas anéstricas. *Hormones and Behavior*, v. 56, p. 444–449, 2009.
- VIERA, M. N.; UNGERFELD, R.; VELÁZQUEZ, R.; SANTIAGO-MORENO, J.** Relação entre as mudanças sazonais nas concentrações plasmáticas de testosterona e tiroxina com a criorresistência do esperma em bodes Gabon. *Tropical Animal Health and Production*, v. 53, p. 370, 2021.
- WEEMS, P. W.; GOODMAN, R. L.; LEHMAN, M. N.** Mecanismos neurais que controlam a reprodução sazonal: princípios derivados do modelo de ovelha e sua comparação com hamsters. *Frontiers in Neuroendocrinology*, v. 37, p. 43–51, 2015.
- YEATES, N. T. M.** A estação de acasalamento das ovelhas com particular referência à sua modificação por meios artificiais usando luz. *Journal of Agricultural Science*, v. 39, p. 1–40, 1949.
-