

# Efecto del norgestomet inyectado sobre el folículo dominante persistente y la formación del cuerpo lúteo en vacas sincronizadas con implantes de norgestomet

Flor Alejandra Mata Castellanos\*  
Joel Hernández Cerón\*  
Everardo González Padilla\*

## Abstract

The effect of a 3 mg im injection of Norgestomet (NG) on atresia of persistent dominant follicles (PDF), and corpora lutea (CL) formation after induced ovulation with hCG in progestagen estrus synchronized bovine females was studied in 11 Holstein heifers and 20 lactating cows. Estrus of all animals was synchronized with a double PGF2a injection. On day 7 after estrus (day 0 of the experiment) all animals received a 3 mg NG sc ear implant (iNG), and a luteolytic dose of PGF2a. The NG implant was removed on day 9. Cows and heifers were randomly distributed to each of the four treatments: hCG ( $n = 8$ ) with 2500 i.u. of hCG im on day 3; hCG + NG ( $n = 8$ ) with 2 500 i.u. hCG im on day 3, and 3 mg NG im on day 5; NG( $n = 8$ ) with 3 mg NG im on day 5; and the control (C,  $n = 7$ ), saline solution im on day 3 and 5 ml vegetable oil on day 5. Daily ultrasound (us) images of the ovaries, and blood samples were taken from implantation until the end of the synchronized estrus. Progesterone concentrations were determined in plasma by RIA. Atresia and substitution of the PDF was similar ( $P > 0.05$ ) between hCG (5/8), hCG + NG (7/8) and NG (6/7), but different to C (0/7,  $P < 0.05$ ). Pregnancy rates in the synchronized estrus were not different ( $0.05 < P < 0.1$ ) between cows that ovulated the PDF (53%, 7/13), or a new follicle (66.6%, 12/18). In hCG + NG, CL formation was avoided; only 1/6 animals showed progesterone levels  $> 1$  ng/ml at implant removal, while in hCG group 5/5 ovulated animals formed a CL, had progesterone levels  $> 1.0$  ng/ml, and were not estrus synchronized at implant removal. The injection of 3 mg im of NG on day 5 after iNG insertion caused atresia and substitution of the PDF, and avoided CL formation in hCG induced ovulators.

Keywords: ESTRUS SYNCHRONIZATION, NORGESTOMET, PERSISTENT DOMINANT FOLLICLE, CORPUS LUTEUM.

## Resumen

Se evaluó el efecto de la inyección im de 3 mg de norgestomet (NG) en la inducción de atresia del folículo dominante persistente (FDP) y la formación del cuerpo lúteo (CL) que se desarrolla después de inducir la ovulación del FDP con hCG, en vacas sincronizadas con implantes de norgestomet. Se utilizaron 11 vaquillas y 20 vacas Holstein previamente sincronizados con doble inyección de PGF2a. El día 7 del ciclo (día 0 del experimento), se les insertó un implante sc de 3 mg de norgestomet (iNG) y recibieron PGF2a; posteriormente se asignaron al azar a los siguientes tratamientos: Para el tratamiento hCG ( $n = 8$ ) el día tres se aplicaron 2 500 UI de hCG im; para el tratamiento hCG + NG ( $n = 8$ ) el día tres se aplicaron 2 500 UI de hCG im y el día cinco recibieron 3 mg de norgestomet im; para el tratamiento NG ( $n = 8$ ) el día cinco recibieron 3 mg im de norgestomet. Al grupo testigo ( $n = 7$ ) se le aplicó solución salina im el día tres y el día cinco, 5 ml de aceite vegetal. El iNG se retiró nueve días después de su inserción. Diariamente, a partir de la inserción del iNG y hasta la presentación del estro, se realizaron ultrasonografías de los ovarios y se tomaron muestras sanguíneas, en las cuales se determinaron las concentraciones de progesterona. La proporción de animales en los cuales se eliminó el FDP y se promovió un recambio folicular fue similar ( $0.05 < P < 0.1$ ) entre los

Recibido el 18 de agosto de 2000 y aceptado el 25 de octubre de 2000.

\* Departamento de Reproducción, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F. E-mail: jhc@servidor.unam.mx

tratamientos hCG (5/8), hCG (NG 7/8) y NG (6/7), pero fue diferente ( $P < 0.05$ ) al grupo testigo, en el cual no se eliminó ningún FDP (0/7). El porcentaje de concepción fue similar ( $P > 0.05$ ) entre las vacas que ovularon un folículo nuevo (66.6%; 12/18) y aquellas que ovularon el FDP (53.8%; 7/13). En el grupo hCG (NG) el tratamiento con norgestomet después de la inyección de hCG evitó el desarrollo del CI, ya que sólo una vaca de seis que ovularon tuvo niveles  $> 1 \text{ ng/ml}$  de progesterona al retirar el iNG, mientras que en el grupo hCG los cinco animales que ovularon tuvieron niveles  $> 1 \text{ ng/ml}$  de progesterona ( $P < 0.05$ ). Se concluye que la inyección de 3 mg de norgestomet el día cinco posterior a la inserción del iNG provocó la atresia del FDP y evitó el desarrollo del cuerpo lúteo inducido con hCG.

**Palabras clave:** SINCRONIZACIÓN DE ESTROS, NORGESTOMET, FOLÍCULO DOMINANTE PERSISTENTE, CUERPO LÚTEO.

## Introducción

En bovinos cuando se administran tratamientos sincronizadores con progestágenos en animales que no tienen cuerpo lúteo, es frecuente que se modifique el periodo de dominancia folicular, provocando que el folículo dominante presente al inicio del tratamiento persista y ovule después de retirar el progestágeno.<sup>1-5</sup> Se ha observado que la fertilidad en estas vacas disminuye significativamente y se asocia con alteraciones en la maduración del ovocito<sup>6</sup> y en la fisiología del oviducto.<sup>7</sup>

La persistencia del folículo dominante se debe a que los progestágenos utilizados en los tratamientos comerciales no logran por sí solos inhibir la pulsatilidad de la LH, como lo hace la progesterona durante una fase lútea.<sup>8-12</sup> Sin embargo, cuando la administración del progestágeno coincide con la presencia de un cuerpo lúteo sí se logra inhibir adecuadamente la secreción pulsatil de LH, permitiendo la atresia del folículo dominante y el recambio folicular subsiguiente.

En la mayoría de los programas de sincronización del estro los implantes se insertan independientemente del día del ciclo en que se encuentran las vacas, por lo que en muchas no existe un cuerpo lúteo durante el tratamiento; en este sentido se han evaluado nuevos métodos que incluyen tratamientos para promover un recambio folicular. Así en vacas tratadas con implantes de norgestomet se ha evaluado la administración de GnRH o hCG para provocar la luteinización u ovulación del folículo dominante persistente (FDP).<sup>13,14</sup> Sin embargo, cuando se aplican tratamientos que ocasionan la ovulación se tiene el inconveniente de que al retirar el implante algunos animales mantienen el cuerpo lúteo producto de la ovulación inducida, afectándose la sincronía en la presentación del estro. Por esta razón se ha evaluado la inyección de progesterona,<sup>15,16</sup> la cual provoca la supresión de la secreción de LH con la subsiguiente atresia del FDP, sin provocar la ovulación.

El norgestomet es un progestágeno con una potencia muy superior a la progesterona,<sup>17</sup> por lo que podría ser efectivo para lograr la atresia del FDP. Sin embargo, aunque los implantes auriculares contienen norgestomet no se ha evaluado su administración im con el propósito de provocar la atresia del FDP. De igual manera, se sabe que su administración durante el metaestro altera el desarrollo normal del cuerpo lúteo, provocando su regresión prematura.<sup>18</sup> El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la administración im de 3 mg de norgestomet sobre la inducción de atresia del FDP y sobre el desarrollo del cuerpo lúteo formado después de la inducción de la ovulación con hCG en un esquema de sincronización del estro utilizando implantes de norgestomet en bovinos.

## Material y métodos

El experimento se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Bovina y Caprina, "Rancho Cuatro Milpas", de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en el km 11.5 de la carretera Cuautitlán-Tepozotlán-San Esteban, Estado de México, México, que se encuentra a 2 450 msnm, tiene una precipitación pluvial anual de 630 mm, y temperatura media de 15.6°C.<sup>19</sup>

Se utilizaron 11 vaquillas con edad entre 12 y 14 meses y peso promedio de  $270 \pm 18 \text{ kg}$ , y 20 vacas en producción con una edad de 32 a 34 meses y peso de  $515 \pm 45 \text{ kg}$  de la raza Holstein, con una condición corporal de 2.5 a 3 (en escala de 1 a 5).

Se utilizó un modelo experimental que permitió el desarrollo de folículos dominantes persistentes.<sup>5</sup> Antes de iniciar el experimento todos los animales fueron sincronizados con doble inyección de PGF2a. En el día siete del ciclo sincronizado (día 0 del experimento) a todos los animales se les insertó un implante de 3 mg de norgestomet\* por vía subcutánea en la parte externa de la oreja y se les inyectó una dosis luteolítica de PGF2a. Posteriormente los animales fueron asignados al azar a

\*Crestar, Intervet México.

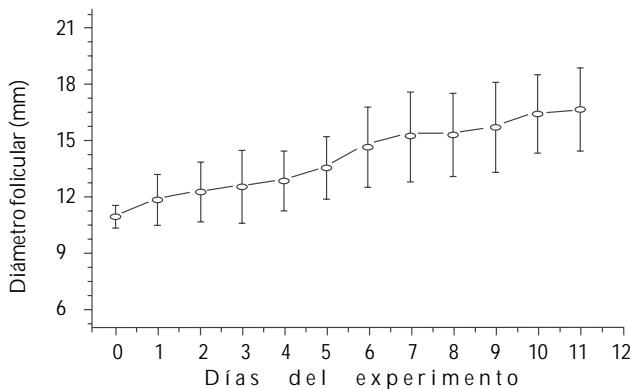


Figura 1. Diámetro de los folículos dominantes persistentes (media ± desviación estándar) de las vacas del grupo testigo en diferentes días del experimento ( $n = 7$ ).

los siguientes tratamientos: hCG ( $n = 8$ ), en el día tres se aplicaron 2 500 UI de hCG im;\* hCG + NG ( $n = 8$ ) en el día tres se aplicaron 2 500 UI de hCG im y en el día cinco recibieron 3 mg de norgestomet\*\* im; NG ( $n = 8$ ), en el día cinco recibieron 3 mg im de norgestomet; testigo ( $n = 7$ ), en el día tres se les aplicó im 5 ml solución salina fisiológica y en el día cinco, 5 ml de aceite vegetal.

En todos los animales el implante se retiró nueve días después de su inserción. Diariamente, a partir de la inserción del implante y hasta el estro posterior a su retiro, se realizaron ultrasonografías de los ovarios, con este propósito se utilizó un ultrasonógrafo\*\*\* con transductor lineal de 5 Mhz. Las imágenes fueron grabadas y analizadas posteriormente.

Se consideró como FDP al folículo de mayor tamaño, presente al momento de insertar el implante, y que permaneció durante el periodo del implante o desapareció por efecto de algunos de los tratamientos. La ovulación se definió como la desaparición repentina de un FDP entre dos observaciones con US, y la atresia como la disminución progresiva del diámetro del FDP y la aparición de un nuevo folículo dominante.<sup>1</sup>

A partir de la inserción del implante y hasta el estro posterior a su retiro, se tomaron diariamente muestras sanguíneas mediante venopunción caudal utilizando tubos al vacío heparinizados. Luego de su obtención las muestras fueron centrifugadas a 1 500 g para la separación del plasma, que se conservó en congelación hasta su análisis para la determinación de las concentraciones de progesterona por medio de radioinmuноanálisis en fase sólida.<sup>20</sup>

Posterior al retiro del implante se detectaron estros mediante observación visual en periodos de dos

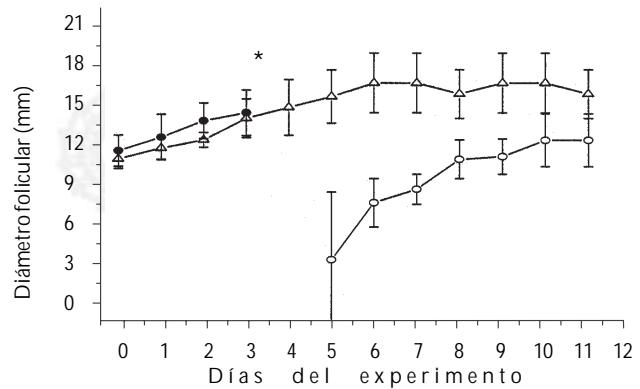


Figura 2. Diámetro del folículo mayor (media ± desviación estándar) en los animales que ovularon ( $n = 5$ ; -●-) y en los que no ovularon ( $n = 3$ ; -△-) después de la inyección de hCG el día tres. En los animales que ovularon apareció un nuevo folículo dominante (-○-), mientras que en los otros el FDP se mantuvo hasta el retiro del implante.

h cada cuatro horas, y las vacas en celo fueron inseminadas utilizando semen de toros con fertilidad probada. Se comparó el tiempo del retiro del implante a la presentación del estro mediante un análisis de varianza. La incidencia de persistencia del folículo dominante, la ovulación y gestación, se compararon mediante las pruebas Ji cuadrada, y exacta de Fisher. Todos los análisis estadísticos se hicieron con el programa SAS.<sup>21</sup>

## Resultados

Los resultados en las variables de respuesta no difirieron entre vacas y vaquillas, por lo que se presentan agrupados. En el grupo testigo (Figura 1) todos los animales presentaron un folículo dominante que persistió hasta el retiro del implante, mientras que en los demás tratamientos se observó un recambio folicular caracterizado por la inducción de atresia u ovulación del FDP ( $P < 0.05$ ).

En contraparte, en el grupo tratado con hCG el FDP solamente se retuvo en tres de ocho animales, produciéndose la ovulación en los otros cinco animales, en los cuales se formó un CI funcional (Figura 2). La aplicación de NG después de la hCG evitó la formación del CI, ya que aunque siete animales de este grupo ovularon, solamente en uno de ellos se formó un cuerpo lúteo funcional (Figura 3). Por otra parte, el tratamiento exclusivamente con NG resultó en atresia del FDP y posterior recambio por otro folículo en seis de los ocho animales tratados (Figura 4). En ninguno de ellos se formó un nuevo CI antes de retirar los implantes. Como resultado de todos estos cambios, la incidencia de FDP fue mayor en el grupo testigo que en los otros grupos (Cuadro 1,  $P < 0.05$ ). Sin embargo, el único tratamiento que resultó con un número de cuerpos lúteos funciona-

\* Chorulon, Intervet México.

\*\* Donado por Intervet México.

\*\*\* Tokio Keiki LS 1000.

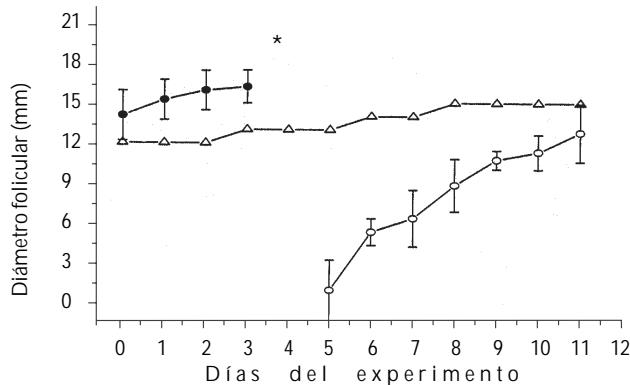


Figura 3. Diámetro del folículo mayor (media ± desviación estándar) en los animales que ovularon ( $n = 7$ ; -●-) y en los que no ovularon ( $n = 1$ ; -Δ-) después de la inyección de hCG el día tres y norgestomet el día cinco. En los animales que ovularon apareció un nuevo folículo dominante (-○), mientras que en los otros el FDP se mantuvo hasta el retiro del implante.

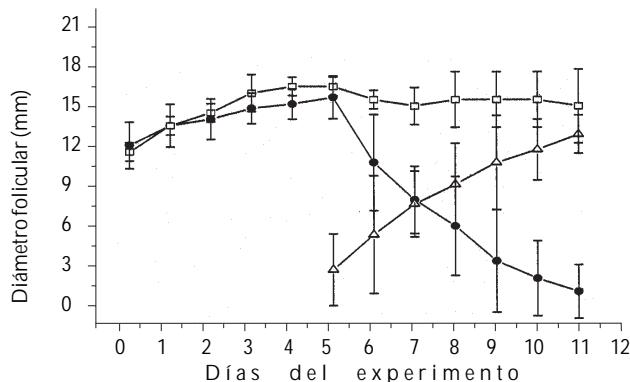


Figura 4. Diámetro del folículo mayor (media ± desviación estándar) en los animales que presentaron atresia ( $n = 6$ ; -●-) y en los que no hubo atresia ( $n = 2$ ; -Δ-), después de la inyección de norgestomet el día cinco. En los animales que hubo atresia del FDP apareció un nuevo folículo dominante (-○-), mientras que en los otros el FDP se mantuvo hasta el retiro del implante.

les significativamente mayor al del grupo testigo fue el de hCG, exclusivamente (Cuadro 1).

En los animales que no tuvieron cuerpo lúteo el inicio del estro se presentó a las 62.8 h después del retiro del implante cuando no recibieron ningún tratamiento adicional. La administración de norgestomet con o sin hCG, provocó un retraso significativo ( $P < 0.05$ ) en el intervalo al inicio del estro (Cuadro 2). Cinco vacas del grupo hCG que formaron CI mostraron celo entre las 157 y 301 h después de retirar el implante. En el grupo hCG + NG una vaca que ovuló y formó CI presentó celo a las 197 h después de retirado el implante.

En el Cuadro 3 se presentan las concentraciones de progesterona de las vacas en los diferentes tratamientos, clasificándolas de acuerdo con sus eventos ováricos.

Cuadro 1  
EFFECTO DE DIFERENTES TRATAMIENTOS PARA ELIMINAR EL FDP EN ANIMALES SINCRONIZADOS CON UN IMPLANTE DE NORGESTOMET

Tratamientos	Animales con FDP al retiro del implante	Animales con CI al retiro del implante *
Testigo	7/7 <sup>a</sup>	0/7 <sup>a</sup>
hCG	3/8 <sup>b</sup>	5/8 <sup>b</sup> *
hCG + NG	1/8 <sup>b</sup>	1/8 <sup>a</sup> *
NG	2/8 <sup>b</sup>	0/8 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Literales distintas en la misma columna muestran diferencia ( $P < 0.05$ ).

\* Ovularon y formaron cuerpo lúteo (CI) (concentraciones de progesterona > 1 ng/ml).

Cuadro 2  
TIEMPO DE PRESENTACIÓN DEL ESTRO EN ANIMALES QUE NO TUVIERON UN CUERPO LÚTEO AL RETIRO DEL IMPLANTE DE NORGESTOMET

Tratamientos	n	Tiempo del retiro del implante a la presentación del estro (h)
		Inicio* Rango
Testigo	7	62.8 ± 8.7 <sup>a</sup> 29-85
HCG	3	71.0 ± 17.1 <sup>ab</sup> 51-105
hCG+NG	7	92.7 ± 32.3 <sup>b</sup> 33-277
NG	8	95.0 ± 21.2 <sup>b</sup> 37-181

\* Los datos se presentan como media ± desviación estándar.

<sup>a,b</sup> Literales distintas indican diferencia ( $P < 0.05$ ).

En el grupo hCG + NG el tratamiento con norgestomet después de la inyección de hCG evitó el desarrollo del CI; sólo una vaca de siete tuvo niveles > 1 ng/ml de progesterona al momento de retirar el implante, mientras que en el grupo hCG de cinco animales que ovularon todos tuvieron niveles > 1ng/ml de progesterona ( $P < 0.05$ ).

En el Cuadro 4 se muestran los resultados del diagnóstico de gestación en los diferentes tratamientos y también de acuerdo a si se observó un recambio folicular provocado por los tratamientos. En general se encontró que el porcentaje de concepción fue similar ( $P > 0.05$ ) entre las vacas que ovularon un folículo nuevo (66.6%; 12/18) y aquellas que ovularon el FDP después del retiro del implante (53.8%; 7/13).

Cuadro 3  
CONCENTRACIONES PLASMÁTICAS DE PROGESTERONA (NG/ML) DE ACUERDO CON LA RESPUESTA  
EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS\*

Grupos	Respuesta	n	Días del experimento				
			0	3	5	7	9
Testigo		7	2.6 ± 0.6 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.6 <sup>a</sup>	0.6 ± 0.6 <sup>a</sup>	1.2 ± 0.6 <sup>a</sup>	0.3 ± 0.6 <sup>a</sup>
HCG	Ov	5	2.5 ± 0.7 <sup>a</sup>	1.3 ± 0.7 <sup>a</sup>	2.4 ± 0.7 <sup>a</sup>	3.8 ± 0.7 <sup>a</sup>	4.6 ± 0.7 <sup>b</sup>
	No Ov	3	3.9 ± 0.9 <sup>a</sup>	n.d.	n.d.	n.d.	0.1 ± 0.9 <sup>a</sup>
HCG+NG	Ov + CI	6	3.9 ± 0.6 <sup>a</sup>	0.7 ± 0.6 <sup>a</sup>	0.7 ± 0.6 <sup>a</sup>	1.9 ± 0.6 <sup>a</sup>	0.4 ± 0.6 <sup>a</sup>
	Ov no CI	1	4.4 ± 1.6 <sup>a</sup>	0.6 ± 1.6 <sup>a</sup>	n.d.	0.9 ± 1.6 <sup>a</sup>	2.1 ± 1.6 <sup>a,b</sup>
	No Ov	1	5.0 ± 1.6 <sup>a</sup>	0.7 ± 1.6 <sup>a</sup>	3.3 ± 1.6 <sup>a</sup>	1.3 ± 1.6 <sup>a</sup>	0.4 ± 1.6 <sup>a</sup>
NG	Atr del FDP	6	2.9 ± 0.6 <sup>a</sup>	1.5 ± 0.6 <sup>a</sup>	1.1 ± 0.6 <sup>a</sup>	0.9 ± 0.6 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.6 <sup>a</sup>
	No Atr del FD	2	3.0 ± 1.1 <sup>a</sup>	0.6 ± 1.1 <sup>a</sup>	0.5 ± 1.1 <sup>a</sup>	0.5 ± 1.1 <sup>a</sup>	0.2 ± 1.1 <sup>a</sup>

\*Los datos se presentan como media de cuadrados mínimos ± error estándar.

<sup>a,b</sup> Literales distintas en la misma columna indican diferencias P<0.05.

Ov= Ovulación; CI= Cuerpo lúteo; Atr= Atresia; nd= no detectables.

## Discusión

El modelo experimental empleado, consistente en la colocación de un implante de norgestomet en el día siete del ciclo en vacas sin cuerpo lúteo, fue eficaz para inducir folículos dominantes persistentes, lo que coincide con estudios previos utilizando modelos similares.<sup>3,5,22</sup> Así, en las vacas del grupo testigo y en algunos animales de los otros grupos el FDP se mantuvo hasta el retiro del implante, después de lo cual ovuló.

En este estudio la administración de la hCG a dosis de 2 500 UI im en el día tres después de la colocación del implante, indujo la ovulación en 75% de las vacas trata-

das. Estos datos confirman lo encontrado en otro estudio realizado con vacas en esquemas de sincronización con implantes de norgestomet, en el cual se han utilizado dosis de 500 UI im, 1 500 UI im, y 3 000 UI iv, y en todos los casos han sido eficaces para ocasionar la ovulación del FDP en la mayoría de las vacas tratadas.<sup>13</sup>

En cinco vacas del grupo que recibió hCG sin administración posterior de norgestomet se formó un CL, lo cual fue corroborado por ultrasonografía y por las concentraciones de progesterona. En estas vacas las concentraciones de progesterona fueron similares a las encontradas durante una fase lútea normal, lo que coincide con otros estudios en los cuales se ha demostrado que el cuerpo lúteo desarrollado después de un tratamiento con hCG tiene las mismas características de los cuerpos lúteos presentes durante el ciclo estral.<sup>23,24</sup> Al momento de quitar el implante, estas vacas tuvieron concentraciones de progesterona > 1 ng/ml, lo que evitó que presentaran estro sincronizado dentro de los primeros cuatro días posteriores al retiro del implante. En contraparte, en las vacas del grupo hCG + NG el tratamiento con norgestomet después de la inyección de hCG evitó el desarrollo del CL, por lo que sólo una vaca de siete tuvo niveles > 1 ng/ml de progesterona al momento de retirar el implante. Esto último indica que con el empleo de norgestomet después de la inyección de hCG podría evitarse la inyección de prostaglandina F2a que generalmente se administra al momento de retirar el implante, sin detrimento de la sincronización del celo. Estos resultados corroboran lo observado en tratamientos en que se utilizó norgestomet durante el

Cuadro 4  
NÚMERO DE VACAS GESTANTES EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DE ACUERDO CON UN RECAMBIO FOLICULAR

Tratamientos	Gestantes con recambio	Gestantes con recambio	Gestantes totales
Testigo	-	3/7	3/7
hCG	2/5	2/3	4/8
Hcg + NG	5/7	1/1	6/8
NG	5/6	1/2	6/8
Total	12/18*	7/13*	19/31

\*No se encontraron diferencias entre grupos (0.05 < P < 0.1).

metaestro, en los que se ha encontrado que afecta el desarrollo del cuerpo lúteo.<sup>18</sup>

El hecho de provocar la ovulación y el desarrollo de cuerpos lúteos en esquemas de sincronización se asocia con la pérdida de la sincronía en la presentación de los estros. En este estudio las circunstancias de que estos animales tuvieran concentraciones  $> 1 \text{ ng/ml}$  al retiro del implante se asoció con un retraso de la presentación del estro. En otros esquemas de sincronización se ha utilizado PGF2a al momento del retiro del implante para destruir el CI inducido por la hCG, logrando así que 92% de animales tratados presenten celo en un periodo de 72 h después de retirado el implante.<sup>13</sup> Por otra parte, en el grupo de las vacas tratadas con NG en el día cinco, el estro se presentó a las  $95.0 \pm 21.2 \text{ h}$  después del retiro del implante, siendo mayor ( $P < 0.05$ ) al tiempo promedio del grupo testigo  $62.8 \pm 8.7 \text{ h}$ . La causa de este retraso se desconoce pero puede asociarse con el tiempo que tomaría la atresia del FDP y el inicio de siguiente onda folicular; en contraparte, las vacas del grupo testigo, al tener un FDP al momento de retirar el implante, presentarían el estro más rápido, lo que coincide con otros estudios.<sup>16,25</sup>

Nuestros resultados demuestran que el NG im en dosis de 3 mg indujo la atresia del FDP cuando se aplicó en el día cinco del experimento. Un efecto similar se ha observado con una dosis de 200 mg de progesterona en el día 11 en esquemas de administración de MGA durante 14 días,<sup>26</sup> o cuando se aplican dos dispositivos PRID durante 24 h, seis días después de colocar un implante de norgestomet.<sup>16</sup> Con estos tratamientos se provoca una disminución de la frecuencia pulsátil de LH, lo cual ocasiona un recambio folicular. Aunque en este estudio no se midieron las concentraciones de LH, los estudios señalados permiten sugerir que la inyección de norgestomet ocasionó el recambio folicular mediante este mecanismo.

Al aplicar el norgestomet la atresia del FDP comenzó a las  $28 \pm 9.7 \text{ h}$  en observaciones cada 24 h, y el nuevo folículo dominante alcanzó un diámetro de 10 mm o mayor a las  $68 \pm 38.4 \text{ h}$  después de la inyección de 3 mg de NG; el tamaño del nuevo folículo dominante un día antes de la ovulación fue de  $13.8 \pm 2.6 \text{ mm}$ . Estos resultados coinciden con los observados en los estudios en los que se ha eliminado el FDP utilizando un tratamiento con progesterona.<sup>16,26</sup>

El porcentaje de concepción no fue diferente ( $P > 0.05$ ) entre las vacas que ovularon un folículo nuevo (66.6%; 12/18) y aquellas que ovularon el FDP (53.8%; 7/13). Sin embargo, debido al reducido número de animales no se pueden obtener conclusiones. En otros estudios fue evidente una disminución de la fertilidad en las vacas que ovularon FDP.<sup>17</sup> Ese detrimento de la fertilidad se ha asociado con un adelanto en la maduración del ovocito<sup>6</sup> y con cambios en el funcionamiento

del oviducto,<sup>7</sup> lo que en conjunto estaría afectando el desarrollo embrionario temprano.

Conforme a los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye que la inyección de 3 mg de norgestomet el día cinco posterior a la inserción del implante de norgestomet provocó la atresia del FDP y evitó el desarrollo del cuerpo lúteo inducido con hCG.

## Referencias

1. Sirois J, Fortune JE. Lengthening the bovine estrous cycle with low levels of exogenous progesterone: a model for studying ovarian follicular dominance. *Endocrinology* 1990;127:916-925.
2. Custer EE, Beal WE, Wilson SJ, Meadows AW, Berardinelli JG, Adair R. Effect of melengestrol acetate (MGA) or progesterone-releasing intravaginal devices (PRID) on follicular development, concentrations of estradiol-17 $\beta$ and progesterone and luteinizing hormone release during an artificially lengthened bovine estrous cycle. *J Anim Sci* 1994;72:1 282-1 289.
3. Smith MW, Stevenson JS. Fate of the dominant follicle, embryonal survival, and pregnancy rates in dairy cattle treated with prostaglandin F2a and progestins in the absence or presence of a functional corpus luteum. *J Anim Sci* 1995;73:3 743-3 751.
4. Yelich JV, Geisert RD, Schmitt RA, Morgan GL, McCann JP. Persistence of the dominant follicle during melengestrol acetate administration and its regression by exogenous estrogen treatment in beef cattle. *J Anim Sci* 1997;75:745-754.
5. Lugo S, Hernández J, López LL. Función del cuerpo lúteo formado a partir de la ovulación de un folículo dominante persistente, en vaquillas Holstein tratadas con un dispositivo intravaginal de liberación de progesterona (CIDR-B) en ausencia de un cuerpo lúteo. *Vet Méx* 1999;30:95-98.
6. Revah I, Butler WR. Prolonged dominance of follicles and reduced viability of bovine oocytes. *J Reprod Fert* 1996;106:39-47.
7. Binelli M, Hampton J, Buhi WC, Thatcher WW. Persistent dominant follicle alters pattern of oviductal secretory proteins from cows at estrus. *Biol Reprod* 1999;61:127-134.
8. Kojima FN, Stumpf TT, Cupp AS, Werth LA, Roberson MS, Wolfe MW, et al. Exogenous progesterone and progestins as used in estrous synchrony regimens do not mimic the corpus luteum in regulation of luteinizing hormone and 17 $\beta$ -estradiol in circulation of cows. *Biol Reprod* 1992;47:1 009-1 017.
9. Kojima FN, Chenault JR, Wehrman ME, Bergfeld EG, Cupp AS, Werth LA, et al. Melengestrol acetate at greater doses than typically used for estrous synchrony in bovine female does not mimic endogenous progesterone in regulation of secretion of luteinizing hormone and 17 $\beta$ -estradiol. *Biol Reprod* 1995;52:455-463.
10. Stock AE, Fortune JE. Ovarian follicular dominance in cattle: relationship between prolonged growth of the ovulatory follicle and endocrine parameters. *Endocrinology* 1993;132:1 108-1 114.
11. Mihm M, Baguisi A, Boland MP, Roche JF. Association between the duration of dominance of the ovulatory follicle and pregnancy rate in beef heifers. *J Reprod Fert* 1994;102:123-130.

12. Bergfeld EGM, Kojima FN, Cupp AS, Wehrman ME, Peters KE, Mariscal V, et al. Changing dose of progesterone results in sudden changes in frequency of luteinizing hormone pulses and secretions of 17 $\beta$ -estradiol in bovine females. *Biol Reprod* 1996;54:546-553.
13. Niasari-Naslaji A, Jillella D, Fenwick D, Kinder JE, D'Occchio MJ. Estrus synchronization and fertility after the control of formation and regression of the corpus luteum and emergence of the ovarian dominant follicle in cattle. *Theriogenology* 1996;46:1 451-1 465.
14. Schmitt EJ, Drost M, Roomes C, Thatcher WW. Effect of a gonadotropin-releasing hormone agonist on follicle recruitment and pregnancy rate in cattle. *J Anim Sci* 1996;74:154-161.
15. Murray AJ, Cavalieri J, D'Occchio MJ, Whyte TR, MacLellan LJ, Fitzpatrick LA. Treatment with progesterone and 17 beta-oestradiol to induce emergence of a newly-recruited dominant ovulatory follicle during oestrus synchronisation with long-term use of norgestomet in Brahman heifers. *J Anim Sci* 1998;50:11-26.
16. McDowell CM, Anderson LH, Kinder JE, Day ML. Duration of treatment with progesterone and regression of persistent ovarian follicles in cattle. *J Anim Sci* 1998;76:850-855.
17. Moffatt RJ, Zollers WG, Welshons WV, Kieborz KR, Garverick HA, Smith MF. Basis of norgestomet action as a progestagen in cattle. *Domestic Anim Endocrinol* 1993;10:21-30.
18. Burns PD, Spitzer JC, Bridges WC, Henricks DM, Plyler BB. Effects of metestrous administration of a Norgestomet implant and injection of Norgestomet and estradiol valerate on luteinizing hormone release and development and function of corpora lutea in suckled beef cows. *J Anim Sci* 1993;71:983-988.
19. García de ME. Modificaciones al sistema de clasificación climatológica de Köppen. 4a ed. México (DF): Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 1987.
20. Pulido A, Zarco L, Galina CS, Murcia C, Flores G, Posadas E. Progesterone metabolism during storage of blood samples from Gyr cattle. Effects of anticoagulant, time and temperature of incubation. *Theriogenology* 1991;35:965-975.
21. SAS. SAS user's guide. Statistics. Cary (NC): SAS Institute, Inc., 1987.
22. Savio JD, Thatcher WW, Morris GR, Entwistle K, Drost M, Mattiacci MR. Effects of induction of low plasma progesterone concentrations with a progesterone-releasing intravaginal device on follicular turnover and fertility in cattle. *J Reprod Fertil* 1993;98:77-84.
23. Rajamahendran R, Sianangama PC. Effect of human chorionic gonadotropin (hCG) on dominant follicles in cows: formation of accessory corpora lutea, progesterone production and pregnancy rates. *J Reprod Fertil* 1992;95:577-584.
24. Rajamahendran R, Calder MC. Superovulatory responses in dairy cows following ovulation of the dominant follicle of the first wave. *Theriogenology* 1993;40:99-109.
25. Sanchez T, Wehrman ME, Bergfeld GE, Peters KE, Kojima FN, Cupp AS, et al. Pregnancy rate is greater when the corpus luteum is present during the period of progestin treatment to synchronize time of estrus in cows and heifers. *Biol Reprod* 1993;49:1102-1107.
26. Anderson LH, Day ML. Acute progesterone administration regresses persistent dominant follicles and improves fertility of cattle in which estrus was synchronized with melengestrol acetate. *J Anim Sci* 1994;72:2 955-2 961.