

Sincronización de estros en bovinos con dos fuentes de prostaglandinas

Bovine estrous synchronization with two prostaglandin sources

MARÍA ELENA ROMERO-SANTAMARÍA², ALBERTO FLORES-MARIÑELARENA¹, JOSÉ ARTURO GARCÍA MACÍAS¹, ALFREDO ANCHONDO-GARAY¹, CARLOS RODRÍGUEZ-MUELA¹, LORENZO ANTONIO DURÁN-MELÉNDEZ¹, JORGE ALFONSO JIMÉNEZ-CASTRO¹

Recibido: Diciembre 2, 2008

Aceptado: Febrero 10, 2009

Resumen

Se comparó el dinoprost trometamina vs. cloprostenol con respecto a respuesta al estro, tasa de fertilidad y costos. El protocolo 1 (P1) consistió en la aplicación de CIDR-B por siete días, aplicando 1.0 mg de cipionato de estradiol al día 0, al T1 se le aplicó 0.30 mg de dinoprost trometamina al retiro del CIDR-B y al T2: 0.52 mg de cloprostenol. El protocolo 2 (P2) consistió en la aplicación de dos inyecciones de PGF_{2α} con intervalo de 11 d (T1: 0.30 mg de dinoprost trometamina y T2: 0.52 mg de cloprostenol). La detección de estros en P1 se realizó el día nueve; en P2, fue posterior a la inyección. La inseminación artificial fue realizada 12 a 18 h después del inicio de estro en ambos protocolos. Para evaluar el porcentaje de estros se utilizó la prueba de Chi-cuadrada. El porcentaje de preñez en P1 se evaluó por la prueba exacta de Fisher y en P2 se empleó un modelo para datos categóricos. El porcentaje de estros para P1 fue 100 % en ambos grupos y para P2 92 (T1) y 88 % (T2). Los porcentajes de preñez para P1 16.67 (T1) y 38.46 % (T2); P2 52 (T1) y 44 % (T2). La T1 y T2 se comportaron de manera similar, concluyéndose que T2 es más recomendable, ya que es 25 % más económico.

Palabras Clave: Dinoprost trometamina, cloprostenol, estro, fertilidad, inseminación

Abstract

Dinoprost tromethamine and cloprostenol were compared regarding estrus percentage, rate of pregnancy and costs. Protocol 1 (P1) consisted in the application of CIDR-B by 7 days with 1.0 mg of estradiol cypionate at day 0. T1 was treated with 0.30 mg of dinoprost tromethamine (PGF_{2α}) when CIDR-B was withdrawn and T2 just 0.52 mg of cloprostenol. Protocol 2 (P2) consisted in the application of two injections of PGF_{2α} within 11 days interval (T1: 0.30 mg of dinoprost tromethamine and T2: 0.52 mg of cloprostenol). Estrus detection in P1 was evaluated at day 9, while for P2 was evaluated after injection. Artificial insemination was carried out 12 to 18 h after estrus onset for both protocols. Estrus percentage was evaluated by a Chi Square Test, rate of pregnancy in P1 was analyzed by a Fisher Exact Test while P2 by a Categorical Data Model. Estrus percentage was 100 % for both groups of P1 and for P2 was 92 % (T1) and 88 % (T2); rate of pregnancy was for P1 16.67 (T1) and 38.46 % (T2). For P2, was 52 % (T1) and 44 % (T2). Similar response was observed for T1 and T2. In conclusion, T2 is more recommendable because is 25 % cheaper.

Keywords: Dinoprost trometamina, cloprostenol, estrus, fertility, insemination

¹ Profesor de la Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Perif. Fco. R. Almada, Km. 1 Admón. de Correos 4-28, C.P. 31031, Chihuahua, Chih., México. Tel: (52 614) 434-0303; Fax: (52 614) 434-0345. Correo Electrónico: jgarci@uach.mx

² Estudiante graduado de la Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua

Introducción

La producción animal juega un papel importante en la generación de alimentos para satisfacer las necesidades básicas del hombre; por lo general, los alimentos de origen animal representan un sexto de la energía y un tercio de la proteína en la dieta del hombre, lo que impulsa el desarrollo de tecnologías para mejorar la rentabilidad de los sistemas de producción a través del incremento en la eficacia y eficiencia reproductiva del ganado (Murugavel, 2003).

La sincronización de estros (SE) y la inseminación artificial (IA) son técnicas de gran importancia para lograr un mejoramiento genético e incremento en la reproducción de hatos, sin embargo, el problema asociado es la detección oportuna del estro, lo que reduce el uso potencial de la IA en explotaciones ganaderas.

La detección de estros es relevante cuando se utiliza la IA, ya que la identificación de las hembras que inician el estro mejora substancialmente el porcentaje de gestación (Rabiee *et al.*, 2005). La SE utilizando prostaglandinas es común en el norte de México, además es una de las técnicas más desarrolladas en la actualidad (Ramírez y Miller, 2004) se emplean productos hormonales para lograr que un grupo de hembras presenten estro en un periodo de 2 ó 3 d. Sin embargo, aún existen limitantes de carácter práctico que generan bajos resultados como es el caso de tasas de gestación de 15 a 17 % (Ax *et al.*, 2005).

Los protocolos de sincronización están basados en el efecto luteolítico de las prostaglandinas ($\text{PGF}_{2\alpha}$) (Lucy *et al.*, 2001), en el efecto de los progestágenos para inhibir la conducta de estro (Macmillan *et al.*, 2003) así como en el control folicular y lúteo con hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) en combinación con $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Patterson *et al.*, 2003; Rivera *et al.*, 2005). La capacidad de la prostaglandina exógena para causar la regresión del cuerpo lúteo presente en el ovario de hembras que están ciclando, además de la inducción de un estro fértil en un periodo de 3 a 5 d, ha facilitado su uso en programas de

sincronización (Salverson *et al.*, 2002). La disponibilidad y uso de cloprostenol y dinoprost trometamina en México es común, aunque existe la carencia de estudios donde sean comparados. Esto se debe a que se han desarrollado en otras condiciones, tanto geográficas como de manejo respecto al método (Chenault *et al.*, 2003; Lane *et al.*, 2001) lo que hace de vital importancia la conducción de investigación bajo las condiciones ambientales y de manejo en la región para analizar los resultados de ambos productos. El objetivo fue evaluar la respuesta al estro, tasa de preñez y costos, comparando dos fuentes de $\text{PGF}_{2\alpha}$ (dinoprost trometamina y cloprostenol) en dos protocolos de sincronización.

Materiales y Métodos

La fase experimental se llevó a cabo en dos predios del estado de Chihuahua: El predio 1 se localiza en el municipio de Guerrero, ubicado en 28°33' latitud norte, longitud oeste 107°30' y una altitud de 2,010 msnm. El clima es de transición semi-húmedo, templado, con una temperatura media anual de 13 °C y la máxima oscila entre 39 °C y 44 °C y la mínima -17,6 °C. La precipitación media anual es 517.2 mm; la humedad relativa de 65 %, con promedio anual de 90 d de lluvia. El predio 2, se localiza en el municipio de Santa Isabel; el cual se ubica a 28°21' latitud norte y 106°22' longitud oeste a una altitud de 1,630 msnm. Tiene una distancia aproximada de 50 km a la capital del estado. El clima es semi-húmedo, templado a extremoso, con temperatura máxima de 39 °C y la mínima de -12 °C. La precipitación media anual es 496.7

mm; la humedad relativa de 60 % con promedio de 54 d de lluvia (INEGI, 2002).

En el predio 1, se utilizaron 13 vaquillas y 12 vacas de la raza Pardo Suizo, con peso promedio de 350 y 550 kg, respectivamente. Los animales recibieron manejo nutricional a base de pastoreo por dos h en la mañana en una pradera irrigada de Ryegrass (*Lolium multiflorum* L.), y el resto del día en corral con suplementación en base a dos kg de concentrado comercial por animal con 12 % de PC y rastrojo de maíz a libre acceso.

En el predio 2, se utilizaron 10 y 9 vaquillas con peso promedio de 325 kg y edad de 21 a 24 meses, 8 y 23 vacas de las razas Salers y Angus respectivamente, con peso promedio de 600 kg y de tres a cinco partos. Las hembras fueron identificadas individualmente, vacunadas con Bayovac Blacklegol 7[®], 5 mL por animal y Bayovac Brsv vac 4[®], 2 mL por animal, ambos productos del laboratorio Bayern; además fueron desparasitadas interna y externamente con Dectiver Premium[®] del laboratorio Lapisa, con una dosis de 1 mL por cada 50 kg de peso. La alimentación se realizó en una pradera irrigada de Ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) y trigo forrajero (*Triticum aestivum* L.), la cual tenía 90 d de establecida y fue alternada en agostadero. Las hembras permanecieron 1 h diaria en la pradera y el resto del día en agostadero sin recibir suplementación. Lo anterior antes de iniciar los protocolos de sincronización.

Las hembras fueron revisadas utilizando la técnica de palpación rectal para determinar si estaban ciclando además de revisar las condiciones del aparato reproductor. Posteriormente se asignaron al azar a uno de los dos protocolos de sincronización, los cuales fueron: Predio 1. El protocolo fue a base de CIDR-B (Liberación interna de droga controlada) con 1.9 g de P₄ natural por un periodo de 7 d, aplicando 1.0 mg de cipionato de estradiol (ECP[™], Pfizer Inc.) al día cero, además de la administración de PGF_{2α} por vía

intramuscular, la cual se aplicó a la remoción del dispositivo (T1: 0.30 mg de dinoprost trometamina; Lutalyse[®], Pharmacia & Upjohn Inc., Kalamazoo Mich.; n=12; cinco vacas y siete vaquillas; T2: 0.52 mg de cloprostenol; Reprodín[®], BAYER Animal Health, Shawne misión K. S.; n=13; siete vacas y seis vaquillas). Predio 2. El protocolo de sincronización fue igual al anterior, solo sustituyendo la PGF_{2α} con intervalo de 11 d entre primera y segunda aplicación (T1: 0.30 mg de dinoprost trometamina; n=25; 12 vacas y cuatro vaquillas Angus, cuatro vacas y cinco vaquillas Salers; T2: 0.52 mg de cloprostenol; n=25; 11 vacas y cinco vaquillas Angus, cuatro vacas y cinco vaquillas Salers). El día 0 se inyectaron todos los animales, la segunda dosis se aplicó a los animales que no presentaron estro con la primera dosis al día 11. La administración de los tratamientos fue aleatoria en cada predio. La detección de estros en el predio 1 fue a partir del día siete, posterior a la remoción del CIDR-B; en el predio 2, se hizo posterior a cada inyección de PGF_{2α}. El servicio de IA fue de 12 a 18 h posteriores al inicio del estro en ambos predios.

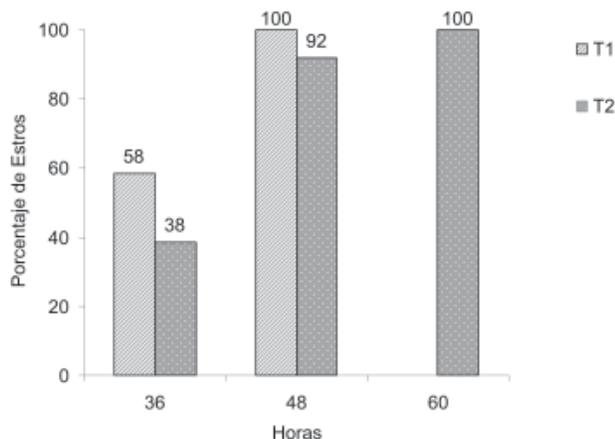
Las variables a evaluar fueron: Porcentaje de estros, intervalo (h) término del tratamiento a inicio de estro, porcentaje de preñez y costo de los tratamientos.

El análisis de porcentaje de estros en el predio 1 no fue necesario, debido a que 100 % de los animales manifestaron estro al concluir el protocolo. En el predio 2, se utilizó un análisis de Chi-cuadrada, utilizando el procedimiento PROC FREQ del paquete estadístico SAS (SAS, 2002). El intervalo (h) del término del tratamiento a inicio del estro se realizó con un análisis de varianza, utilizando el procedimiento GLM del SAS (SAS, 2002), evaluándose un modelo estadístico por cada predio. En el predio 1 se consideraron efectos fijos el tratamiento y el estado fisiológico además de la interacción. En el predio 2, se consideraron efectos fijos el tratamiento, la raza y el estado fisiológico, así

como su interacción. En el predio 1, para la variable porcentaje de preñez, se utilizó una prueba exacta de Fisher (PROC FREQ) para muestras pequeñas en el programa estadístico SAS (SAS, 2002). En el predio 2, se ajustó un modelo para datos categóricos, considerando como efecto fijo el tratamiento, la raza y el estado fisiológico, así como sus interrelaciones, utilizando el procedimiento CATMOD (SAS, 2002). El costo de los tratamientos fue calculado en base los productos utilizados (ECP, CIDR-B, dinoprost trometamina y cloprostamol) y las dosis aplicadas al total de animales.

Resultados y Discusión

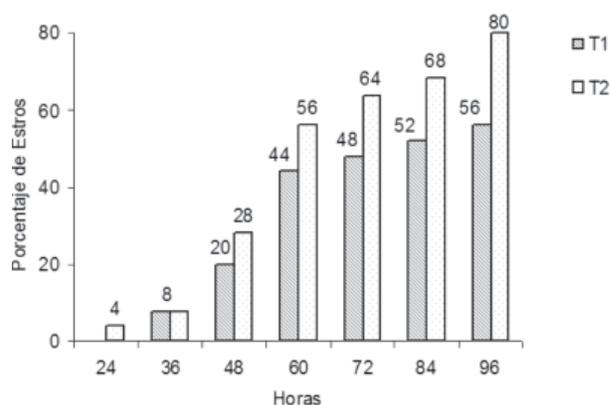
Los resultados para porcentaje de estros en el predio 1 no fueron diferentes ($P > 0.05$), se obtuvo 100 % para ambos tratamientos (Figura 1). Sin embargo, se observa una tendencia a presentar estros en menor tiempo para el T1, ya que a las 48 h el 100 % de las hembras mostraron estro franco, mientras que la respuesta de 100 % del T2 fue hasta las 60 h post-explante. Estos resultados difieren de los reportados por Lucy *et al.* (2001) quienes reportaron 59 % de respuesta al estro utilizando el protocolo de CIDR + PGF_{2α}.



T1 = 0.30 mg dinoprost trometamina ; T2 = 0.52 mg cloprostamol

Figura 1.- Porcentajes de estro acumulativo en vacas y vaquillas Pardo Suizo sincronizadas con ECP y CIDR-B en combinación con PGF_{2α} en el predio 1

Por otra parte Rivera *et al.* (2005) reportaron 86 % de hembras en estro, utilizando únicamente CIDR. Lo anterior pudo ser causa de la combinación de P₄ por un periodo de 7 d antes de la administración de PGF_{2α}, lo que mejora la sincronía del estro (Macmillan y Peterson, 1993).

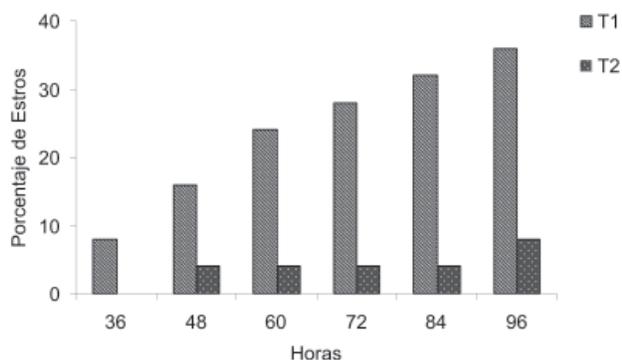


T1 = 0.30 mg dinoprost trometamina ; T2 = 0.52 mg cloprostamol

Figura 2.- Porcentajes de estro acumulativo en vacas y vaquillas sincronizadas con PGF_{2α} en el predio 2 (Dosis 1)

En el predio 2, el resultado global para ambos tratamientos fue 92 vs. 88 % para T1 y T2, respectivamente, no encontrándose diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos, razas o estados fisiológicos. En la primera aplicación se obtuvo 56 vs. 80 % para T1 y T2 (Figura 2); se observa que a partir de las 48 h T2 fue superior a T1 y en la segunda inyección 36 y 8 % (Figura 3); donde T2 tuvo un periodo de mayor distribución a la presentación de estro.

Lo anterior se puede atribuir a la etapa del ciclo estral en la que se encontraban los animales al momento de la inyección de PGF_{2α}. Las hembras en ciclo temprano (días 5 a 9) son menos susceptibles a la aplicación de PGF_{2α} que animales de ciclo tarde (días 13 a 17) o en el caso de las que se encuentran a la mitad del ciclo estral (días 10 a 13) (Bartolomé *et al.*, 2000).



T1 = 0.30 mg dinoprost trometamina ; T2 = 0.52 mg cloprostenol

Figura 3.- Porcentajes de estro acumulativo en vacas y vaquillas sincronizadas con $\text{PGF}_{2\alpha}$ en el predio 2 (Dosis 2)

Los resultados obtenidos están en función de la capacidad de las $\text{PGF}_{2\alpha}$ para causar la regresión del cuerpo lúteo presente en el ovario, y la inducción subsiguiente de un estro fértil, sin embargo, es influenciada por la etapa del ciclo estral al momento de aplicar el tratamiento (Salverson *et al.*, 2002). Lo anterior pudo ser la diferencia de 24 % del T1 vs. T2 en la primera aplicación de $\text{PGF}_{2\alpha}$, aunque no fue significativa.

La sincronización a la presentación del estro fue similar en tiempo (h) ($P>0.05$) en ambos tratamientos. En el predio 1 el intervalo fue 39.72 ± 1.66 h y 42.54 ± 1.57 h para T1 y T2, respectivamente. De igual manera no hubo diferencias ($P>0.05$) entre vacas y vaquillas. Lemaster *et al.* (1999) no encontraron diferencia en el intervalo de tiempo del término del tratamiento al inicio del estro, utilizando un protocolo a base de CIDR, $\text{PGF}_{2\alpha}$ y benzoato de estradiol, el cual, se administró 24 y 48 h después de remover el dispositivo, siendo los intervalos de tiempo de 45.5, 55.9 y 59.2 h para las 24, 48 h y el grupo control, respectivamente. Los intervalos para el predio 2 fueron de 61.17 ± 4.43 y 62.63 ± 4.51 h para T1 y T2, respectivamente. No se encontraron diferencias ($P>0.05$) entre tratamientos, raza ni estado fisiológico ($P>0.05$). Lo anterior coincide con lo reportado con Ferguson y Galligan (1993) quienes encontraron que del 70 al 90 % de las hembras tratadas

mostraron signos de estro de tres a cinco días después de la aplicación de $\text{PGF}_{2\alpha}$.

En el caso del porcentaje de preñez, en el predio 1 no se encontraron diferencias ($P>0.05$), siendo 16.67 y 38.46 % para T1 y T2, respectivamente. Aunque la diferencia porcentual es alta entre tratamientos, no se alcanzó a distinguir el mismo efecto estadísticamente. Los bajos porcentajes de preñez obtenidos en este predio pudieron deberse al uso de progestágenos en programas de sincronización de estros, ya que estos pueden generar el desarrollo de folículos ováricos persistentes (FOP) (Fike *et al.*, 1999), los cuales dan origen a oocitos poco saludables y que son la causa de la reducción del porcentaje de preñez (Roche *et al.*, 1999). En el predio 2, no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos, siendo 52 y 44 % para T1 y T2, respectivamente; aunque se puede observar una diferencia porcentual de ocho. Resultados similares han sido reportados por Lucy *et al.* (2001) quienes obtuvieron un porcentual de preñez de 50, 55 y 58 % para el grupo control, $\text{PGF}_{2\alpha}$ y CIDR+ $\text{PGF}_{2\alpha}$, respectivamente en vacas productoras de carne.

El valor económico de los métodos de SE varía en función del costo de mano de obra, costo de las productos utilizados, así como de la disponibilidad del técnico, entre otros. Es por ello que se realizó el análisis económico así como cálculo del tiempo necesario para desarrollar cada uno de los tratamientos. Así pues, se observó que el costo por dosis fue bajo al utilizar $\text{PGF}_{2\alpha}$ (2.27 dólares de EE.UU. por vaca, Cuadro 1) como único producto en un programa de sincronización de estros con resultados aceptables de 80 % para la variable porcentaje de estros para T1 y T2. Aunque el número de días para llevar a cabo el protocolo, la detección de estros e IA es mayor (14 d) respecto a si se combina P_4 con $\text{PGF}_{2\alpha}$ o algún otro producto hormonal (2 d).

Cuadro 1. Costos estimados para cada tratamiento

Protocolo	Costo por protocolo (\$ USD)	n	Días de trabajo ^a	Costo total (\$ USD)
ECP + CIDR-B + T1	13.18	12	3	161.18
ECP + CIDR-B + T2	12.73	13	3	168.70
T1	2.27	36	14	56.82
T2	1.18	30	14	45.45

T1 = 0.30 mg dinoprost trometamina; T2 = 0.52 mg cloprostenol;
^a Detección de estros e IA; n = número de dosis utilizadas por tratamiento; USD = Dólares de Estados Unidos

Conclusiones

La SE es una práctica de suma importancia para incrementar el uso de IA, y así mejorar potencialmente la genética de los hatos bovinos. En el presente trabajo, dinoprost trometamina y cloprostenol demostraron eficacia similar para la respuesta y el intervalo a la presentación de estros en los dos protocolos evaluados. Sin embargo, la tendencia a la presentación de signos de estro en ambos fue menor en tiempo para T1.

El porcentaje de preñez en el predio 1 fue bajo, lo cual pudo deberse al uso de progestágenos en programas de sincronización que da origen a oocitos de mala calidad y son la causa en la reducción del porcentaje de gestación, además del régimen alimenticio que recibieron las hembras tratadas, antes y durante la realización del experimento. En el predio 2, se obtuvo mayor resultado para T1 y T2. Se recomienda la IA a estro detectado, ya que se han reportado rangos de inseminación a tiempo fijo desde 72 y hasta 96 h, por lo que el porcentaje de gestación puede ser bajo.

Respecto a los costos de cada protocolo, fueron más económicos los del T2, debido al precio comercial al que está disponible

cloprostenol y al número de dosis que se utilizaron por tratamiento.

Los resultados muestran la factibilidad de utilizar cualquiera de los dos productos con el mismo nivel de eficiencia en un programa de sincronización. Por lo que, la decisión de cual utilizar estará en función de otros factores, como son: disponibilidad de mano de obra, instalaciones y tiempo.

Literatura Citada

- AX, L. R., Cropp, A. R., Pollard, B. Faber, S. N., McCauley, T. C., Dawson, G. R. and Fish, D. 2005. Uso de hormonas para incrementar las tasas de gestación. En: Día Internacional del Ganadero Lechero. Memorias. Delicias, Chihuahua. México. p. 1-20.
- BARTOLOMÉ, J. A., Archbald, L. F., Morresey, P., Hernandez, J., Tran, T., Kelbert, D., Long, K., Risco, C. A. and Thatcher, W. W. 2000. Comparison of synchronization of ovulation and induction of estrus as therapeutic strategies for bovine ovarian cysts in the dairy cows. *Theriogenology*. 53(3): 815-825.
- CHENAULT, J. R., J. F. Boucher, K. J. Dame, J. A. Meyer, y S. L. Wood-Follis. 2003. Intravaginal progesterone insert to synchronize return to estrus of previously inseminated dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86:2039-2049.
- FERGUSON, J. D. and Galligan, D. T. 1993. Prostaglandin synchronization programs in dairy heifers (Part 1). *Compendium Counting For The Education Practicing Veterinarian Food Animal*. 15: 1127-1130.
- FIKE, K. E., Wehrman, M. E., Lindsey, B. R., Bergfelf, E. G., Melvin, E. J., Quintal, J. A., Zanella, E. L., Kojima, F. N. and Kinder, J. E. 1999. Estrus synchronization of beef cattle with a combination of melengestrol acetate and an injection of progesterone and 17 β estradiol. *Journal Animal Science*. 77(3):715-723.
- INEGI. 2002. Anuario estadístico. Chihuahua, Chih. México. Disponible en: www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/soc/nav/cer/cersse/c01.xls#1.5!A1; Accesado: 23/06/2002.
- LANE, E. A., E. J. Austin, J. F. Roche, y M. A. Crowe. 2001. The effect of estradiol benzoate or a synthetic gonadotropin-releasing hormone used at the start of a progesterone treatment on estrous response in cattle. *Theriogenology*. 56:79-90
- LEMASTER, J. W., Yelich, J. V., Kempfer, J. R. and Schrick, F. N. 1999. Ovulation and estrus characteristics in crossbred Brahman heifers treated with an intravaginal progesterone-releasing insert in combination with prostaglandin F_{2 α} and estradiol benzoate. *Journal Animal Science*. 77(7): 1860-1868.
- LUCY, M. C., Billings, H. J., Butler, W. R., Ehnis, L. R., Fields, M. J., Kesler, D. J., Kinders, J. E., Mattos, R. C., Short, R. E., Thatcher, W. W., Wettemann, R. P. Yelich, Y. J. and Davis, H. D. 2001. Efficacy of intravaginal progesterone insert and an injection of PGF_{2 α} for synchronizing estrus and shortening the interval to pregnancy in postpartum beef cows, peripubertal beef heifers and dairy heifers. *Journal Animal Science*. 79(4): 982-995.

- MACMILLAN, K. L. and Peterson A. J. 1993. A new intravaginal progesterone releasing device for cattle (CIDR-B) for oestrus synchronization, increasing pregnancy rates, and the treatment of post-partum anestrus. *Animal Reproduction Science*. 33(1-4): 1-25.
- MACMILLAN, K. L., Segwagve, B. V. E. and Pino, C. S. 2003. Associations between the manipulation of patterns of follicular development and fertility in cattle. *Animal Reproduction Science*. 78(3-4): 327-344.
- MURUGAVEL, K. 2003. Reproductive performance of dairy cows following different estrous synchronization protocols. España. Dissertacions (Ph.D.) Facultat de Veterinària, *Universitat Autònoma de Barcelona*. 137 p.
- PATTERSON, D. J., Kojima, F. N. and Smith, M.F. 2003. A review of methods to synchronize estrus in replacement beef heifers and postpartum cows. *Journal Animal Science*. 81(14, Supplement 2): E166-E177.
- RABIEE, A. R., Lean, I. J. and Stevenson, M. A. 2005. Efficacy of ovsynch program on reproductive performance in dairy cattle: A meta-analysis. *Journal Dairy Science*. 88(8): 2754-2770.
- RAMÍREZ, G. J. A. y Miller, G. B. 2004. Adelantos biotecnológicos en reproducción animal aplicada a bovinos de carne. Colección: Textos universitarios. *Universidad Autónoma de Chihuahua*. Chihuahua, Chih. México. 171 p.
- RIVERA, H., Lopez, H. and Fricke, P. M. 2005. Use of intravaginal progesterone-releasing inserts in a synchronization protocol before timed ai and for synchronizing return to estrus in Holstein heifers. *Journal Dairy Science*. 88(3): 957-968.
- ROCHE, J. F., Austin, J., Ryan, M., O'Rourke, M., Mihm, M. and Diskin, M.G. 1999. Regulation of follicle waves to maximize fertility in cattle. *Journal Reproduction Fertility Supplement*. 54: 61-71.
- SALVERSON, R. R., Dejanette, J. M., Marshall, C.E. and Wallace, R. A. 2002. Synchronization of estrus in virgin beef heifers using melengestrol acetate and PGF_{2α}: an efficacy comparison of cloprostenol and dinoprost tromethamine. *Theriogenology*. 57(1): 853-858.
- SAS. 2002. User guide statically analysis system. SAS Institute, Inc. Cory, W. C. 

Este artículo es citado así:

Romero-Santamaría M. E., Alberto Flores-Mariñelarena, José Arturo García-Macías, Alfredo Anchondo-Garay, Carlos Rodríguez-Muela, Lorenzo Antonio Durán-Meléndez, Jorge Alfonso Jiménez-Castro. 2009. *Sincronización de estros en bovinos con dos fuentes de prostaglandinas*. *TECNOCENCIA Chihuahua* 3(1): 19-26.

Resúmenes curriculares de autor y coautores

MARÍA ELENA ROMERO SANTAMARÍA. 2002 Ingeniero Agrónomo Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo; 2006 Maestría en Ciencias, Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua, 2006 – 2008 Encargada del área de crianza de lechones de la compañía de Murphy Brown en EE.UU.

ALBERTO FLORES MARIÑELARENA. 1986 Ingeniero Zootecnista, Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua; 1991 Maestro en Ciencias, Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua; Académico Titular C de 1986 a la fecha en la Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua; 2000 – 2004 Jefe del Departamento de Reproducción y Genética de la División de Posgrado e Investigación de la Facultad de Zootecnia; 2006 – A la fecha coordinador de Investigación de la Secretaría de Investigación de la Facultad de Zootecnia y Ecología; Participación en 64 publicaciones en diversas revistas con arbitraje, congresos y foros, nacionales e internacionales

JOSÉ ARTURO GARCÍA MACÍAS. No. SNI: 7566, Nivel I; Ingeniero Zootecnista, Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua, 1981; Maestría en Ciencias, Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua, 1986; Doctorado en Veterinaria, Facultad de Veterinaria, Universidad Autónoma de Barcelona, España 1995; Artículos con arbitraje publicados, 18; Artículos con arbitraje aceptados 2; Capítulos de libro aceptados, 2; Artículos en memorias en extenso 64; Difusión 9; Formación de recursos humanos: Licenciatura 2, Especialidad 2, Maestría 16, Doctorado 3; Cursos internacionales impartidos 13; Responsable de proyectos, 10; Participación en proyectos interinstitucionales 5; Vinculación con la industria, SIGMA alimentos noroeste, Carne seca "La Estampida", Carne Seca "Chejos", Asociación de productores de trucha región Madera, A.C., GAVATT productores acuícolas del noroeste; Perfil PROMEP: 1998 a la fecha; Consultor tecnológico especialista del CONACYT de 1999 a la fecha clave RCCT – E00237; Registro CONACYT de evaluadores acreditados RCEA-06-7099-2002: Profesor de tiempo completo, Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua.

ALFREDO ANCHONDO GARAY. Perfil PROMEP: Noviembre del 2006 a la fecha; 1981, Ingeniero Zootecnista, Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH); 1986 Maestría en Ciencias, Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua; Área: "Reproducción y Genética Animal". Últimos puestos desempeñados: Jefe del Departamento de Reproducción y Genética Animal. Secretaría de Investigación y Posgrado, Facultad de Zootecnia y Ecología. UACH; Responsable del Laboratorio de Procesamiento de Semen e Inseminación Artificial, Facultad de Zootecnia y Ecología UACH; Presidente de la Academia de Reproducción y Genética Animal, Facultad de Zootecnia y Ecología UACH; resumen de publicaciones, 8 Arbitradas, 18 en memorias en extenso y 6 de difusión; formación de recursos humanos asesorados: 15 de maestría y 2 de licenciatura.

CARLOS RODRÍGUEZ MUELA. Es Ingeniero Zootecnista desde 1982 y estudio la maestría en producción animal en 1992 y el doctorado con especialidad de nutrición animal en 1999 en la Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Se ha desempeñado como maestro investigador de tiempo completo en la facultad de zootecnia desde 1982, impartiendo diversas cátedras de licenciatura y posgrado habiendo formado a la fecha 8 maestros en ciencias y 2 doctores. Cuenta con el perfil PROMEP desde el 2001. Actualmente es miembro del Cuerpo Académico de Nutrición Animal (UACHIH-CA1) y cultiva la línea de investigación "Bio-procesado y evaluación integral de alimentos para animales". Ha sido responsable técnico de 8 proyectos de investigación financiados por diversas Instituciones y dependencias oficiales y ha participado en mas de 25 congresos Nacionales e Internacionales y publicado diversos trabajos como resultado de la investigación desarrollada por más de 20 años. Ha colaborado como asesor técnico de diversas dependencias públicas y privadas como ALBAMEX, SA de CV, Fundación Produce Chihuahua y la Unión Ganadera Regional de Chihuahua, además de otros organismos y empresas privadas, relacionados con la producción animal en el Estado

LORENZO ANTONIO DURÁN MELÉNDEZ. Ingeniero Zootecnista, 1984. Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua., Maestro en Ciencias en Producción Animal Tropical. 1991, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Maestro en Educación Superior. 2000. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Autónoma de Chihuahua. Ph.D. en Nutrición Animal, 2006, The University of Nottingham, Nottingham, UK. Puesto actual: Coordinador de Publicaciones de Posgrado, Coordinador de la Carrera de Ingeniero Zootecnista en Sistemas de Producción Facultad de Zootecnia, UACH. Publicaciones: 15 artículos in extenso en congresos nacionales e internacionales, 80 artículos de difusión, 4 manuales técnicos, 2 capítulos de libro. Tesis dirigidas: 2 de licenciatura, 6 de maestría en ciencias.