

# Efecto de la dosis reducida de un análogo de la prostaglandina (Luprostiol) por vía submucosa intravulvar en la luteólisis y la manifestación del estro en vacas Suizo Pardo

Renato Raúl Lozano Domínguez\*  
Armando Córdova Santamaría\*\*  
Eugenio Villagómez Amezcua\*\*\*

---

## Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of a reduced dose of prostaglandin (PG) via intravulvo-submucosa (SMIV) and ipsilateral to corpora lutea (IPL). Thirty nine Brown Swiss cows in production, with regular estrous cycles, were assigned to different treatments: 15 mg of Luprostiol (LP) intramuscularly; T1, 11.2 mg of LP via SMIV and IPL and T2, 7.5 mg of LP via SMIV and IPL. For progesterone determination, a sample was taken at 0 h to 72 h post-treatment every 12 h. The luteolytic effect was considered when the concentrations of progesterone were lower than 1 ng/ml, and these were maintained until 72 h post-treatment. At 0 h, the concentrations of progesterone were 3.22 ng/ml in all treatments ( $P > 0.05$ ). After 24 h post-treatment this concentrations were lower than 1 ng/ml in all treatments and were maintained until 72 h post-treatment ( $P > 0.05$ ). The percentage of estrous (PTE) (84.1 %) and the interval treatment-estrous (82.2 h) were similar between treatments ( $P > 0.05$ ). Body weight at the beginning of the treatment, milk production level and the number of calving were not significant on luteolytic effect and on PTE ( $P > 0.05$ ). Intravulvo-submucosal injection of reduced dose of PG had a luteolytic effect and the estrous rate was similar to the conventional dose.

**Key words:** LUTEOLYTIC-EFFECT, PROSTAGLANDIN, DAIRY COWS, TROPICS.

## Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar si la dosis reducida de un análogo de la prostaglandina (Luprostiol) (LP) por vía submucosa intravulvar (SMIV) e ipsilateral al cuerpo lúteo (IPL) inducen la luteólisis y la manifestación del estro. Se utilizaron 39 vacas de la raza Suizo Pardo en producción con ciclos estrales regulares, las cuales fueron asignadas a los siguientes tratamientos: 15 mg de LP por vía intramuscular ( $n = 13$ ); T1, 11.2 mg de LP por vía SMIV e IPL ( $n = 13$ ); T2, 7.5 mg de LP por vía SMIV e IPL ( $n = 13$ ). Se tomaron muestras sanguíneas para medir la concentración plasmática de progesterona (P4) a las 0 h y posteriormente cada 12 h, hasta las 72 h postratamiento. Se consideró la luteólisis (LUT) cuando las concentraciones de P4 fueron menores de 1 ng/ml y se mantuvieron hasta las 72 h postratamiento. A las 0 h, inicio de los tratamientos, la concentración de P4 fue de 3.22 ng/ml, después de las 24 h los niveles de P4 fueron menores de 1 ng/ml y se mantuvieron hasta las 72 h postratamiento, sin mostrar diferencia entre los grupos tratados ( $P > 0.05$ ). El

---

Recibido el 18 de abril de 1996 y aceptado el 14 de noviembre de 1996.

\* Campo Experimental Pabellón-INIFAP. Apdo. Postal 20, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México.

\*\* Campo Experimental Morelia-INIFAP. Teniente Isidro Alemán 230, Morelia, Michoacán.

\*\*\* CENID-Microbiología, INIFAP. Km 32.5, Carretera México-Toluca, 05110, México, D.F.

porcentaje total del estro (PTE) (84.1 %) y el intervalo tratamiento-manifestación del estro (ITE) (86.4 h) fueron similares entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). El peso corporal, el nivel de producción láctea, el número de parto y el intervalo parto-tratamiento no fueron determinantes para afectar la LUT, el ITE y el PTE ( $P > 0.05$ ). Las vacas que recibieron dosis reducidas de LP por vía SMIV e IPL tuvieron LUT, ITE y PTE similares a los observados en vacas con una dosis completa y por vía intramuscular.

**Palabras clave:** LUTEOLISIS-PROSTAGLANDINA, GANADO LECHERO, TROPICO

## Introducción

La prostaglandina  $F2\alpha$  y sus análogos han sido utilizados con éxito en la sincronización del estro en bovinos, con lo que se incrementa la eficiencia reproductiva y facilita el manejo del hato. Asimismo, se ha determinado que en tratamientos con dosis completas de prostaglandinas por vía intramuscular, el número de lactancia, la producción láctea a un equivalente de madurez de 305 días, la raza,<sup>9</sup> y la corta o larga vida media de la prostaglandina<sup>22</sup> no afectan la tasa de presentación del estro.

En vaquillas y vacas Holstein, la administración de dosis reducida de prostaglandina por la vía submucosa intravulvar (SMIV) ha mostrado una respuesta similar en la tasa de presentación del estro,<sup>2,6,8</sup> de fertilidad<sup>7,8,13</sup> y de luteólisis<sup>5,13</sup> a la observada con una dosis completa y por vía intramuscular.

Sin embargo, en algunos estudios realizados en vacas y vaquillas Holstein se ha observado que la administración de un luteolítico por vía SMIV con dosis menores al 25% se tiene una mayor proporción de animales con niveles plasmáticos de  $P4$  superiores a 1 ng/ml a las 72 h postratamiento.<sup>2,5</sup>

Posteriormente, otro estudio<sup>6</sup> realizado en vaquillas Holstein mostró que la administración de estradiol 48 horas después de la aplicación del 10% de la dosis del luteolítico, por vía SMIV e ipsilateral al cuerpo lúteo, no incrementó el porcentaje de vaquillas con niveles plasmáticos de  $P4$  menores a 1 ng/ml a las 72 h postratamiento; no obstante, el porcentaje de concepción no difirió entre las vaquillas con niveles de  $P4$  mayores o menores a 1 ng/ml a las 72 h postratamiento.

Estos estudios concluyen que la luteólisis no se presenta cuando la dosis del luteolítico por vía SMIV es insuficiente,<sup>2</sup> y cuando éste se aplica en forma contralateral al cuerpo lúteo.<sup>5</sup>

Los objetivos del presente estudio fueron: evaluar si la administración de dosis reducida de un análogo de la prostaglandina (Luprostiol)\* por vía submucosa intravulvar (SMIV) e ipsilateral al cuerpo lúteo (IPL) inducen la lisis del cuerpo lúteo, así como, la presentación del estro en vacas de la raza Suizo Pardo en producción; y determinar si el peso corporal, el número de partos, el nivel de producción láctea y el intervalo parto-tratamiento afectan la luteólisis y la manifestación del estro.

## Material y métodos

El estudio se realizó en el campo experimental El Verdineño, ubicado en el municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. El clima de la región es tropical subhúmedo, con una precipitación pluvial anual de 1200 mm y un promedio de 26°C de temperatura ambiente. La ubicación geográfica del campo es de 21° 33' de latitud Norte y 105° 11' de longitud Oeste, así como 40 msnm.<sup>3</sup>

Se utilizaron 39 vacas Suizo Pardo en producción con ciclos estrales regulares, las cuales tuvieron una media de 4.7 partos (NP), un peso corporal (PESOT) de 478 kg, y un intervalo parto-tratamiento (DEL) de 127 días.

Se registró el nivel de producción láctea (PL) desde dos semanas antes del tratamiento hasta 10 semanas posteriores al mismo, cuyo promedio fue de 10.9 litros por día.

El sistema de producción fue intensivo, con dos ordeños al día. Las hembras fueron mantenidas en praderas irrigadas de zacate Pará (*Brachiaria mutica*), que fueron utilizadas en forma rotacional en ocho potreros de 2 ha cada uno. Así también, se suministró un concentrado a razón de 400 a 450 g/kg de leche a partir del quinto litro de leche producido, el cual contenía 18% de proteína cruda y 2.7 Mcal/kg de energía metabolizable.

Del día 10 al 12 del ciclo estral se examinó por medio de la palpación rectal el aparato reproductor para verificar la presencia de un cuerpo lúteo. Se registró el peso corporal y las vacas fueron asignadas al azar a los siguientes tratamientos:

- T (n = 13), testigo, 15 mg de Luprostiol (LP) (100% de la dosis por vía IM).
- T1 (n = 13), 11.2 mg de LP (75% de la dosis) por vía SMIV e IPL.
- T2 (n = 13), 7.5 mg de LP (50% de la dosis) por vía SMIV e IPL.

Las vacas fueron observadas dos veces al día para la detección del estro, de 5 a 7 h y de 16 a 18 h. Doce horas después de detectar el estro, los animales fueron inseminados artificialmente con semen congelado de fertilidad probada y por un solo técnico inseminador.

Los animales que no manifestaron estro, entre las 72 y 96 h postratamiento, fueron sometidos a un examen del aparato reproductor con el fin de verificar la presencia de moco y turgencia uterina, cuyos signos fueron considerados como indicativos de estro no manifiesto; las vacas que presentaron tales signos fueron inseminadas en esos mismos periodos. Se determinó que el estro fue sincronizado cuando éste se observó en los primeros cinco días postratamiento.<sup>9</sup>

\* Prosolvin, Intervet.

Se tomaron muestras sanguíneas a 23 vacas (T = 8, T1 = 7 y T2 = 8) para determinar la concentración plasmática de progesterona (P4) a las 0 (momento de la administración de LP), 12, 24, 36, 48, 60 y 72 h postratamiento. Las muestras fueron centrifugadas a 700 g por 10 min y el plasma fue almacenado a -20°C hasta la cuantificación de progesterona (P4) por radioinmunoensayo.<sup>16</sup> Los coeficientes de variación inter e intra ensayo fueron de 10.34% y 7.97%, respectivamente. La sensibilidad de la curva estándar fue de 12.5 pg por tubo (95% de confiabilidad). Se consideró que hubo luteólisis (LUT) cuando las concentraciones plasmáticas de P4 fueron menores de 1 ng/ml y se mantuvieron hasta las 72 h postratamiento.<sup>6,19,21</sup> El porcentaje de vacas con luteólisis (PLUT) se determinó dividiendo el total de vacas con niveles menores de 1 ng/ml de P4 entre el total de vacas tratadas.

Se determinaron el intervalo tratamiento-manifestación del estro (ITE), los porcentajes de vacas con estro manifiesto (PVE) y el total de vacas en estro (PTE). El PTE se calculó mediante la suma de los porcentajes de vacas con estro manifiesto y no manifiesto.

El ITE y los cambios de las concentraciones plasmáticas de P4 de 0 a 72 h postratamiento se analizaron por medio de un análisis de varianza de un camino de clasificación, tomando el tratamiento como efecto principal. Para el caso del ITE se tomó el PESOT como covariable en su forma lineal. Los PVE, PTE y PLUT se analizaron mediante la prueba de Ji-cuadrada. El NP, PESOT, PL y DEL se relacionaron con LUT, ITE y PTE mediante un análisis de regresión lineal.<sup>1</sup>

## Resultados

Las concentraciones plasmáticas de P4 de 0 a 72 h postratamiento para las diferentes dosis y vías de administración fueron similares entre los distintos grupos tratados durante todo el periodo evaluado ( $P > 0.05$ ). El valor promedio de P4 al inicio del tratamiento fue de 3.22 ng/ml, cuyos niveles disminuyeron en forma drástica en todos los grupos a partir de las 12 h, y se tuvieron valores menores de 1 ng/ml de P4 entre las 24 y 72 h postratamiento (Figura 1).

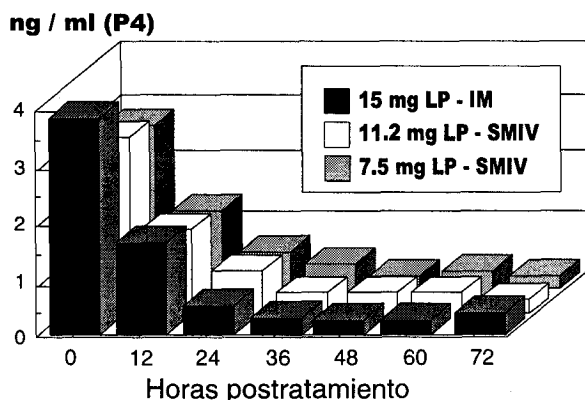


Figura 1. Concentración de progesterona (P4) de 0 a 72 h postratamiento con Luprostiol (LP) por vía intramuscular (IM) y submucosa intravulvar (SMIV).

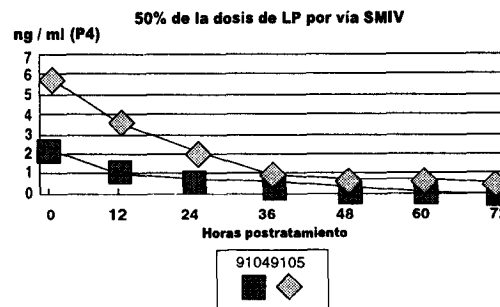
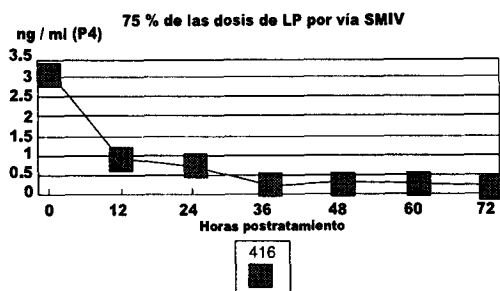
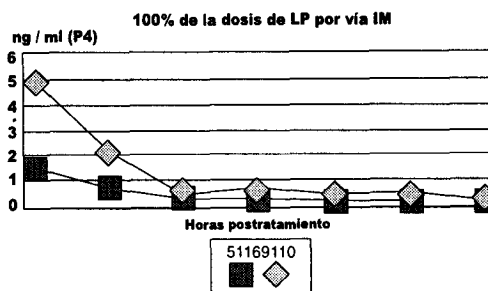


Figura 2. Concentración plasmática de progesterona (P4) de 0 a 72 horas postratamiento con luprostiol (LP) por vía intramuscular (IM) y submucosa intravulvar (SMIV) en vacas sin manifestación del estro.

Los porcentajes de vacas con valores menores de 1 ng/ml de P4 a las 12 h postratamiento fueron de 37.5%, 14.2% y 50% para los grupos T, T1 y T2, respectivamente. A las 36 h, el 100% de las vacas presentaron luteólisis, sin mostrar diferencias entre los grupos ( $P > 0.05$ ).

En la Figura 2 se muestra la concentración plasmática de progesterona de 0 a 72 horas postratamiento de cinco vacas que no manifestaron estro (dos con el 100% de la dosis de LP por vía IM; una con el 75% de la dosis de LP por vía SMIV y dos más con el 50% de la dosis de LP por vía SMIV), las cuales presentaron una luteólisis normal con concentraciones plasmáticas de P4 menores a 1 ng/ml a las 36 h postratamiento y se mantuvieron en esos niveles hasta las 72 h postratamiento. A estas vacas se les examinó el aparato reproductivo por palpación rectal a las 72 y 96 h postratamiento, y no se les detectó con signos clínicos de estro.

El NP, PESOT, PL y DEL no afectaron ( $P > 0.05$ ) la concentración de P4 de 0 a 72 h postratamiento.

En el Cuadro 1 se muestra la respuesta reproductiva de las vacas a la aplicación de LP. El ITE tuvo una media de

**Cuadro 1**  
**RESPUESTA REPRODUCTIVA A LA ADMINISTRACION DE DOSIS REDUCIDAS DE LUPROSTIOL EN VACAS SUIZO AMERICANO**

Parámetros	n	Tratamientos				
		Intramuscular		Submucosa intravulvar		
		15 mg	n	11.2 mg	n	
Vacas tratadas	13		13		13	
Tratamiento-estro (h)*	10	78.5 +/- 21.3	10	91.1 +/- 16.4	10	89.8 +/- 15.2
Total de estros (%)	11	84.6	11	84.6	11	84.6
Estros manifiestos (%)	10	77.0	10	77.0	10	77.0
Estros silenciosos (%)	1	7.6	1	7.6	1	7.6
Estros no manifiestos (%)	2	15.4	2	15.4	2	15.4

N.S. No significativo ( $P > 0.05$ ).

\* Media +/- desviación estándar

86.4 h, sin ser afectado por el nivel de la dosis de LP y la vía de administración ( $P > 0.05$ ). El ITE no fue afectado por los DEL ( $r = .08$ ,  $P > 0.05$ ), PESOT ( $r = .25$ ,  $P > 0.05$ ), NP ( $r = -.31$ ,  $P > 0.05$ ) y PL ( $r = -.31$ ,  $P > 0.05$ ).

Los PVE y PTE fueron similares entre tratamientos ( $P > 0.05$ ). La presentación del estro se inició a las 48 h, el 78.1% de ellos se manifestaron entre las 72 y 96 h, y a las 120 h el 100% de las vacas ya habían manifestado el estro. El PESOT ( $r = -.03$ ,  $P > 0.05$ ), la PL ( $r = -.18$ ,  $P > 0.05$ ), el NP ( $r = -.12$ ,  $P > 0.05$ ) y los DEL ( $r = -.11$ ,  $P > 0.05$ ) no afectaron el PTE.

## Discusión

Los niveles de progesterona a las 0 horas (3.22 ng/ml) indicaron la presencia de un cuerpo lúteo funcional en todos los animales muestreados. Los niveles de P4 fueron menores a 1 ng/ml a las 24 h postratamiento y se mantuvieron hasta la 72 h postratamiento en el 100% de los animales muestreados, lo que indicó la efectividad de los tratamientos utilizados.

Lo anterior concuerda con lo que se ha informado en vacas Holstein tratadas con el 50%<sup>2,13</sup> y 25%<sup>2</sup> de la dosis de prostaglandina administrada por vía SMIV; y con dosis completas de prostaglandina de corta o larga vida media por vía IM.<sup>12,22</sup> Sin embargo, difiere de otro estudio realizado en vacas Holstein,<sup>11</sup> con la administración del 33% de la dosis de prostaglandina aplicada en diversos puntos vulvares (ipsilateral o contralateral al cuerpo lúteo y en la parte ventral o dorsal del labio vulvar) se tuvo una luteólisis entre el 42% y el 56% de los animales tratados.

Por otra parte, también se observó una luteólisis normal en vacas que no manifestaron estro, y corroborado esto último por medio de un examen del aparato reproductor a las 72 y 96 h postratamiento; en estos casos, las concentraciones plasmáticas de P4 fueron menores de 1 ng/ml hasta

las 72 horas. Esto mismo, ha sido observado en vacas Cebú<sup>18</sup> tratadas con el 30% de la dosis de prostaglandina por vía submucosa intravulvar, donde el 42% de las vacas no manifestaron estro; no obstante, éstas tuvieron una luteólisis normal con concentraciones de P4 por debajo de 1 ng/ml a las 72 h postratamiento.

Algunos estudios han determinado que la falla en la manifestación del estro durante el tratamiento con prostaglandinas quizá se deba a la ausencia de un folículo estrogénicamente activo,<sup>9</sup> ya que se ha demostrado que los estrógenos juegan un papel importante para obtener una adecuada manifestación del estro,<sup>9,19,20,21</sup> y en el inicio de la luteólisis.<sup>9,14,15,17,23</sup> Asimismo, se ha observado en vacas tratadas con dosis completas de prostaglandina por vía intramuscular,<sup>19,21</sup> y con dosis reducidas por vía SMIV<sup>2</sup> un incremento de los niveles plasmáticos de estradiol de 24 a 72 h postratamiento, que coincide con la regresión del cuerpo lúteo y en un incremento del desarrollo folicular.

En el presente estudio, la reducción de la dosis del luteolítico hasta un 50% y su administración por vía SMIV y en forma ipsilateral al cuerpo lúteo fueron suficientes para sincronizar el estro, comparable a lo observado con la administración intramuscular del 100% de la dosis.

Esta misma respuesta se ha descrito en estudios realizados en vacas Holstein al aplicar el 50%<sup>2,13</sup> y el 25%<sup>2</sup> de la dosis de un luteolítico por vía SMIV. Así también, concuerda con estudios realizados en vaquillas Holstein.<sup>4,6,7,8</sup> Sin embargo, difiere de lo observado en vacas Holstein, donde la administración del 33% de la dosis de prostaglandina en diferentes sitios de la vulva tuvieron un menor porcentaje de vacas en estro.<sup>11</sup>

El ITE observado en vacas tratadas con dosis reducida de prostaglandina y por vía SMIV fueron similares a lo que se ha informado<sup>18</sup> en vacas con el 100% de la dosis de prostaglandina por vía IM dentro del mismo periodo del ciclo estral.

La manifestación del estro en el presente estudio se inicio a partir de las 48 h postratamiento; entre las 60 y 96 h postratamiento el 84.1% de las vacas manifestaron el estro. Lo que coincide con lo observado en vacas productoras de leche, donde se determinó que el día de la manifestación del estro ocurre más frecuentemente con el día del pico de concentración de  $17\beta$  estradiol.<sup>21</sup>

Independientemente de la dosis y las vías de administración de la prostaglandina, la respuesta esperada en la luteólisis y en la manifestación del estro fue similar tanto en vacas primíparas como en multíparas y en periodos mayores de 50 días posparto en cualquier etapa de producción. Así también, el peso corporal y la producción láctea no afectaron los efectos del tratamiento sobre las variables evaluadas. Estos resultados concuerdan con los observados en vacas lecheras tratadas con dosis completas por vía intramuscular.<sup>9</sup>

Se concluye que con la administración del 75% (11.2 mg) y el 50% (7.5 mg) de la dosis de prostaglandina por vía SMIV e IPL en vacas en producción de la raza Suizo Pardo, se induce la luteólisis y la sincronización del estro en forma similar a lo que ocurre en vacas tratadas con dosis completas de prostaglandina por vía intramuscular, y da evidencia de una comunicación local de la región submucosa vulvar y el ovario, que quizá sea a través de un sistema de contracorriente venoso-arterial, como el descrito por Ginther,<sup>10</sup> entre el útero y el ovario.

La producción láctea, el número de partos, los días en leche y el peso corporal de la vacas no afectaron la manifestación del estro, el intervalo tratamiento-manifestación del estro y la respuesta luteolítica.

Los resultados del presente estudio ofrecen la posibilidad de utilizar dosis reducidas de prostaglandina por la vía submucosa intravulvar en vacas de la raza Suizo Pardo en producción, que permiten disminuir los costos sin perder la efectividad en la sincronización del estro.

## Literatura citada

1. Anderson, L.V. and McLean, J.: Design of Experiments. *Marcel Dekker, Inc.*, New York, 1974.
2. Chauhan, F.S., Mgongo, F.O.K., Kessy, B.M. and Gombe, S.: Effects of intravulvo-submucosal cloprostenol injections on hormonal profiles and fertility in subestrous cattle. *Theriogenology*, 26: 69-75 (1986).
3. Comisión de Estudios del Territorio Nacional: Carta Topográfica 1:50,000 San Blas F13-C29. *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática*, México, D.F., 1970.
4. Córdova, S.L. y Castro, G.E.: Utilización de cloprostenol, dinoprost y luprostiol por vía submucosa intravulvar para sincronizar el estro en vaquillas Holstein. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria en México. México, D.F. 1988. 119. *INIFAP*. México, D.F. (1988).
5. Cordova, S.L., Jimenez, K.F. and Villa, G.A.: Intravulvo submucosal injections of Luprostiol may reach corpora lutea by a local, unilateral pathway in cattle. *Theriogenology*, 33: 207-218 (1990).
6. Córdova, S.L., Jiménez, K.F., Villa, G.A. y Flores, L.R.: Efecto luteolítico del cipionato de estradiol combinado con una dosis reducida de Luprostiol inyectado en la submucosa intravulvar de vaquillas. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria en México. Villahermosa, Tabasco. 1990. 421-423. *INIFAP*. México, D.F. (1990).
7. Córdova, S.L. y Villa, G.A.: Administración de dosis reducida de Luprostiol por vía submucosa intravulvar para sincronizar el estro en vaquillas Holstein. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria en México. México, D.F. 1988. 120. *INIFAP*. México, D.F. (1988).
8. Córdova, S.L., Villa, G.A., Jiménez, K.F. y Flores, L.R.: Aplicación de dosis mínima de Luprostiol por vía submucosa intravulvar ipsilateral o contralateral al cuerpo lúteo. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria en México. México, D.F. 1988. 121. *INIFAP*. México, D.F. (1988).
9. Dailey, R.A., Price, J.C., Simmons, K.R., Meisterling, E.M., Quinn, P.A. and Washburn, S.P.: Synchronization of estrus in dairy cows with prostaglandin F2 alpha and estradiol benzoate. *J. Anim. Sci.*, 69: 1110-1114 (1986).
10. Ginther, O.J.: Internal regulation of physiological processes through local venoarterial pathways: A review. *J. Anim. Sci.*, 39: 550-564 (1974).
11. Guzmán, R., Zarco, L. y Lima, V.: Características de los perfiles de progesterona plasmática antes y después del tratamiento con dosis reducidas de prostaglandina F2 inyectadas en diferentes sitios de la vulva en ganado Holstein. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria en México. México, D.F. 1989. 168. *INIFAP*. México, D.F. (1989).
12. Herschler, R.C., Peltier, L.S. Duffy, J. and Kushinsky, S.: Effect of fenprostalene, a PG F2 alpha analogue, on plasma levels of estradiol-17 $\beta$  and progesterone in cyclic heifers. *Theriogenology*, 25: 463-472 (1986).
13. Horta, A.E.M., Costa, C., Robalo, J.M. and Rios, V.M.: Possibility of reducing the luteolytic dose of cloprostenol in cyclic dairy cows. *Theriogenology*, 25: 291-301 (1986).
14. Howard, H.J., Scott, R.G. and Britt, J.H.: Associations among progesterone, estradiol-17 $\beta$ , oxytocin and prostaglandin in cattle treated with HCG during diestrus to extend corpus luteum function. *Prostaglandins*, 40: 51-66 (1990).
15. Hughes, T.I., Villa, G.A., Kesner, J. and Fogwell, R.L.: Destruction of bovine ovarian follicles: Effects on the pulsatile release of luteinizing hormone and prostaglandin F2 alpha-induced luteal regression. *Biol. Reprod.*, 36: 523-531 (1987).
16. Jimenez, K.F., Galina, C., Ramirez, B. and Navarro-Fierro, R.: Comparative study of the concentration of peripheral progesterone before and after PGF2 injection between *Bos taurus* (Brown Swiss) and *Bos indicus* (Indobrasil) in the tropics. *Anim. Reprod. Sci.*, 9: 333-342 (1985).
17. Knickerbocker, J.J., Thatcher, W.W., Foster, D.B., Wolfenson, D., Bartol, F.F. and Canton, D.: Uterine prostaglandin and blood flow responses to estradiol-17 $\beta$  in cyclic cattle. *Prostaglandins*, 31: 757-776 (1986).
18. Lozano, D.R., Córdova, S.A., Villagómez, A.E. y Carrillo, G.: Luteólisis inducida con el 30% de la dosis de prostaglandina por vía submucosa intravulvar de vacas Cebú. III Reunión Científica Forestal y Agropecuaria del Estado de Nayarit. Tepic, Nayarit. 85. 1991. *INIFAP-Nayarit*. Tepic, Nayarit (1991).
19. Moreno, I.Y.D., Galina, C., Escobar, F.S., Ramirez, B.J. and Navarro-Fierro, R.: Evaluation of the lytic response of prostaglandin alpha in Zebu cattle based on serum progesterone. *Theriogenology*, 25: 413-421 (1986).
20. Savio, J., Boland, P.M., Hynes, N., Mattiaca, R.M. and Roche, J.F.: Will the first dominant follicle of the estrous cycle of heifers ovulate following luteolysis on day 7? *Theriogenology*, 33: 677-689 (1990).
21. Stevenson, J., Lucy, M.S. and Call, P.: Failure of timed inseminations and associated luteal function in dairy cattle after two injections of prostaglandin F2 alpha. *Theriogenology*, 28: 937-946 (1987).

22. Stotts, T., Stummpf, J., Day, M., Wolfe, M., Wolfe, P., Kittok, R., Nielsen, M., Deutscher, G. and Kinder, J.: Luteinizing hormone and progesterone concentrations in serum of heifers administered a short half-life prostaglandin analogue (Fenprostalene) on days six or eleven of the estrous cycle. *Theriogenology*, 28:523-529 (1987).
23. Villa-Godoy, A., Ireland, J.L., Wortman, J.A., Ames, N.K., Hughes, T.L. and Fogwell, R.L.: Effect of ovarian follicles on luteal regression in heifers. *J. Anim. Sci.*, 60:519-528 (1985).