

Abanico Veterinario. Janeiro-Dezembro 2021; 11:1-10. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2021.14>
Artigo Original. Recebido: 27/06/2020. Aceito: 02/03/2021. Publicado: 25/03/2021. Chave: e2020-65.

Efeito dum protocolo de prostaglandina de curto prazo na sincronização e resultados reprodutivos em cabras cíclicas

Effect of a short-term prostaglandin protocol upon synchronization and reproductive outcomes in cyclic goats

Rivas-Muñoz Raymundo¹ , Zúñiga-García Santiago² , Arellano-Rodríguez Gerardo³ , Arellano-Rodríguez Fernando³ , Gaytán-Alemán Leticia³ , Contreras-Villarreal Viridiana^{3*} 

¹Instituto Tecnológico de Torreón, Carretera Torreón-San Pedro de las Colonias KM 7.5, Ejido Ana, 27170, Torreón, Coahuila, México. ²Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Venecia, Villanópolis, 35018, Gómez Palacio, Durango. México. ³Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, Periférico Raúl López Sánchez, Valle Verde, 27054, Torreón, Coahuila, México. *Autor para correspondência. Correo-e: dra.viridianac@gmail.com, raymundorivasmuoz@yahoo.com.mx, s_zuniga83@hotmail.com, gveterinarioarellano@gmail.com, fernandoarellano_13@yahoo.com.mx, zukygay_7@hotmail.com

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a resposta reprodutiva de cabras cíclicas do norte do México (26°N) submetidas a dois protocolos de administração de prostaglandinas (PG; 5 dias vs 10 dias) para sincronizar a resposta estral. Formaram-se dois grupos de cabras adultas cíclicas da raça Alpina Francesa. O grupo G5 (n = 10) recebeu a primeira injeção de PG (0,2 ml; 160 µg de cloprostenol) em d -5 e o grupo G10 (n = 10) recebeu a primeira injeção de PG em d -10. Ambos os grupos receberam a segunda injeção de PG em d 0 (1º de novembro). A resposta reprodutiva geral após a segunda injeção de PG foi semelhante (P > 0,05) entre os dois tratamentos. Resposta ao estro = 60% para ambos os grupos, latência ao estro = 68h vs 52h, ovulação = 80% vs 60% (G5 vs G10, respectivamente; P > 0,05). Como não houve diferenças entre os grupos, a administração do tratamento G5 parece ser uma alternativa interessante ao uso dum protocolo curto, uma vez que gerou uma importante resposta reprodutiva.

Palavras-chave: cabras alpinas francesas, estação reprodutiva, sincronização de cio, prostaglandinas, resposta reprodutiva.

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the reproductive response of cyclic goats in northern Mexico (26° N) subjected to two administration schemes of prostaglandins (PG; 5 days vs. 10 days) to synchronize estrus response. Cyclic adult French-Alpine goats were allocated in two groups. Group G5 (n = 10), received the first PG-injection (0.2 ml; 160 µg cloprostenol) on d -5 and group G10 (n = 10) received the first PG-injection on d -10. Both groups received the second PG-injection on d 0. General reproductive outcomes after second PG-administration were similar (P>0.05) between treatments. Estrus response= 60% for both groups, estrus latency= 68h vs 52h, ovulation= 80% vs 60% (G5 vs G10, respectively; P>0.05). Since no differences occurred between groups, administration of the G5 treatment seems to be an interesting short-term synchronizing alternative protocol in that it generated important reproductive outcomes.

Keywords: French-Alpine goats; breeding season; estrus synchronization; prostaglandins; reproductive outcomes.

INTRODUÇÃO

Em pequenos ruminantes, a maioria dos protocolos reprodutivos para sincronizar os ciclos estrais durante a estação de monta, baseiam-se no uso de tratamentos com hormônios exógenos com diferentes doses e regimes de tempo (Martemucci e D'Alessandro, 2011).

A prostaglandina $F_{2\alpha}$ é o principal agente luteolítico utilizado para sincronizar o estro durante a estação reprodutiva nessas espécies, é rapidamente metabolizada pelos pulmões, sem acúmulo de tecido, sendo uma alternativa interessante ao uso de progestógenos, eCG e hCG (Omontese *et al.*, 2016) No entanto, uma desvantagem do uso de prostaglandinas em comparação com eCG ou hCG é que a ovulação é muito dispersa, pois a resposta varia com o estágio do ciclo estral em que as prostaglandinas são administradas (Houghton *et al.* 1995). Após a primeira administração de prostaglandinas, ocorrem curtos ciclos de estro e uma porcentagem importante de fêmeas não responde à segunda administração. De fato, ao reduzir o período entre a primeira e a segunda administração de prostaglandinas de 10 para 7 dias, evita-se a ocorrência de ciclos curtos de estro e obtém-se maior resposta reprodutiva (Maia *et al.*, 2017). Foi mencionado que, em cabras, o *corpus luteum* é sensível à $PGF_{2\alpha}$ a partir do terceiro dia após o término do estro, obtendo-se uma alta proporção de fêmeas que apresentam estro após a administração (Rubianes *et al.*, 2003). Conforme mencionado acima, o uso de $PGF_{2\alpha}$ é um manejo reprodutivo limpo, pois não deixa resíduos nos tecidos (Omontese *et al.*, 2016) e também, o bem-estar animal pode ser aumentado quando estratégias reprodutivas que tornam o manejo do rebanho mais rápido e eficiente são implementadas (Roger, 2012). Portanto, novos e inovadores protocolos reprodutivos devem promover o bem-estar animal, reduzindo o tempo de manejo dos animais, diminuindo o uso de hormônios exógenos e diminuindo os problemas de saúde do trato reprodutivo feminino. Essas estratégias devem diminuir, em paralelo, o custo dos tratamentos reprodutivos, bem como do trabalho manual (Abecia *et al.*, 2011; Gonzalez-Bulnes *et al.*, 2011).

Com base nesse raciocínio, formulamos a hipótese de que a administração de um protocolo de sincronização de PG de curto prazo (5 dias) para cabras durante a estação de reprodução, deve produzir resultados semelhantes aos de protocolos de administração de PG mais longos (ou seja, 10 ou mais dias). Portanto, o objetivo desta pesquisa foi reduzir o tempo de tratamento e avaliar a resposta reprodutiva de cabras alpinas francesas cíclicas da Comarca Lagunera, México (26 °N).

MATERIAIS E MÉTODOS

Geral

Todos os métodos e manejo das unidades experimentais utilizados neste ensaio estavam em estrita conformidade com as diretrizes aceitas para uso ético, cuidado e bem-estar de animais em pesquisa em nível internacional (FASS, 2010), nacional (NAM, 2002) e institucional, com aprovação número de referência ITT-513.2.2/1879/2014-5458-14P.

Localização, animais, manejo e grupos experimentais

O ensaio foi realizado no Instituto Tecnológico de Torreon (ITT), localizado no norte de México, na Comarca Lagunera (26 ° 23 'N, 104 ° 47' W e 1.100 m); a duração do dia é de 13 h 41 min no solstício de verão e 10h 19 min no solstício de inverno. Foi realizado no período de outubro a novembro, correspondendo ao período natural de reprodução do caprino. O estado de saúde de todas as unidades experimentais foi controlado por um veterinário experiente durante todo o período do ensaio; nenhum problema de saúde ocorreu durante o julgamento. Além disso, esforços foram feitos para minimizar qualquer possível desconforto nos animais experimentais.

Cabras adultas franco-alpinas cíclicas (n = 20; 3 anos de idade), foram alocadas aleatoriamente em dois grupos homogêneos ($P > 0,05$) de acordo com o peso vivo (PV) e escore de condição corporal (ECC: 1 = emaciado e 4 = gordura). Grupo G5 (n = 10) teve $45,9 \pm 1,9$ kg PV e $2,4 \pm 0,2$ unidades ECC; enquanto G10 (n = 10) e $46,8 \pm 1,7$ kg LW e $2,5 \pm 0,1$ unidades ECC. A fim de sincronizar o estro, ambos os grupos receberam duas doses intravulvarais dum análogo da prostaglandina (0,2 ml; 160 µg de cloprostenol). Mesmo que os parâmetros reprodutivos de interesse para o estudo estejam relacionados à segunda injeção de PG, o experimento foi desenhado para avaliar a resposta reprodutiva após a segunda administração, administrada no mesmo dia (dia 0; 1 de novembro) para ambos os grupos, o os parâmetros reprodutivos foram medidos após a primeira e segunda administrações de PG. No dia -5 (27 de outubro), G5 recebeu uma primeira injeção de PG; enquanto o G10 recebeu a primeira injeção de PG no dia -10 (22 de outubro).

Todas as fêmeas foram alocadas em baias abertas de 6 x 6 m, separadas a 60 m umas das outras. Os animais tiveram acesso *ad libitum* a água potável e receberam dieta que atendeu às necessidades nutricionais de manutenção, consistindo em acesso *ad libitum* ao feno de alfafa (17% de proteína bruta, PB; 1,9 MCal EM/kg MS) e 100 g de concentrado comercial (14% PB, 2,7 MCal EM/kg MS), disponível durante todo o período experimental. Uma representação esquemática do procedimento experimental é mostrada na Figura 1.

Avaliação da atividade estral

Depois de receber a primeira injeção de PG, a atividade estral foi avaliada por 20 dias, duas vezes por dia (0800 e 1700 h) por 15 minutos cada vez, usando um macho sexualmente ativo munido de avental. As fêmeas detectadas no cio foram acasaladas pelo menos duas vezes por um macho comprovado em fertilidade e libido.

Avaliação da atividade ovariana e gravidez

As cabras de ambos os grupos foram submetidas a varredura ultrassonográfica transretal em tempo real em modo B (Aloka SSD500 linear array; Overseas Monitor Corp. Ltd., Richmond, BC, Canadá) durante todo o período de pesquisa para detectar e medir as estruturas ovarianas. A varredura foi realizada por um operador experimental com as

corças em pé. O transdutor foi inserido no reto até que uma imagem de ovários fosse observada no monitor. Em seguida, o transdutor foi girado até que ambos os ovários fossem digitalizados. Diariamente, o diâmetro dos folículos foi medido (2-3, 4-5 e pré-ovulatório ≥ 6 mm), e sua localização nos ovários foi registrada. O *corpus luteum* foi identificado em escala de cinza como área hipocócica dentro de um ovário. Após ambas as administrações de PG, a ovulação foi detectada medindo o folículo pré-ovulatório com o diâmetro máximo (≥ 6 mm) e observando as mudanças morfológicas dentro do ovário do tecido folicular para a formação dum *corpus luteum*. O diagnóstico de gravidez foi feito 45 dias após o acasalamento usando varredura transretal de acordo com os procedimentos descritos, com base em achados com o ultrassom, ovulação e número de percentuais de *corpus luteum* foram calculados (Contreras-Villarreal *et al.*, 2016; Medan *et al.*, 2003).

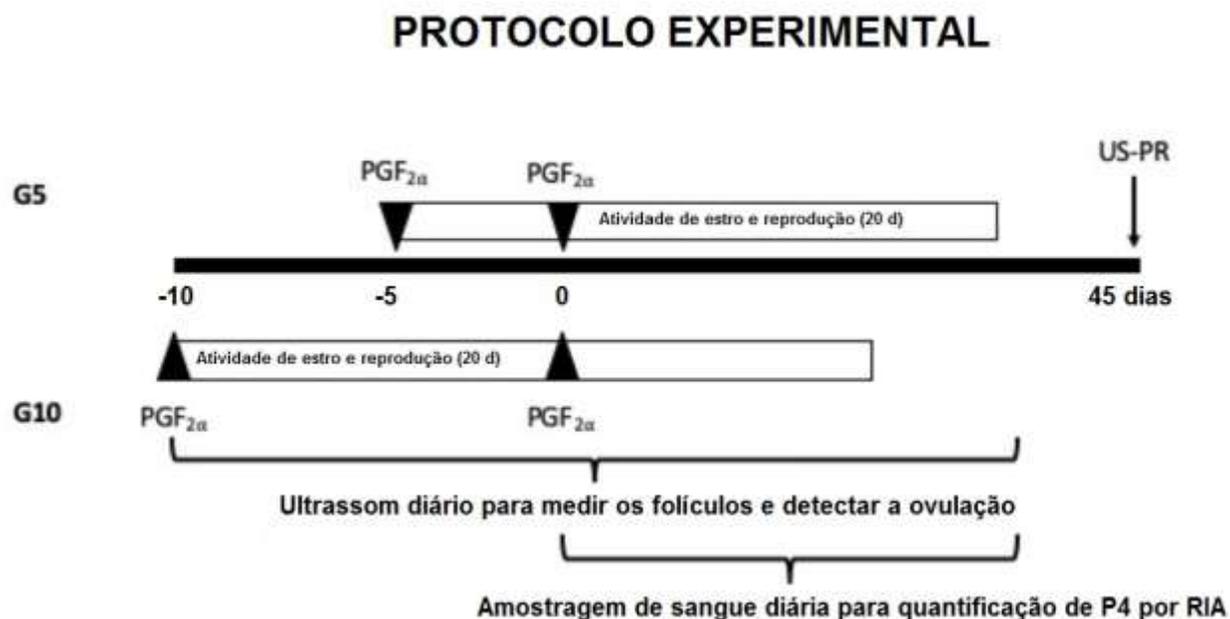


Figura 1. Uma representação esquemática do protocolo experimental para sincronizar cabras leiteiras franco-alcasinas cíclicas adultas durante a estação de reprodução (outubro-novembro, 26 ° N) no norte de México. Ambos os grupos receberam duas doses de prostaglandina (0,2 ml; 160 µg de cloprostenol) para G5 em 27 de outubro e G10 em 22 de outubro. Em seguida, ambos os grupos receberam uma segunda dose em 1º de novembro.

Quantificação das concentrações plasmáticas de progesterona

Diariamente, foi realizada coleta de sangue por punção venosa jugular a partir da segunda administração de PG e com duração de 10 dias. O sangue foi centrifugado e o plasma coletado em duplicata e armazenado a -20 °C até a análise hormonal. A concentração plasmática de P4 foi determinada por radioimunoanálise (RIA), usando um kit RIA comercial (Diagnostic Products, Los Angeles, CA, EUA) validado para plasma de ruminantes (Schneider e Hallford, 1996). Os coeficientes de variação intra e interensaio

foram de 9,9 e 12,3%, respectivamente. Enquanto a recuperação média foi de 94%, a sensibilidade do ensaio foi de 0,1 ng/ml.

Análise estatística

Os dados sobre as porcentagens de cabras em estro e prenhes foram analisados por procedimentos categóricos usando o procedimento GENMOD do SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EUA) com a função de ligação logit. O único efeito incluído no modelo foi o tratamento, sendo cada animal considerado uma única unidade experimental. Uma análise de variância unilateral (PROC GLM) para um desenho completamente aleatório foi usada para testar os efeitos dos tratamentos sobre a ocorrência de estro, ovulação e início do estro e progesterona. De acordo com o desenho experimental, apenas os níveis plasmáticos de P4 para ambos os grupos de d0 a d10 foram analisados. As diferenças estatísticas entre os tratamentos foram consideradas significativas para $P < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostram que os tratamentos G5 e G10 geram respostas reprodutivas semelhantes ($P > 0,05$) em cabras franco-alpinas cíclicas durante a estação reprodutiva. No entanto, após a segunda injeção de PG, houve uma tendência ($P = 0,06$) de se obter um aumento da taxa de gravidez nas fêmeas do grupo G5. Um resumo desses dados é apresentado na Tabela 1.

As concentrações de progesterona plasmática após a segunda administração de PG para ambos os grupos experimentais são mostradas na Figura 2. As fêmeas de ambos os grupos responderam à injeção de PG, registrando um declínio dramático nas concentrações de P4, sem diferenças significativas ($P > 0,05$) entre grupos experimentais de d0 a d9 da pesquisa.

Tabela 1. Resposta reprodutiva de cabras franco-alpinas submetidas a duas administrações de prostaglandinas (160 µg de cloprostenol cada), com intervalo de administração de 5 (G5) e 10 (G10) dias durante a estação reprodutiva

	1º PG-injeção			2º PG-injeção		
	G5	G10	Valor P	G5	G10	Valor P
Estro (%)	80 (8/10)	90 (9/10)	.56	60 (6/10)	60 (6/10)	1
Latência de estro (h)	48 ± 0.0	79 ± 16.9	.09	68 ± 13.4	52 ± 2.5	.26
Ovulação (%)	100 (10/10)	100 (10/10)		80 (8/10)	60 (6/10)	.36
Taxa de gravidez (%)	-----	-----	-----	60 (6/10)	20 (2/10)	.06
Folículos ovulatórios (mm and n)	8.9 ± 0.3 (10)	9.7 ± 0.6 (10)	.32	9.5 ± 0.4 (8)	9.3 ± 0.3 (6)	.96
Média do <i>Corpus Luteum</i> (n)	1.1 ± 0.1 (9)	1.0 ± 0.0 (6)	.4	1.0 ± 0.0 (8)	1.3 ± 0.3 (6)	.29

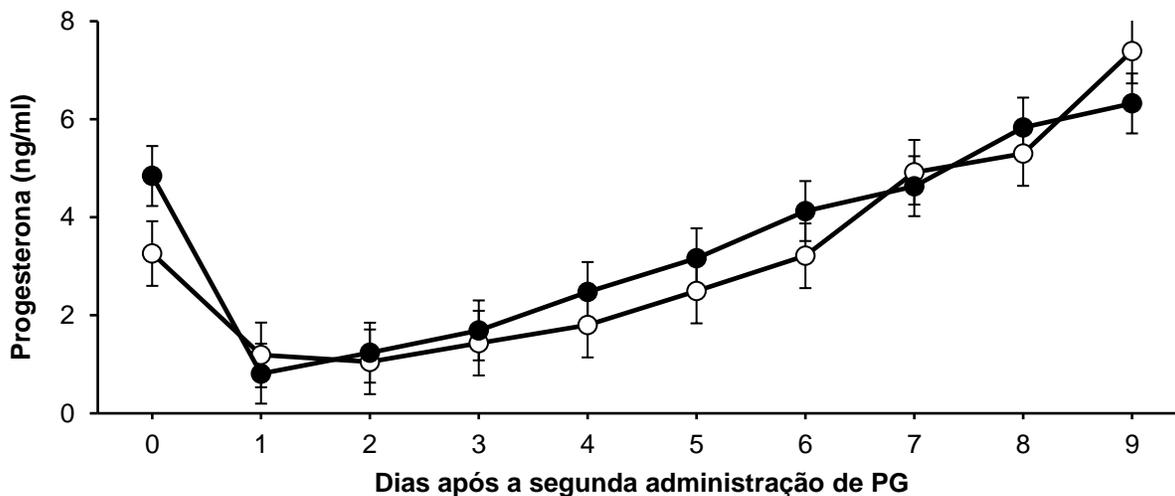


Figura 2. Níveis plasmáticos de progesterona para os grupos G5 (círculos brancos) e G10 (círculos pretos) após a segunda administração de prostaglandina (d0; $P > 0,05$)

A resposta de estro observada após a segunda injeção de PG no G5 foi semelhante àquelas relatadas em estudos anteriores feitos em intervalos de 9 a 11 dias, com respostas de estro de 70% a 85% (Omontese *et al.*, 2016; Freitas *et al.*, 2004). Além disso, 80% das fêmeas ovularam após a segunda injeção de PG, sem diferenças em relação ao grupo G10 na porcentagem de ovulação ou no tamanho e número do folículo ovulatório [80 vs 60% e $9,5 \pm 0,4$ (8) vs $9,3 \pm 0,3$ (6), respectivamente; $P > 0,05$]. Esses resultados são semelhantes a outros estudos nos quais duas injeções de PG foram aplicadas em intervalos de 10 a 12 dias (Al Yacoub *et al.*, 2011; Kusina *et al.*, 2001). Nossos achados também estão de acordo com Martemucci e D'Alessandro (2011), que usaram progestogênios, prostaglandinas e eCG durante 5 dias com 80% da atividade ovulatória.

O grupo G5 apresentou taxa de gravidez de 60% e fertilidade de 100% (6/6), sugerindo que responderam a duas administrações de PG com intervalo de cinco dias, intervalo menor do que o utilizado por Al Yacoub *et al.* (2011), que aplicaram duas administrações de cloprostenol entre 6 e 13 dias do ciclo estral, e obtiveram a mesma resposta reprodutiva com protocolo de inseminação em tempo fixo. Outro aspecto importante a ser destacado em nosso protocolo é que o nível de PG utilizado (160 μg de cloprostenol) é inferior à maioria dos níveis utilizados em outros estudos (250 μg de cloprostenol), reduzindo a dose em cerca de 40% (Omontese *et al.*, 2016).

Em relação aos resultados reprodutivos observados no G10, a porcentagem de fêmeas respondendo à segunda injeção de PG pode ser considerada baixa, em que 20% tiveram um ciclo estral curto (5,5 d) antes da segunda injeção de PG, com nível de P4 plasmático mais alto de 1 ng/ml (Titi *et al.*, 2010). Essa porcentagem de ciclos estrais curtos é semelhante à obtida em outros estudos utilizando cloprostenol como agente sincronizador, sugerindo que este análogo de PG pode promover um crescimento deficiente e funcionalidade do tecido lúteo (Vázquez *et al.*, 2010). Além disso, isso pode ser explicado pela grande variabilidade encontrada quando as prostaglandinas são administradas (Houghton *et al.* 1995), visto que houve uma janela de tempo maior da primeira administração para a segunda, os animais estavam em diferentes estágios foliculares e isso se refletiu num menor taxa de gravidez, pois as ovulações não eram sincronizadas. Além disso, os 20% restantes daquelas fêmeas que não respondem à segunda injeção de PG, sugere que o *corpus luteum* existente não foi imediatamente suprimido após a primeira aplicação, um cenário apoiado pelas concentrações plasmáticas de P4 observadas (Figura 2). Além disso, apenas 60% das ovulações ocorreram no G10 após a segunda injeção de PG, um resultado que pode ser considerado baixo em relação a outros estudos que alcançaram 90 a 100% (Al Yacoub *et al.*, 2011; Kusina *et al.*, 2001).

Além disso, a taxa de gravidez e fertilidade das fêmeas do G10 foi menor do que o esperado (20 e 33%, respectivamente). De fato, de 60% das fêmeas que tiveram estro em pé e ovulação após a segunda administração de PG, quatro delas repetiram o estro entre 5 a 12 dias após o acasalamento. Tal resposta sugere que o processo de luteogênese gerado após o tratamento com PG, gerado a partir de folículos de baixa qualidade, foi incapaz de manter uma síntese adequada de P4 para sustentar a gravidez (Al Yacoub *et al.*, 2011). Em cabras, como em outros mamíferos, os primeiros dias após a ovulação são fundamentais para aumentar a luteogênese, bem como para promover a implantação embrionária, a embriogênese e o reconhecimento materno dos processos de gravidez (Vázquez *et al.*, 2010).

Com base nos resultados reprodutivos apresentados pelas fêmeas do G5, nosso estudo gera informações sobre a redução do tempo necessário para promover o início do estro com o uso de hormônios exógenos para o manejo reprodutivo de pequenos ruminantes. Além disso, também é possível reduzir o risco sanitário no trato reprodutivo e ao mesmo tempo esperar uma diminuição no custo dos tratamentos hormonais com a redução da dose necessária (Omontese *et al.*, 2016; Abecia *et al.*, 2011). Esses resultados adquirem particular importância ao se considerar que, na maioria dos protocolos de sincronização em cabras e ovelhas, o uso de prostaglandinas leva em consideração um conhecimento preciso quanto à fase do ciclo estral, (ou seja, a fase lútea), aplicando-se também uma quantidade aumentada de prostaglandinas sozinho ou em combinação com progestogênios ou outros hormônios.

CONCLUSÃO

A administração dum protocolo de curto prazo baseado em prostaglandina em cinco dias de intervalo para sincronizar a atividade do estro de cabras franco-alpinas cíclicas durante a estação reprodutiva, gerou resultados reprodutivos importantes ao considerar a atividade do estro, latência do estro, função lútea e níveis de progesterona plasmática, também como taxas de ovulação e prenhez, junto com a redução no número de dias manejando as cabras; o último sendo de importância fisiológica e significado reprodutivo para a indústria caprina.

Agradecimentos: Reconhecemos o apoio financeiro concedido pelo fundo setorial do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CONACyT, México) e pelo Ministério da Agricultura, Pecuária, Desenvolvimento Rural, Pesca e Alimentação (SAGARPA, México): 2017-4-291691.

LITERATURA CITADA

ABECIA JA, Forcada F, Gonzalez-Bulnes A. 2011. Pharmaceutical control of reproduction in sheep and goats. *Veterinary Clinic of North America Food Animal Practice*. 27: 67–79. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.10.001>

AL YACOUB AN, Gaulty M, Sohnrey B, Holtz W. 2011. Fixed-time deep uterine insemination in PGF_{2α} -synchronized goats. *Theriogenology*. 76: 1730–1735. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.07.005>

CONTRERAS-VILLARREAL V, Meza-Herrera CA, Rivas-Muñoz R, Angel-Garcia O, Luna-Orozco JR, Carrillo E, Mellado M, Véliz-Deras FG. 2016. Reproductive performance of seasonally anovular mixed-bred dairy goats induced to ovulate with a combination of progesterone and eCG or estradiol. *Animal Science Journal*. 87(6):750-5. <https://doi.org/10.1111/asj.12493>

FASS, 2010. Guide for the care and use of agricultural animals in agricultural research and teaching. 3rd Edition, FASS, Champaign, IL, USA. Pp. 177. ISBN: 978-1-7362930-0-3

FREITAS JVF, Rondina D, Lopes Junior ES, Teixeira DIA, Paula NRO. 2004. Hormonal treatments for the synchronization of oestrus in dairy goats raised in the tropics. *Reproduction Fertility and Development*. 16: 415-420. <https://doi.org/10.1071/RD04031>

GONZALEZ-BULNES A, Meza-Herrera CA, Rekik M, BenSalem H, Kridli RT. 2011. Limiting factors and strategies for improving reproductive outputs of small ruminants reared in semi-arid environments. In: Degenovine, K.M. (Ed.), *Emi-arid Environments: Agriculture, Water Supply and Vegetation*. Nova Science Publishers Inc., Hauppauge, NY, USA. Pp. 41–60 (Chapter 2) ISBN: 978-1-61761-541-2.

HOUGHTON JAS, Liberati N, Schrick FN, Townsend EC, Dailey RA, Inskeep EK. 1995. Day of estrus cycle affects follicular dynamics after induced luteolysis in ewes. *Journal of Animal Science*. 73(7):2094-2101. <https://doi.org/10.2527/1995.7372094x>

KUSINA NT, Chinuwo T, Hamudikuwanda H, Ndlovu LR, Muzanenhemo S. 2001. Effect of different dietary energy level intakes on efficiency of estrus synchronization and fertility in Mashona goat does. *Small Ruminant Research*. 39: 283-288. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(00\)00192-9](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00192-9)

MAIA ALRS, Brandao FZ, Souza-Fabjan JMG, Balaro MFA, Oliveira MEF, Facó O, Fonseca JF. 2017. Reproductive parameters of dairy goats after receiving two doses of d-cloprostenol at different intervals. *Animal Reproduction Science*. 181: 16-23. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2017.02.013>

MARTEMUCCI G, D'Alessandro AG. 2011. Induction-synchronization of oestrus and ovulation in dairy goats with different short-term treatments and fixed time intrauterine or exocervical insemination system. *Animal Reproduction Science*. 126: 187-194. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.05.011>

MEDAN MS, Watanabe G, Sasaki K, Sharawy S, Groome NP, Taya K. 2003. Ovarian dynamics and their associations with peripheral concentrations of gonadotropins, ovarian steroids, and inhibin during the estrous cycle in goats. *Biology of Reproduction*. 69: 57–63. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.102.013334>

National Academy of Medicine. 2002. *Guide for the care and use of laboratory animals*. Co-produced by the National Academy of Medicine-Mexico and the Association for assessment and accreditation of laboratory animal care international. 1st. Edition, Harlan Mexico, DF, Mexico. ISBN-13: 978-0-309-15400-0

OMONTESE BO, Rekwot PI, Ate IU, Ayo JO, Kawa MU, Rwuaan JS, Nwannenna AI, Mustapha RA, Bello AA. 2016. An update on oestrus synchronization of goats in Nigeria. *Asian Pacific Journal of Reproduction*. 5: 96-101. <https://doi.org/10.1016/j.apjr.2016.01.002>

ROGER, PA. 2012. Welfare issues in the reproductive management of small ruminants. *Animal Reproduction Science*. 130(3-4):141-146. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2012.01.007>

ROMANO JE, Alkar A, Amstalden M. 2016. Effect of copulation on estrus duration and ovulation time in goats. *Theriogenology*. 85(2):330-334. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.09.021>

RUBIANES E, Menchaca A, Carbajal B. 2003. Response of the 1-5 day-aged ovine *corpus luteum* to prostaglandin F2 α . *Animal Reproduction Science*. 78(1-2):47-55. [https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(03\)00046-0](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(03)00046-0)

SCHNEIDER RJ, Hallford DM. 1996. Use of a rapid progesterone radioimmunoassay to predict pregnancy and fetal numbers in ewes. *Sheep and Goat Research Journal*. 12: 33-38. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US1997067677>

TITI HH, Kridli RT, Alnimer MA. 2010. Estrus synchronization in sheep and goats using combinations of GnRH, progestagen and prostaglandin F2 α . *Reproduction in Domestic Animals*. 45: 594-599. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01309.x>

VÁZQUEZ MI, Blanch MS, Alanis GA, Chaves MA, Gonzalez-Bulnes A. 2010. Effect of treatments with a prostaglandin analogue on developmental dynamics and functionality of induced corpora lutea in goats. *Animal Reproduction Science*. 118: 42-47. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2009.05.016>