

## **Curtos protocolos para sincronização do estro em ovelhas de pêlo em Campeche, México**

Short-term protocols for the synchronization of estrus in hair sheeps in Campeche, Mexico

**Daniel Balan-May<sup>1</sup> , Ricardo Chiquini-Medina<sup>2</sup> , Carolina Flota-Bañuelos<sup>3</sup> , Antonio Hernández-Marín<sup>4</sup> , Verónica Rosales-Martínez<sup>3</sup> , Silvia Fraire-Cordero<sup>\*3</sup> **

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, Campus Campeche. Carretera Haltunchén-Edzná, km. 17.5, Champotón, Campeche, México. CP. 24050. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Chiná, Calle 11 s/n Chiná, Campeche, México. CP. 24520. <sup>3</sup>CONACYT-Colegio de Postgraduados, Campus Campeche. Carretera Haltunchén-Edzná, km. 17.5, Champotón, Campeche, México. CP. 24050. <sup>4</sup>Departamento de Veterinaria y Zootecnia. Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, km 9. Carretera Irapuato-Silao, Exhacienda El Copal, Irapuato, Guanajuato. CP. 36824. \*Autor para correspondência e responsável pela pesquisa: Silvia Fraire-Cordero. CONACYT-Colegio de Postgraduados, Campus Campeche. Carretera Haltunchén-Edzná, km. 17.5, Champotón, Campeche, México. CP. 24050. E-mail: danymay1@outlook.com, ricardochiquini@yahoo.com.mx, cflota@colpos.mx, jahmarin@ugto.mx, vrosales@colpos.mx, frairec@colpos.mx.

### **RESUMO**

A sincronização do estro é uma estratégia para melhorar a eficiência reprodutiva do rebanho. O objetivo era comparar diferentes tempos de permanência de um progestagênio intravaginal (CIDR<sup>®</sup>) com uma dose de PGF2 $\alpha$  na sincronização com o estro das ovelhas de pêlo. Trinta ovelhas de pêlo foram designadas aleatoriamente para um dos três tratamentos. T1: Progestogênio Intravaginal (IP) por 5 dias (IP5;  $n = 10$ ), T2: IP por 7 dias (IP7;  $n = 10$ ) e T3: IP por 9 dias (IP9;  $n = 10$ ). Foram observados incidência e início de estro, parição e prolificidade. A análise dos dados foi realizada utilizando o método de tempo de vida, regressão logística e modelos binomiais negativos. A incidência de estro não foi diferente ( $p > 0,05$ ) entre tratamentos (T1: 80,0, T2: 100,0 e T3: 100,0 %). O estro foi menor ( $p \leq 0,0$ ) para o T1 ( $29,8 \pm 2,9$  h) em comparação com o resto dos tratamentos. Não foram observadas diferenças ( $p > 0,05$ ) para o parto (T1: 70,0, T2: 90,0 e T3: 90,0 %) e prolificidade (T1:  $1,4 \pm 0,3$ , T2:  $1,4 \pm 0,3$  e T3:  $1,5 \pm 0,3$ ). É possível utilizar protocolos curtos de sincronização baseados em progestagênios intravaginais (CIDR<sup>®</sup>) com uma dose de PGF2 $\alpha$  e manter a eficiência reprodutiva do rebanho.

**Palavras-chave:** CIDR, progesterona, dispositivos, fertilidade, ovelhas.

### **ABSTRACT**

Estrus synchronization is a strategy to improve the reproductive efficiency of the flock. The objective was to compare different dwells times of an intravaginal progestogen (CIDR<sup>®</sup>) with a dose of PGF2 $\alpha$  in the synchronization to estrus of hair ewes. Thirty hair ewes female were used, randomly assigned to one of three treatments. T1: intravaginal progestogen (PI) for 5 days (PI5;  $n = 10$ ), T2: PI for 7 days (PI7;  $n = 10$ ) and T3: PI for 9 days (PI9;  $n = 10$ ). The incidence and onset of estrus, parturition and prolificacy were observed. Data analysis was performed using the life time method, logistic regression models and negative binomial models. The incidence at estrus was not different ( $p > 0.05$ ) among treatments (T1: 80.0, T2: 100.0 and T3: 100.0%). Onset to estrus was lower ( $p \leq 0.0$ ) for T1 ( $29.8 \pm 2.9$  h) compared to the rest of the

treatments. No differences ( $p > 0.05$ ) were observed for parturition (T1: 70.0, T2: 90.0 and T3: 90.0%) and prolificacy (T1:  $1.4 \pm 0.3$ , T2:  $1.4 \pm 0.3$  and T3:  $1.5 \pm 0.3$ ). It is feasible to use short synchronization protocols based on intravaginal progestogens (CIDR<sup>®</sup>) with a dose of PGF<sub>2</sub> $\alpha$  and maintain the reproductive efficiency of the herd.

**Keywords:** CIDR, progesterone, devices, fertility, ewes.

## INTRODUÇÃO

No México, a maioria das fazendas de ovinos é caracterizada por baixos índices reprodutivos e, portanto, produtivos (Hernández-Marín *et al.*, 2017), sendo a reprodução um fator determinante para a rentabilidade e sustentabilidade a longo prazo, o que gerou a necessidade de desenvolver diferentes tratamentos hormonais destinados a regular a atividade reprodutiva, reduzindo o uso de hormônios, contribuindo para a segurança ambiental e tendo uma eficiência reprodutiva aceitável.

Neste sentido, a sincronização do estro com os progestagênicos por meio de esponjas ou dispositivos intravaginais são os mais utilizados nestes protocolos, que associados a esquemas de inseminação artificial ou acasalamento controlado, provam ser uma ferramenta que melhora a eficiência reprodutiva e produtiva dos rebanhos (Marques *et al.*, 2010). Entretanto, a maioria desses protocolos é tradicionalmente aplicada por períodos de 12-14 dias a fim de imitar a fase luteal normal duma ovelha (Viñoles *et al.*, 2001; Olivera-Muzante *et al.*, 2011; Swelum *et al.*, 2015). Protocolos longos com progesterona e seus análogos sintéticos foram relatados como tendo vários efeitos sobre os níveis de progesterona em circulação, resultando em persistência prolongada e envelhecimento dos folículos ovulatórios (Menchaca & Rubianes, 2002), devido a uma baixa concentração de progesterona (P<sub>4</sub>) no final do tratamento que pode afetar negativamente a fertilidade. Devido ao efeito supressor do tratamento de progestogênio de longo prazo sobre a fertilidade subsequente (Viñoles *et al.*, 2001), são buscados tratamentos que diminuam o tempo de uso do progestogênio e alcançam a sincronização do cio sem diminuir a eficiência reprodutiva.

Tem sido relatado que protocolos de curto prazo com progesterona promovem a rotação folicular com o aparecimento duma nova onda folicular em 3 a 4 dias na maioria das ovelhas (Vilariño *et al.*, 2013), reduzindo a exposição do folículo pré-ovulatório a baixas concentrações séricas de progesterona por períodos prolongados, o que favorece a ovulação dum folículo mais jovem e um oócito de melhor qualidade a ser fertilizado.

Atualmente, há variações nos medicamentos utilizados e no tempo de exposição dos progestagênicos em tratamentos curtos, tudo com o objetivo de melhorar as variáveis reprodutivas e encurtar o tempo de manejo. Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar diferentes tempos de residência dum progestagênio intravaginal (CIDR<sup>®</sup>) com uma dose de prostaglandina F<sub>2</sub> alfa (PGF<sub>2</sub> $\alpha$ ) dois dias antes da retirada, na sincronização do estro em ovelhas peludas no estado de Campeche, México.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado de acordo com o regulamento de uso e cuidado dos animais para pesquisa no Colegio de Postgraduados, México (COLPOS, 2016) e de acordo com a Norma Oficial Mexicana NOM-024-ZOO-1995 (SAGARPA, 2015).

### Localização

A pesquisa foi conduzida durante os meses de agosto de 2019 a janeiro de 2020. No Rancho Agropecuario "La Unión" localizado em Xcampeu, município de San Francisco de Campeche, Campeche, México. O local do estudo está localizado a uma altitude de 8 m acima do nível do mar, entre as coordenadas geográficas 19° 47' 53" N e 90° 23' 49" W. O clima predominante é subúmido quente com chuvas no verão, temperatura média de 28° C e chuva de 1200 mm (García, 2004).

### Animais e tratamentos

Foram utilizadas 30 ovelhas Pelibuey x Black Belly somente de pêlo. A idade média era de 1 ano, peso 35 ( $\pm 2,4$ ) kg e condição corporal 2 ( $\pm 0,2$ ) unidades na escala de Russel *et al.* (1969). As ovelhas foram alocadas aleatoriamente para um dos seguintes tratamentos: T1: Progestogênio Intravaginal por 5 dias (PI5;  $n = 10$ ), T2: Progestogênio Intravaginal por 7 dias (PI7;  $n = 10$ ) e T3. Progestogênio intragaginal durante 9 dias (PI9;  $n = 10$ ), onde "n" indica o número de indivíduos no tratamento.

### Alojamento e alimentação

As ovelhas foram alojadas em três currais com chão de terra com 2 m<sup>2</sup> de espaço por animal. A alimentação era num sistema semi-estável com pastagem diurna de 4 horas (6:00 às 10:00 h) dentro de cercados estabelecidos com grama invasiva (*Dichanthium annulatum*). Em seguida, eles foram suplementados duas vezes ao dia na caneta com 300 g-1 de uma ração balanceada à base de sorgo (Campi<sup>®</sup> borrego; com 15% PB e 3 Mcal de EM kg MS<sup>-1</sup>). Além disso, a silagem de capim maralfafa (*Pennisetum purpureum*) foi oferecida como suplemento com uma ração de 2 kg de forragem verde de ovelha<sup>-1</sup>. Os sais minerais (Campi<sup>®</sup> Sales) e a água estavam disponíveis gratuitamente.

### Protocolo de sincronização

As ovelhas foram sincronizadas ao cio com um dispositivo intravaginal (CIDR<sup>®</sup>, Pfizer) contendo 0,3 g de progesterona, com permanência de acordo com o tratamento, começando com as ovelhas num protocolo de 9 dias e, consecutivamente, em ordem decrescente. Dois dias antes da remoção do dispositivo, um mL dum análogo PGF2 $\alpha$  (5 mg de Dinoprost trometamina, Lutalyse<sup>®</sup> Zoetis) foi aplicado por via intramuscular. A remoção do dispositivo de progesterona foi no mesmo dia para todas as ovelhas, iniciando a detecção do cio a intervalos de 4 h durante 25 min até 80 h. Uma ovelha foi considerada como não tendo respondido ao tratamento se ela não mostrasse estro

durante este tempo. Para a detecção do estro, foram utilizados dois carneiros de barriga preta com idade média de 2 anos, munidos dum avental. Uma ovelha foi considerada como estando em estro quando permaneceu imóvel e permitiu que o carneiro a montasse. Posteriormente, 12 h após a detecção do estro, as ovelhas foram cobertas por um acasalamento controlado, utilizando para esta etapa dois carneiros de barriga preta com idade média de 3 anos, que foram representados em todos os tratamentos e cuja qualidade seminal havia sido previamente verificada por testes macroscópicos e microscópicos.

### **Variáveis e análise estatística**

As variáveis de resposta no estudo foram: incidência de cio, início do cio, cordeiro e prolificidade. A incidência de estro foi calculada como o número de ovelhas observadas para mostrar sinais externos de estro dividido pelo número total de ovelhas no tratamento. O conjunto do estro foi calculado como o tempo decorrido entre a remoção do CIDR® e o início do estro em ovelhas. O cordeiro foi calculado como o número de ovelhas que nasceram após o primeiro serviço do número total de ovelhas no tratamento e a prolificidade foi medida como o número de cordeiros nascidos por ovelha cordeira. A análise do início variável do estro foi realizada utilizando o método de tempo de vida útil e as diferenças entre tratamentos foram estabelecidas com o teste Long-Rank. A determinação da incidência em estro e cordeiro foi analisada com o modelo de regressão logística. A regressão binomial negativa foi utilizada para análise de prolificabilidade. Todas as análises foram realizadas usando SAS/STAT (SAS, 2002) e com um nível de significância  $\alpha = 0.05$ .

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nenhuma diferença ( $p > 0,05$ ) foi observada para a incidência variável no estro entre tratamentos (Tabela 1). Rubianes *et al.*, (1998) mencionam que a inserção dum dispositivo intravaginal contendo progesterona (CIDR®), causa um aumento nas concentrações séricas de progesterona ( $>5$  ng/mL) por três ou quatro dias, o que é maior do que as concentrações observadas fisiologicamente durante o meio da fase luteal, o que desencadeia um efeito positivo no crescimento folicular, aumentando o número de grandes folículos com maior secreção de estradiol e com potencial para ovular. Isto sugere que, neste estudo, as variações na liberação de  $P_4$  do dispositivo foram semelhantes entre tratamentos e apóia a idéia de que os protocolos de curto prazo baseados em progestagênio (CIDR®,  $P_4$ ) são eficazes na indução do estro em ovelhas. Estudos similares relatam 96 e 100% de incidência no estro usando protocolos de 5 e 9 dias respectivamente com uma aplicação de PGF2 $\alpha$  em ovelhas (Fraire-Cordero *et al.*, 2013; Jackson *et al.*, 2014) e 100% com protocolos 9 dias e uma aplicação de gonadotropina coriônica equina (eCG) (Nakafeero *et al.*, 2020).

**Tabela 1. Variáveis reprodutivas em ovelhas de pêlo sincronizadas com protocolos curtos baseados num progestagênio intravaginal (CIDR®) e prostaglandina**

	T1:PI5	T2:PI7	T3:PI9
Número total de animais	10	10	10
Incidência de estro (%)	80.0 a	100.0 a	100.0 a
Início do estro (h)	29.8 ± 2.9 a	38.6 ± 3.1 b	39.9 ± 4.4 b
Parição (%)	70.0 a	90.0 a	90.0 a
Prolificabilidade (Média ± EP)	1.42 ± 0.3 a	1.44 ± 0.3 a	1.55 ± 0.3 a

<sup>a, b</sup>. Letra diferente dentro de cada linha indica diferença ( $p \leq 0,05$ ). PI5: Progestogênio intragaginal por 5 dias. PI7: Progestogênio Intravaginal por 7 dias. PI9: Progestogênio Intravaginal por 9 dias.

Sugere-se que as ovelhas não-respondentes em T1 estejam relacionadas com o fato de que algumas ovelhas estão na fase inicial do ciclo luteal do estro no momento da injeção de prostaglandina, de modo que animais com desenvolvimento de *corpus luteum* nesta fase não responderiam às prostaglandinas (Fierro *et al.*, 2013) e continuariam a ter um ciclo oestral de duração normal após a remoção do dispositivo. Enquanto que as ovelhas com um estágio mais avançado do corpo lúteo responderiam ao tratamento com prostaglandinas tendo uma fase folicular normal e posteriormente estro e ovulação, o que possivelmente ocorreu para T2 e T3.

O início médio do estro das ovelhas foi  $36,1 \pm 3,5$  h, as ovelhas T1 iniciaram o estro num tempo mais curto ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 1) e melhor sincronizado que o resto dos tratamentos como observado na Figura 1, de modo que poderia influenciar a escolha dum protocolo desejável para a sincronização do estro, quando o objetivo é utilizar a inseminação de tempo fixo. A sincronização poderia estar relacionada com a dinâmica do folículo pré-ovulatório. Autores como Viñoles *et al.* (2001) y Martínez-Ros *et al.* (2018) mencionam que os folículos que não têm tanto contato com progesterona em tratamentos de curto prazo, observa-se que o folículo recém recrutado tem maior tamanho, crescimento linear e maior concentração de estradiol, o que promove um melhor comportamento oestradiol.

Em estudos de Martínez-Ros *et al.* (2018) e López *et al.* (2021) utilizando protocolos de 6 e 7 dias com esponja intravaginal e uma dose de PGF2 $\alpha$  na retirada, eles encontraram um cio de  $58,3 \pm 10,0$  h e  $48,0 \pm 16,9$  h, respectivamente, sendo maior do que os encontrados neste estudo. Assim como 43,6 e 40,3 h relatados com protocolos similares com 9 d em ovelhas Pelibuey (Fraire-Cordero *et al.*, 2013; Sosa-Pérez *et al.*, 2014) e diferente do relatado por Nakafeero *et al.* (2020) que relatam um intervalo de estro mais curto em ovelhas com CIDR para 14 d ( $24,9 \pm 1,6$  h) em comparação com o CIDR aos 9 dias ( $30,8 \pm 2$ ). 1 h) sugerindo que em protocolos curtos o início do estro é geralmente retardado, pois há um folículo em crescimento, portanto ainda leva algum tempo para

desencadear a ovulação após a retirada do progestagênio, enquanto em protocolos longos os níveis de progesterona estão caindo e quando o dispositivo é removido, a ovulação ocorre e os sinais de cio ocorrem mais rapidamente. No entanto, as condições eram diferentes daquelas deste estudo.

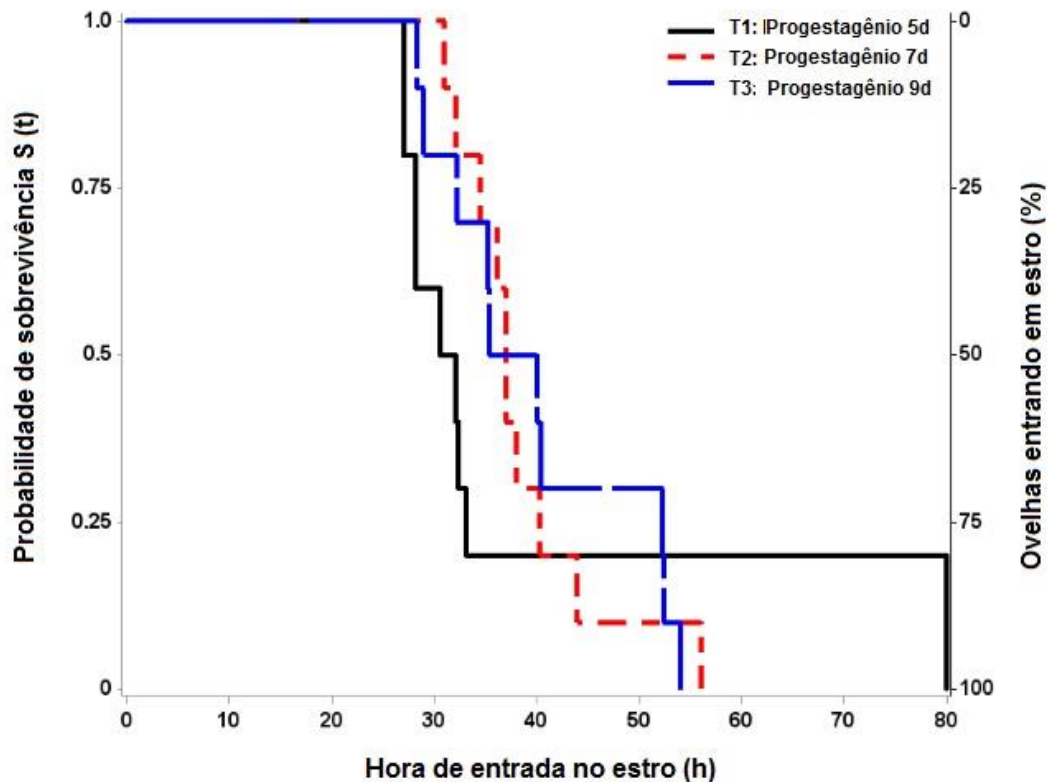


Figura 1. Curvas de sobrevivência do tempo para o início do estro em ovelhas de pêlo sincronizadas com protocolos curtos baseados num progestagênio intravaginal (CIDR®) e prostaglandina

A média de cordeiros foi superior a 83%, sendo superior à relatada nas ovelhas com protocolos onde P4 foi usado em combinação com PGF2a na remoção do dispositivo por cinco e sete dias (83 e 16%) (Martínez-Ros *et al.*, 2019) e por 9 dias com um protocolo similar nas ovelhas (50%) (Fraire-Cordero *et al.*, 2013). Não foram encontradas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos para a porcentagem de ovelhas que se dividiram entre tratamentos (Tabela 1), aparentemente, os diferentes protocolos de sincronização do cio foram capazes de gerar corpos lúteo com produção suficiente de P<sub>4</sub> para permitir a implantação e o desenvolvimento embrionário. Viñoles *et al.* (2001) mencionam que um parto maior pode ser atribuído à ovulação de folículos jovens de alta qualidade, onde folículos que não tiveram muito tempo de contato com progesterona, observa-se que o folículo no início do ciclo tem um tamanho maior, cresce de forma mais

linear, portanto é um folículo que tem altos níveis de estradiol e, no momento da ovulação e da inseminação ou acasalamento, terá mais chances de levar uma gestação a termo.

Para a prolificidade, não foram encontradas diferenças entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ) como mostrado na Tabela 1, os resultados foram esperados, pois não foram usados hormônios para estimular a resposta ovariana promovendo múltiplos nascimentos, como o hormônio estimulador do folículo suíno ou eCG. A média desta variável para o rebanho foi  $1,47 \pm 0,2$ , superior à 1,3 cordeiros<sup>-1</sup> relatada com um pequeno protocolo com esponjas intravaginais e eCG (López *et al.*, 2021). Entretanto, não foram detectadas diferenças nesta variável neste estudo.

### CONCLUSÃO

Sob as condições do estudo, é viável manter a eficiência reprodutiva do rebanho com o uso de protocolos curtos de sincronização baseados em progestagênios intravaginais com CIDR<sup>®</sup> por cinco, sete ou nove dias associados a uma injeção de PGF2 $\alpha$  dois dias antes da retirada.

### AGRADECIMENTOS

Ao projeto Cátedras CONACyT 2181 "Estratégias agroecológicas para a segurança alimentar nas áreas rurais do Campeche" do Colégio de Pós-Graduados Campeche e aos proprietários das fazendas agrícolas "La Unión" e "La Perla", Campeche, México.

### LITERATURA CITADA

COLPOS. 2016. Reglamento para el uso y cuidado de animales destinados a la investigación en el Colegio de Postgraduados. México. [http://www.colpos.mx/wb\\_pdf/norma\\_interna/REG\\_USO\\_CUIDADODEANIMALES.pdf](http://www.colpos.mx/wb_pdf/norma_interna/REG_USO_CUIDADODEANIMALES.pdf)

FIERRO S, Gil J, Viñoles C, Olivera-Muzante J. 2013. The use of prostaglandins in controlling estrous cycle of the ewe: A review. *Theriogenology*. 79(1):399-408. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.10.022>

FRAIRE-CORDERO S, Pró-Martínez A, Ramírez-Valverde G, Sánchez-del Real C, Gallegos-Sánchez J. 2013. Selenio y vitamina E en la fertilidad de ovejas Pelibuey sincronizadas con progesterona. *Universidad y Ciencia*. 29(1): 33-44. ISSN: 0186-2979. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-29792013000100004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792013000100004)

GARCÍA E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Quinta edición. Instituto de Geografía/UNAM. México. Pp. 90. ISBN: 970-32-1010-4.

[https://www.academia.edu/12911044/Modificaciones\\_al\\_sistema\\_de\\_clasificaci%C3%B3n\\_clim%C3%A1tica\\_de\\_K%C3%B6ppen\\_para\\_adaptarlo\\_a\\_las\\_condiciones\\_de\\_la\\_Rep%C3%BAblica\\_Mexicana\\_2004\\_Enriqueta\\_Garc%C3%ADa](https://www.academia.edu/12911044/Modificaciones_al_sistema_de_clasificaci%C3%B3n_clim%C3%A1tica_de_K%C3%B6ppen_para_adaptarlo_a_las_condiciones_de_la_Rep%C3%BAblica_Mexicana_2004_Enriqueta_Garc%C3%ADa)

HERNÁNDEZ-MARÍN JA, Valencia-Posadas M, Ruíz-Nieto JE, Mireles-Arriaga AI, Cortez-Romero C, Gallegos-Sánchez J. 2017. Contribución de la ovinocultura al sector pecuario en México. *Agroproductividad*. 10(3):87-93. ISSN: 2448-7546. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/975/833>

JACKSON CG, Neville TL, Mercadante VRG, Waters KM, Lamb GC, Dahlen CR, Redden R.R. 2014. Efficacy of various five-day estrous synchronization protocols in sheep. *Small Ruminant Research* 120 (1):100-107. ISSN: 0921-4488. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.04.004>

LÓPEZ J, Salinas D, Baracaldo-Martínez A, Gómez C, Herrera-Ibatá D, Atuesta-Bustos JE. 2021. Efecto de la dosis de gonadotropina coriónica equine (eCG) asociada a protocolos cortos de sincronización de celo sobre el desempeño reproductivo de ovejas de pelo. 2021. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 32(1). ISSN: 1609-9117. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i1.17775>

MARQUES SBD, Sartori R, Nascimento STAS, Máximo CDM, Lemos OMA, Pereira NJ. 2010. Estrus synchronization with prostaglandin f2 $\alpha$  compared to progestogen treatment associated with equine chorionic gonadotropin (eCG) in Santa Inês breed ewes reared in Federal District, Brazil. *Ciência Animal Brasileira*.11:417-424. ISSN: 1518-2797. <https://doi.org/10.526/cab.v11i2.4284>

MARTÍNEZ-ROS P, Astiz S, Garcia-Rosello E, Rios-Abellan A, Gonzalez-Bulnes A. 2018. Effects of short-term intravaginal progestagens on the onset and features of estrus, preovulatory LH surge and ovulation in sheep. *Animal Reproduction Science*. 197:317-323. ISSN: 0378-4320. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.08.046>

MARTÍNEZ-ROS P, Rios-Abellan A, Gonzalez-Bulnes A. 2019. Influence of progesterone-treatment length and eCG administration on appearance of estrous behavior ovulatory success and fertility in sheep. *Animal Reproduction*. 9(1):9. ISSN: 2076-2615. <https://doi.org/10.3390/ani9010009>



MENCHACA A, RUBIANES E. 2002. Relation between progesterone concentrations during the early luteal phase and follicular dynamics in goats. *Theriogenology*. 57(5):1411-1419. ISSN: 0093-691X. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(02\)00638-6](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(02)00638-6)

NAKAFFEERO A, Hassen A, Lehloenya KC. 2020. Investigation of ram effect and eCG usage in progesterone based oestrous synchronization protocols on fertility of ewes following fixed time artificial insemination. *Small Ruminant Research*. 183:106034. ISSN: 0921-4488. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.106034>

NORMA Oficial Mexicana. NOM-024-ZOO-1995. Especificaciones y características zoosanitarias para el transporte de animales, sus productos y subproductos, productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos. México. [http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/202301/NOM-024-ZOO-1995\\_161095.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/202301/NOM-024-ZOO-1995_161095.pdf)

OLIVERA-MUZANTE J, Fierro S, López V, Gil J. 2011. Comparison of prostaglandin-and progesterone-based protocols for timed artificial insemination in sheep. *Theriogenology*. 75(7):1232-1238. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.11.036>

RUBIANES E, De Castro T, Kmaid S. 1998. Estrous response after a short progesterone priming in seasonally anestrous goats. *Theriogenology*. 49(1):356. ISSN: 0093-691X. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(98\)90709-9](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(98)90709-9)

RUSSEL AJF, Doney JM, Gunn RG. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *The Journal of Agricultural Science*. 72(3):451-454. ISSN: 1469-5146. <https://doi.org/10.1017/S0021859600024874>

SAS Institute. 2012. Statistical Analysis Software SAS/STAT®, versión 9.0.2, Cary, North Carolina, USA: SAS Institute Inc., ISBN: 978-1-60764-599-3. [http://www.sas.com/en\\_us/software/analytics/stat.html#](http://www.sas.com/en_us/software/analytics/stat.html#)

SOSA-PÉREZ G, Pérez-Hernández P, Vaquera-Huerta H, Salazar-Ortiz J, Sánchez-del-Real C, Cadena-Villegas S, Gallegos-Sánchez J. 2014. Somatotropina bovina recombinante en sincronización de estros y prolificidad de ovejas Pelibuey. *Archivos de Zootecnia*. 63(241):219-222. ISSN: 0004-0592. <https://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v63n241/nota6.pdf>

SWELUM AAA, Nasser AA, Ahmed AM. 2015. Use of fluorogestone acetate sponges or controlled internal drug release for estrus synchronization in ewes: Effects of hormonal profiles and reproductive performance. *Theriogenology*. 84(4):498-503. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.03.018>

VILARIÑO M, Rubianes E, Menchaca A. 2013. Ovarian responses and pregnancy rate with previously used intravaginal progesterone releasing devices for fixed-time artificial insemination in sheep. *Theriogenology*. 79(1):206-210. ISSN: 0093-691X. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.10.007>

VIÑOLES C, Forsberg M, Banchemo G, Rubianes E. 2001. Effect of long-term and short-term progestagen treatment on follicular development and pregnancy rate in cyclic ewes. *Theriogenology*. 55(4): 993-1004. ISSN: 0093-691X. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(01\)00460-5](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(01)00460-5)