

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 13/11/2024

At the author's request, the full text of this thesis/dissertation will not be available online until November 13, 2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

CARACTERIZAÇÃO DE PERDAS GESTACIONAIS EM VACAS DE CORTE *BOS*
INDICUS RECEBENDO PROTOCOLO DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO
FIXO.

CAMILA PIRES PRADO

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Zootecnia.

BOTUCATU – SP
Março 2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

CARACTERIZAÇÃO DE PERDAS GESTACIONAIS EM VACAS DE CORTE *BOS*
INDICUS RECEBENDO PROTOCOLO DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO
FIXO.

CAMILA PIRES PRADO

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Fernandes Cooke

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Zootecnia.

BOTUCATU – SP
Março 2024

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: MARIA CAROLINA A. CRUZ E SANTOS-CRB 8/10188

Prado, Camila Pires.

Caracterização de perdas gestacionais em vacas de corte
Bos indicus recebendo protocolo de inseminação artificial em
tempo fixo / Camila Pires Prado. - Botucatu, 2024

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia,
Botucatu

Orientador: Reinaldo Fernandes Cooke

Capes: 50405004

1. Zebu. 2. Inflamação. 3. Prenhez. 4. Bovinos de corte.

Palavras-chave: *Bos indicus*; Inflamação; Perda de gestação;
Vacas de corte.

ATESTADO DE APROVAÇÃO - DEFESA

Atestamos que **CAMILA PIRES PRADO**, RA nº: ZNP220078, RG nº 45.955.860-2, expedido pela SSP/SP, defendeu, no dia 13/03/2024, a dissertação intitulada **CARACTERIZAÇÃO DE PERDAS GESTACIONAIS EM VACAS DE CORTE BOS INDICUS RECEBENDO PROTOCOLO DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO.** , junto ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Curso de Mestrado Acadêmico, tendo sido 'APROVADA'.

Atestamos ainda que a obtenção do título dependerá de homologação pelo Órgão Colegiado competente.

Botucatu, 13 de março de 2024



Cláudia Cristina Moreci
Assistente Administrativo
Seção de Pós-Graduação / FMVZ

BIOGRAFIA DO AUTOR

Camila Pires Prado – nascida em 16 de janeiro de 1997, na cidade de Piracicaba/SP, filha de Abiezer dos Santos Prado e Walkiria Pires Prado, ingressou no curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) Câmpus de Botucatu, em fevereiro de 2016 e graduou-se em dezembro de 2021. Em março de 2022 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) Câmpus de Botucatu, onde foi bolsista pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Atua na área de produção e reprodução de bovinos.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, por sempre me guiar e proteger, por todas as experiências e pessoas que colocou na minha vida.

A minha mãe Walkiria, meu pai Abiezer, minha irmã Giovana e a toda minha família que sempre acreditou em meus sonhos, que me incentivaram nos momentos difíceis e sempre me apoiaram em todas as decisões, obrigada por todas as orações e apoio.

A minha banca de mestrado: professor Reinaldo Cooke, professor Zequinha e Leandro Cruppe, por me orientar e contribuir no meu processo de formação desde a graduação. Obrigada pelas cobranças, oportunidades, puxões de orelha, convívio, conselhos e exemplo para meu crescimento pessoal e profissional.

As fazendas por permitir a realização do experimento e aos funcionários e estagiários, que foram essenciais para realização, sempre me ajudando e se disponibilizando para colaborar com estudo.

A Susi e ao Anderson por toda ajuda, companheirismo e apoio desde o início, por toda dedicação e horas de estrada, por nunca medirem esforços para me ajudar. A todas as pessoas que fizeram parte da Master Cria e sempre participaram e ajudaram nos projetos, em especial Maurilio Gomes e Vinicius Moressi.

À República Coxera, pela amizade e companheirismo. Em especial a Porta, Glúten, Troglo, Meq, O neg., Xoxo, Regis e Istorie. Ao pessoal da UNESP, por todo período de convívio, amizade e companheirismo: em especial todos os amigos da CONAPEC Jr.

Aos funcionários da seção de pós-graduação da UNESP – Botucatu e ao departamento de Produção Animal e Medicina Veterinária Preventiva.

Aos alunos dos professores Cooke/Pohler por me receberem e acolherem tão bem. E a todos os amigos, aprendizados e experiências que a Texas A&M me proporcionou.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq), pela bolsa fornecida.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO GERAL

Este estudo avaliou as perdas gestacionais do 30º dia de gestação até o parto em fêmeas *Bos indicus* e avaliou se o efeito das concentrações séricas de haptoglobina durante o início da gestação impactam nas perdas gestacionais subsequentes. Foram utilizadas 4.926 fêmeas Nelore, sendo 1.802 nulíparas precoces (13 meses $\pm$ 1), 1.356 nulíparas convencionais (21 meses $\pm$ 3), 887 vacas primíparas lactantes e 881 vacas múltiparas lactantes. Todas as fêmeas foram submetidas a um protocolo de sincronização da ovulação, iniciado no dia -11, para posterior inseminação artificial em tempo fixo (IATF) no dia 0 do experimento. O diagnóstico de gestação (DG) foi realizado por ultrassonografia transretal no D30, D60, D150 e avaliada taxa de parição com nascimento do bezerro. Amostras de sangue foram coletadas de todas as fêmeas diagnosticadas como prenhes no D30 e analisadas quanto às concentrações séricas de haptoglobina e glicoproteínas associadas à gestação (PAGs). A maior ($P < 0,01$) incidência de perda gestacional foi observada do D60 ao D150 (10,2% 210/2035), seguida pelas perdas do D150 ao parto (7,4% 140/1825) que foi maior ($P = 0,04$) do que a incidência de perdas entre os dias 30 e 60 (6,0% 129/2164). A perda gestacional do D30 ao D60 não diferiu ($P = 0,26$) entre as paridades, porém as perdas gestacionais do D30 ao parto foram maiores ($P < 0,01$) em novilhas precoces (28,4% 177/642) e convencionais (27,1% 167/645), em comparação com as primíparas (16,4% 71/391) e múltiparas (13,0% 64/486). As concentrações séricas de PAG no D30 foram menores ($P \leq 0,03$) nas vacas que perderam a gestação (5,63 ng/mL) do D30 ao D60, bem como naquelas que perderam a gestação do D30 ao parto (8,59 ng/mL) em comparação com as que mantiveram a gestação (9,39 e 9,32 ng/mL, respectivamente). Não foram observadas diferenças nas concentrações séricas de PAGs no D30 ($P \geq 0,23$) de acordo com as perdas gestacionais do D60 ao parto. A concentração sérica de haptoglobina no D30 também não diferiu ($P \geq 0,48$) entre vacas que mantiveram ou perderam a gestação, independentemente do período. Como conclusão, este estudo fornece novas informações sobre perdas gestacionais após o 30º dia de gestação em fêmeas *Bos indicus*, demonstrando que a maior incidência de perdas ocorreu após o dia 60 de gestação (mortalidade fetal) e não afetadas por inflamação sistêmica durante o início da gestação. Ainda, a incidência de perdas gestacional em novilhas precoces e convencionais foi aproximadamente duas vezes maior quando comparada à primíparas e múltiparas, demonstrando a relevância e potencial impacto produtivo desta falha reprodutiva nessa categoria, crucial para reposição dos rebanhos.

Palavras-chave: *Bos indicus*, vacas de corte, inflamação, perda de gestação.

ABSTRACT

Characterizing pregnancy losses in *Bos indicus* beef cows receiving a fixed-timed artificial insemination protocol.

This experiment evaluated pregnancy losses from day 30 of gestation to calving in *Bos indicus* females, and evaluated if serum haptoglobin concentrations during early gestation impacts subsequent pregnancy losses. A total of 4926 Nelore females were used, being 1802 nulliparous heifers inseminated as yearlings (precocious heifers), 1356 nulliparous heifers inseminated at 24 months of age (conventional heifers), 887 suckling primiparous cows, and 881 suckling multiparous cows. Cows were assigned to an ovulation synchronization + fixed-time artificial insemination (**FTAI**) protocol from day 11 to 0 of the experiment. Pregnancy status was verified using transrectal ultrasonography on days 30 and 60 after FTAI, via transrectal palpation on day 150 after FTAI, and according to calf birth. Blood samples were collected from all animals diagnosed pregnant on day 30 after FTAI, and analyzed for serum concentrations of haptoglobin and pregnancy associated glycoproteins (**PAG**). Pregnancy loss was greater ($P < 0.01$) from day 60–150 of gestation (10.2 %) compared with day 30–60 of gestation (6.0 %) and with day 150 of gestation to calving (7.4 %), and differed ($P = 0.04$) between these latter two periods. Pregnancy loss from day 30–60 of gestation did not differ ($P = 0.26$) among parities, whereas total pregnancy losses (day 30 to calving) were greater ($P < 0.01$) in precocious (28.4 %) and conventional (27.1 %) heifers compared with primiparous (16.4 %) and multiparous (13.0 %) cows. Serum PAG concentrations on day 30 after FTAI were less ($P \leq 0.03$) in cows that lost the pregnancy (5.63 ng/mL) from day 30–60 of gestation, as well as those that lost the pregnancy from day 30 to calving (8.59 ng/mL) compared with cohorts that maintained the pregnancy (9.39 and 9.32 ng/mL, respectively). No differences in serum PAG concentrations on day 30 after FTAI were noted ($P \geq 0.23$) according to pregnancy losses from day 60 to calving. Serum haptoglobin concentration on day 30 after FTAI also did not differ ($P \geq 0.48$) between cows that maintained or lost the pregnancy. This experiment provides novel information about pregnancy losses after day 30 of gestation in *B. indicus* cattle, with most losses occurring as fetal mortality and not affected by systemic inflammation during early gestation. Pregnancy losses were nearly doubled in precocious and conventional heifers compared with parous cows, demonstrating the relevance of this reproductive failure to *B. indicus* replacement heifers.

Key Words: *Bos indicus*, beef females, inflammation, pregnancy loss.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1

Figura 1. Período de perdas e desenvolvimento fisiológico da gestação em bovinos.....	3
--	---

CAPÍTULO 2

Figura 1. Taxa de prenhez e perdas de gestação em vacas de corte <i>Bos indicus</i> submetidas a um protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF)	27
Figura 2. Probabilidade de perda de gestação, do 30º ao 60º dia de gestação e do 30º dia de gestação até o parto, em vacas de corte <i>Bos indicus</i> de acordo com as concentrações séricas de glicoproteínas associadas à gestação (PAGs) no 30º dia de gestação.....	31
Figura 3. Probabilidade de perda de gestação, do 30º ao 60º dia de gestação e do 30º dia de gestação até o parto, em vacas de corte <i>Bos indicus</i> de acordo com as concentrações séricas de PAGs no 30º dia de gestação e paridade	31

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1 Expressão do estro e escore de condição corporal (ECC) em vacas de corte <i>Bos indicus</i> de acordo com o sucesso da prenhez a uma inseminação artificial em tempo fixo (IATF).....	28
Tabela 2. Escore de condição corporal (ECC), respostas reprodutivas e fisiológicas de acordo com a paridade em vacas de corte <i>Bos indicus</i> submetidas a um protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF).....	29
Tabela 3. Expressão de cio e concentração sérica de haptoglobina e glicoproteínas associadas à gestação (PAG) de acordo com a perda gestacional em vacas de corte <i>Bos indicus</i>	30
Tabela 4. Concentração sérica de glicoproteínas associadas à gestação (PAG) e resultados reprodutivos em vacas de corte <i>Bos indicus</i> submetidas a um protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Os resultados são relatados de acordo com 4 touros com > 200 e agrupados de acordo com o total de perdas gestacionais (2 touros por grupo).....	32

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

DG	Diagnostico de Gestação
IATF	Inseminação Artificial em Tempo Fixo
FMVZ	Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
PAGs	Glicoproteínas Associadas à Gestação
TETF	Transferência de Embriões de em Tempo Fixo
IBR	Rinotraqueíte Infecciosa Bovina
BVD	Diarreia Viral Bovina
ECC	Escore de Condição Corporal
P4	Progesterona
CL	Corpo Lúteo
mg	miligrama
eCG	Gonadotrofina Coriônica Equina
UI	Unidade Internacional
GL	Grau de Liberdade

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

Introdução	2
1. Revisão de Literatura	3
1.1 Caracterização dos períodos de perda gestacional	3
1.1.1 Perda embrionária precoce	3
1.1.2 Perda embrionária tardia / perda fetal precoce	4
1.1.3 Perda fetal tardia / aborto	4
1.2 Glicoproteínas Associadas a Gestação (PAGs)	5
1.3 Haptoglobina	6
1.4 Genética	7
1.5 Categoria	8
Referências	9

CAPÍTULO 2. “Characterizing pregnancy losses in *Bos indicus* beef cows receiving a fixed-timed artificial insemination protocol.”

1. Introdução	22
2. Materiais e Métodos	23
2.1. Animais e Manejo Reprodutivo	23
2.2. Diagnostico de Gestação	24
2.3. Escore de Condição Corporal.	25
2.4. Detecção de estro	25
2.5 Amostras de Sangue	25
2.6 Análise Estatística	26
3. Resultados	27
4. Discussão	33
5. Conclusões	37
6. Implicações	38
Referências	39

CAPÍTULO 1

Considerações Iniciais

INTRODUÇÃO

A gestação bem-sucedida é essencial para a produção de bezerros saudáveis e lucrativos. O manejo e planejamento adequado da reprodução do rebanho é essencial para garantir o aumento da produtividade, e a otimização da eficiência reprodutiva, contribui para minimizar os custos operacionais e maximizar os retornos financeiros dos produtores. Investir na melhoria da eficiência reprodutiva envolve utilização de biotecnologias, seleção de touros e matrizes, acompanhamento do ciclo reprodutivo, detecção precoce de problemas de fertilidade e a implementação de estratégias de manejo reprodutivo, sanitário e nutricional adequadas. Ao maximizar a taxa de concepção e minimizar as perdas gestacionais, temos a oportunidade de aumentar a quantidade de quilos de bezerro desmamado/vaca/ano, aumentando assim a produtividade e rentabilidade do sistema (Vasconcelos et al., 2017).

A perda gestacional em bovinos de corte representa um desafio significativo na indústria pecuária, os estudos relacionados demonstram a importância do impacto econômico, quando um animal é mantido no rebanho por um longo ciclo, mas não resulta em um produto comercializável (Dunne et al., 2000; Berg et al., 2010). No entanto, as abordagens para detecção de falhas reprodutivas em bovinos de corte não seguem padrões uniformes, principalmente devido às particularidades das operações em rebanhos comerciais, o que dificulta a determinação precisa dos momentos das perdas, seja de fertilização, perda embrionária tardia ou perda fetal. (Reese et al., 2020).

Diversos fatores podem contribuir para a perda de gestação em bovinos, e é importante entender que muitas vezes é resultado da interação destes, predisposições ou condições ambientais, como doenças e estresse nutricionais (Grooms et al., 2005; Pohler et al., 2020). Portanto a compreensão das causas, fatores de risco e adoção de estratégias de manejo para minimizar tal ocorrência se mostram cruciais para a sustentabilidade e sucesso da produção de carne bovina.

O monitoramento das perdas gestacionais é algo recente e carente em pesquisa em gado de corte quando se comparado as pesquisas em gado de leite, no entanto, é um tema em constante expansão e de crescente relevância.

5. CONCLUSÃO

Este experimento fornece novas informações sobre perdas gestacionais em bovinos de corte *Bos indicus*, que totalizaram 22,1% de perda do 30º dia de gestação até o parto e a maioria (17,2%) ocorreu como mortalidade fetal após o 60º dia de gestação. Novilhas nulíparas criadas em programas precoces ou convencionais experimentaram a maior incidência de perdas de prenhez entre as paridades, enquanto novilhas precoces também tiveram taxas de prenhez e parto inferiores em comparação com novilhas convencionais e vacas paridas. Esses resultados estão associados ao atraso na maturação sexual de fêmeas de *B. indicus*, particularmente em novilhas nulíparas inseminadas com um ano de idade. Contrariamente à nossa hipótese, a inflamação sistêmica durante o início da gestação não contribuiu para o fracasso da gestação, uma vez que as concentrações séricas de haptoglobina no dia 30 da gestação não foram associadas a perdas subsequentes da gestação. No entanto, este experimento também corrobora as concentrações séricas de PAG no dia 30 de gestação como preditor de perda de gestação durante os 30 dias subsequentes e como marcador para identificar touros que produzem baixas perdas de gestação em rebanhos de corte *Bos indicus*.

6. IMPLICAÇÕES

O estudo atual apresenta contribuições para pesquisadores quanto para pecuaristas na área da reprodução animal. Isto se deve ao fato de que o estudo apresentou resultados significativos sobre as perdas gestacionais em fêmeas da raça *Bos indicus* submetidas à IATF. Além disso, é importante ressaltar que esse tópico possui grandes impactos econômicos no sistema da pecuária de corte. Ao compreendermos a magnitude desse impacto e considerarmos os fatores que o influenciam, surgem oportunidades para ajustes operacionais que podem aprimorar os resultados no que diz respeito à manutenção da gestação, resultando, consequentemente, em uma taxa de parição mais elevada. Isso, por sua vez, tem implicações positivas significativas no âmbito econômico do sistema de produção de carne.

REFERÊNCIAS

AONO, F., COOKE, R.F., ALFIERI, A., VASCONCELOS, J.L.M., 2013. **Effects of vaccination against reproductive diseases on reproductive performance of beef cows submitted to fixed-timed AI in Brazilian cow-calf operations.** Theriogenology 79, 242–248.

ARFUSO F., MINUTI A., LIOTTA L., GIANNETTO C., TREVISI E., PICCIONE G., LOPREIATO V.. **Stress and inflammatory response of cows and their calves during peripartum and early neonatal period.** Theriogenology 2023;196:157-66.

CARVALHO RS, COOKE RF, CAPPELLOZZA BI, PERES RFG, POHLER KG, VASCONCELOS JLM. **Influence of body condition score and its change after parturition on pregnancy rates to fixed-timed artificial insemination in *Bos indicus* beef cows.** Anim Reprod Sci 2022;243:107028. <https://doi.org/10.1016/j.animreprosci.2022.107028>.

CATUSSI B.L., DE MELO C., DA SILVA L.G., DE ABREU L.A., KOURY FILHO W., LOBO R.B., D'OCCHIO M.J., BARUSELLI P.S.. **Influence of nutrition and genetic selection for puberty on the reproductive response of Nelore heifers submitted to fixed-time AI and oocyte recovery with in vitro fertilization.** Livest Sci 2023;274:105263. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2023.105263>.

COOKE R.F., ARTHINGTON J.D., ARAUJO D.B., LAMB G.C.. **Effects of acclimation to human interaction on performance, temperament, physiological responses, and pregnancy rates of Brahman-crossbred cows.** J Anim Sci 2009;87:4125–32. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2021>.

COOKE R.F., ARTHINGTON J.D.. **Concentrations of haptoglobin in bovine plasma determined by ELISA or a colorimetric method based on peroxidase activity.** Anim Physiol Anim Nutr 2013;97:531-6. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2012.01298.x>.

COOKE R.F., CARDOSO R.C., CERRI R.L., LAMB G.C., POHLER K.G., RILEY D.G., VASCONCELOS J.L.. **Cattle adapted to tropical and subtropical environments: genetic**

and reproductive considerations. J Anim Sci 2020;98: skaa015.
<https://doi.org/10.1093/jas/skaa015>

COOKE R.F., LAMB G.C., VASCONCELOS J.L.M., POHLER K.G.. **Effects of body condition score at initiation of the breeding season on reproductive performance and overall productivity of Bos taurus and B. indicus beef cows.** Anim Reprod Sci 2021;232:106820. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2021.106820>

COOKE R.F., SCHUBACH K.M., MARQUES R.S., PERES R.F.G., SILVA L.G.T., CARVALHO R.S., CIPRIANO R.S., BOHNERT D.W., PIRES A.V., VASCONCELOS J.L.M.. **Effects of temperament on physiological, productive, and reproductive responses in beef cows.** J Anim Sci 2017;95:1-8. <https://doi.org/10.2527/jas2016.1098>.

COOKE, R. F., & ARTHINGTON, J. D. (2013). **Concentrations of haptoglobin in bovine plasma determined by ELISA or a colorimetric method based on peroxidase activity.** Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 97(3), 531-536.

DAVENPORT K.M., ORTEGA M.S., JOHNSON G.A., SEO H., SPENCER T.E.. **Implantation and placentation in ruminants.** Animal 2023;17:100796.
<https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100796>

DISKIN M., WATERS S., PARR M., KENNY, D.. **Pregnancy losses in cattle: potential for improvement.** Reprod Fertil Dev 2016;28:83–93. <https://doi.org/10.1071/RD15366>

EALY A.D.. **Pregnancy losses in livestock: an overview of the physiology and endocrinology symposium for the 2020 ASAS-CSAS-WSASAS Virtual Meeting.** J Anim Sci 2020;98:skaa277. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa277>.

FRANCO G.A., PERES R.F., MARTINS C., REESE S.T., VASCONCELOS J.L.M., POHLER K.G.. **Sire contribution to pregnancy loss and pregnancy-associated glycoprotein production in Nelore cows.** J Anim Sci 2018;96:632-40.
<https://doi.org/10.1093/jas/sky015>

GALVAO K.N., SANTOS J.E., JUCHEM S.O., CERRI R.L., COSCIONI A.C., VILLASENOR M.. **Effect of addition of a progesterone intravaginal insert to a timed insemination protocol using estradiol cypionate on ovulation rate, pregnancy rate, and late embryonic loss in lactating dairy cows.** J Anim Sci 2004;82:3508-17. <https://doi.org/10.2527/2004.82123508x>

GATEA A.O., SMITH M.F., POHLER K.G., EGEN T., PEREIRA M.H., VASCONSELOS J.L., LAWRENCE J.C., GREEN J.A.. **The ability to predict pregnancy loss in cattle with ELISAs that detect pregnancy associated glycoproteins is antibody dependent.** Theriogenology 2018;108:269-76. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.12.021>.

GREEN, J. A., T. E. PARKS, M. P. AVALLE, B. P. TELUGU, A. L. MCLAIN, A. J. PETERSON, W. MCMILLAN, N. MATHIALAGAN, R. R. HOOK, S. XIE, ET AL. 2005. **The establishment of an ELISA for the detection of pregnancy-associated glycoproteins (PAGs) in the serum of pregnant cows and heifers.** Theriogenology 63:1481–1503. doi:10.1016/j.theriogenology.2004.07.011

HANSEN P.J.. **The incompletely fulfilled promise of embryo transfer in cattle - why aren't pregnancy rates greater and what can we do about it?** J Anim Sci 2020;98:skaa288. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa288>

HORADAGODA N.U., KNOX K.M.G., GIBBS H.A., REID S.W.J., HORADAGODA A., EDWARDS S.E.R., ECKERSALL P.D.. **Acute phase proteins in cattle: discrimination between acute and chronic inflammation.** Vet J 1999;144:437-41. <https://doi.org/10.1136/vr.144.16.437>

LOPEZ-GATIUS F., GARBAYO J.M., SANTOLARIA P., YANIZ J., AYAD A., DE SOUSA N.M., BECKERS J.F.. **Milk production correlates negatively with plasma levels of pregnancy-associated glycoprotein (PAG) during the early fetal period in high producing dairy cows with live fetuses.** Domest Anim Endocrinol 2007;32:29-42. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2005.12.007>

MENEGHETTI M, SÁ FILHO OG, PERES RFG, LAMB GC, VASCONCELOS JLM. 2009. **Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *B. indicus* cows I: Basis for development of protocols.** Theriogenology, 72:179-189, 2009.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE (NASEM). **Nutrient requirements of beef cattle. (8th ed.). Animal Nutrition Series.** National Academy Press, Washington, DC, USA. <https://doi.org/10.17226/19014>.

PEREIRA M.H.C., RODRIGUES A.D., CARVALHO R.J., WILTBANK M.C., VASCONCELOS J.L.M.. **Increasing length of an estradiol and progesterone timed artificial insemination protocol decreases pregnancy losses in lactating dairy cows.** J Dairy Sci 2014;97:1454-64. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7287>

PEREIRA M.H.C., WILTBANK M.C., VASCONCELOS J.L.M. **Expression of estrus improves fertility and decreases pregnancy losses in lactating dairy cows that receive artificial insemination or embryo transfer.** J Dairy Sci 2016;99:2237-47. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9903>.

POHLER K.G., PERES R.F., GREEN J.A., GRAFF H., MARTINS T., VASCONCELOS J.L., SMITH M.F.. **Use of bovine pregnancy-associated glycoproteins to predict late embryonic mortality in postpartum Nelore beef cows.** Theriogenology 2016;85:1652-9. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.01.026>.

POHLER K.G., REESE S.T., FRANCO G.A., OLIVEIRA FILHO R.V., PAIVA R., FERNANDEZ L., MELO G.D., VASCONCELOS J.L., COOKE R.F., POOLE R.K.. **New approaches to diagnose and target reproductive failure in cattle.** Anim Reprod 2020;17:e20200057. <https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2020-0057>.

REESE S.T., FRANCO G.A., POOLE R.K., HOOD R., MONTERO L.F., OLIVEIRA FILHO R.V., COOKE R.F., POHLER, K.G.. **Pregnancy loss in beef cattle: A meta-analysis.** Anim Reprod Sci 2020;212: 106251. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.106251>.

REESE, S. T., M. H. C. PEREIRA, J. L. EDWARDS, J. L. M. VASCONCELOS, AND K. G. POHLER. 2018. **Pregnancy diagnosis in cattle using pregnancy associated glycoprotein concentration in circulation at day 24 of gestation.** *Theriogenology*. 106:178–185. doi:10.1016/j.theriogenology.2017.10.020

REESE, S. T., T. W. GEARY, G. A. FRANCO, M. E. WEHRMAN, P. J. HANSEN, T. E. SPENCER, AND K. G. POHLER. 2016. **Pregnancy associated glycoproteins (PAGs) in high vs subfertility heifers.** Society for the Study of Reproduction Annual Meeting, San Diego, CA.

RIBEIRO E.S., CARVALHO M.R.. **Impact and mechanisms of inflammatory diseases on embryonic development and fertility in cattle.** *Anim Reprod* 2017;14:589-600. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR1002>.

RICHARDS M.W., SPITZER J.C., WARNER M.B.. **Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle.** *J Anim Sci* 1986;62:300-6. <https://doi.org/10.2527/jas1986.622300x>

RODRIGUES, A., COOKE, R., CIPRIANO, R., SILVA, L., CERRI, R., CRUPPE, L., MENEGHETTI, M., POHLER, K., AND VASCONCELOS, J., 2018. **Impacts of estrus expression and intensity during a timed-AI protocol on variables associated with fertility and pregnancy success in Bos indicus-influenced beef cows.** *J. Anim. Sci.* 96, 236-249.

SALES A., CAPPELLOZZA B.I., VILELA E., JÚNIOR I.C., SÁ FILHO O.G., VASCONCELOS J.L.. **Effects of estradiol cypionate dosage and body condition on reproductive performance of Nelore cattle synchronized for timed-artificial insemination.** *Theriogenology* 2023;210:207-13. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2023.07.032>

SANTO B.S.E., CATUSSI B.L.C., DE ABREU L.A., REBEIS L.M., BARUSELLI P.S.. **Factors that affect pregnancy rate and pregnancy loss in young Nelore heifers synchronized for TAI.** *Anim Reprod* 2022;19:E22064. <http://dx.doi.org/10.1590/1984-3143-AR20220064>.

SÁ FILHO OG, MENEGHETTI M, PERES RFG, LAMB GC, VASCONCELOS JLM. **Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cattle: II. Strategies and factors affecting fertility.** Theriogenology (2009), doi:10.1016/j.theriogenology.2009.02.008.

VASCONCELOS J.L., CARVALHO R., PERES R.F., RODRIGUES A.D., JUNIOR I.C., MENEGHETTI M., AONO F.H., COSTA W.M., LOPES C.N., COOKE R.F., POHLER K.G. **Reproductive programs for beef cattle: incorporating management and reproductive techniques for better fertility.** Anim Reprod 2017;14:547-57. <https://doi.org/10.21451/1984-3143-AR998>.

WAGNER, J. J., K. S. LUSBY, J. W. OLTJEN, J. RAKESTRAW, R. P. WETTEMANN, AND L. E. WALTERS. 1988. **Carcass composition in mature Hereford cows: Estimation and effect on daily metabolizable energy requirement during winter.** J. Anim. Sci. 66:603–612.

WALLACE R.M., POHLER K.G., SMITH M.F., GREEN J.A.. **Placental PAGs: gene origins, expression patterns, and use as markers of pregnancy.** Reproduction 2015;149:R115-26. <https://doi.org/10.1530/REP-14-0485>