

ZAMORANO  
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

# **Efecto de las hormonas utilizadas en la inducción del estro sobre el sexo de la cría en ganado bovino y bubalino**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por:

**Gonzalo Eduardo Narváez Narváez**

**Honduras**  
Diciembre, 2003

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

---

Gonzalo Eduardo Narvárez Narvárez

**Honduras**  
Diciembre, 2003

## **Efecto de las hormonas utilizadas en la inducción del estro sobre el sexo de la cría en ganado bovino y bubalino**

presentado por:

Gonzalo Eduardo Narváez Narváez

Aprobada:

---

John Jairo Hincapié, Ph. D.  
Asesor Principal

---

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.  
Coordinador de Ciencia y  
Producción Agropecuaria

---

Emilio Campo Pipaon, Ph. D.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph. D.  
Decano Académico

---

Isidro Matamoros, Ph .D.  
Asesor

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

---

Miguel Vélez, Ph. D.  
Coordinador de Área Temática

## **DEDICATORIA**

Al que siempre está conmigo tanto en mis triunfos como en mis fracasos, quien me lleva por el norte de mi vida, a ti Sr. Dios por haberme ayudado a cosechar los frutos de mi esfuerzo.

A mi madre Luisa quien estuvo estos cuatro años junto a mí, ayudándome por medio de sus oraciones y su fe. A mi padre Gustavo por ser ejemplo en mi vida, al reflejar en mí los valores necesarios para llegar a ser un hombre de bien. A ambos por todo el cariño y afecto que los padres pueden dar.

## AGRADECIMIENTOS

A ti Dios padre por darme la dicha de llevar hasta al final mis proyectos de vida.

A mi madre Luisa al haberme dado el mejor apoyo que se puede dar en la vida; la confianza y la amistad.

A mi padre Gustavo por haber inculcado en mí el estilo de vida que he iniciado y por los consejos no solo de padre sino de amigo.

A mi abuelita Antonia por estar pendiente de mi estadía aquí en el ZAMORANO.

A mis tíos Nora y Rigo por haber visto desde un inicio el potencial que existe en mí, animándome a entrar a esta escuela.

A lo esencial en esta escuela; los amigos. Amigos que estuvieron presente durante cuatro años en buenas y malas, le pido a Dios que se perpetúe nuestra amistad ; Luis, Federico, Santiago, Pedro, Octavio y Manuel. Sin importar las diferencias que se hayan dado ahí estaré.

A aquellos que me apoyaron con su amistad a pesar de lo diferente que éramos; Adriana, Alis, Vanesa, Andrea, Raúl, Julio, Peter y al primero que me dio la bienvenida en su país, Francisco.

Al Dr. John Jairo Hincapié que hizo posible la realización de este trabajo, brindándome no solo su ayuda académica, sino mejor aun, su amistad.

Al Dr. Emilio Campo Pipaon por su consistente ayuda durante mi estadía en Cuba.

Al Dr. Isidro Matamoros al haber ayudado a finalizar este estudio además de enseñarme lo bueno de transmitir confianza y buen humor en el trabajo.

Familia Paulin, por haber compartido su hogar y amistad durante el tiempo que pase en Cuba para la realización de este trabajo.

## RESUMEN

Narváez, G. 2003. Efecto de las hormonas utilizadas en la inducción del estro sobre el sexo de la cría en ganado bovino y bubalino. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 15 p.

Una diversidad de factores han sido asociados a la variabilidad del sexo de la cría en los animales domésticos. Como ejemplos encontramos la nutrición, época del año, enfermedades, niveles de gonadotropinas y esteroides, tiempo de inseminación, estatus social, estrés y edad de la madre. Basado en lo anterior, el objetivo del estudio fue determinar el efecto de esquemas de inducción y sincronización del estro sobre el sexo de las crías en el ganado bovino y bubalino. El estudio fue realizado en la Universidad Nacional Agraria de la Habana (UNAH), la ciudad de la Habana está situada a nivel del mar, tiene una temperatura promedio de 26°C, precipitación promedio anual de 600 mm y humedad relativa de 80%. Se realizó un estudio retrospectivo de los registros de 115 búfalas de río y 72 vacas inducidas al estro con dos esquemas, además se dejaron 84 búfalas y 46 vacas como testigo. Se formaron seis grupos de trabajo; grupo A: a 77 búfalas les administraron eCG + GnRH intramuscular. Grupo B: a 38 búfalas les aplicaron progesterona ( $P_4$ ) + benzoato de estradiol ( $E_2$ ) intramuscular. Grupo C: 84 búfalas testigo que no les indujeron el estro. Grupo D: a 38 vacas les aplicaron GnRH intramuscular + Cloprostenol intramuscular ( $PGF_{2\alpha}$ ). Grupo E: a 34 vacas les aplicaron progesterona ( $P_4$ ) subcutánea + eCG intramuscular. Grupo F: 46 vacas testigo que no les indujeron el estro. La variable analizada fue el sexo de la cría. Se utilizó un diseño completo al azar, con un nivel de significancia de 0.01. En bubalinos y bovinos los tratamientos de eCG + GnRH y GnRH +  $PGF_{2\alpha}$  dieron mayor porcentaje de machos (71% y 74%, respectivamente). En cambio, los tratamientos de  $P_4$  +  $E_2$  para bubalinos y  $P_4$  + eCG para bovinos, no afectaron la proporción de machos:hembras.

**Palabras clave:** Distribución de partos, tratamientos hormonales, variabilidad del sexo.

## CONTENIDO

|   |           |
|---|-----------|
| Portadilla.....   | i         |
| Autoría.....  | ii        |
| Página de firmas.....                                     | iii       |
| Dedicatoria.....  | iv        |
| Agradecimientos.....                                      | v         |
| Resumen.....  | vi        |
| Contenido.....  | vii       |
| Índice de cuadros.....                                    | viii      |
| <br>  |           |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>                                  | <b>1</b>  |
| <br>  |           |
| <b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>                          | <b>5</b>  |
| LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO.....                             | 5         |
| ANIMALES.....   | 5         |
| TRATAMIENTOS.....   | 5         |
| VARIABLE A MEDIR, DISEÑO Y ANÁLISIS<br>ESTADÍSTICO.....   | 6         |
| <br>  |           |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>                        | <b>7</b>  |
| SEXO DE LAS CRÍAS.....                                    | 7         |
| Sexo de las crías bubalinas.....                          | 7         |
| Sexo de las crías en bovinos.....                         | 7         |
| Comparación de los resultados entre las dos especies..... | 8         |
| <br>  |           |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>                                  | <b>10</b> |
| <br>  |           |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>                               | <b>11</b> |
| <br>  |           |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>                                  | <b>12</b> |

**ÍNDICE DE CUADROS**

## Cuadro

1. Influencia del tratamiento hormonal usado para la inducción del estro en búfalas de río sobre el sexo de la cría..... 7
2. Influencia del tratamiento hormonal usado para la inducción del estro en vacas lecheras sobre el sexo de la cría..... 8

## ÍNDICE DE ANEXOS

### Anexos

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 1. Cuadros Chi cuadrado..... | 14 |
|------------------------------|----|

## INTRODUCCIÓN

Numerosos estudios indican que la explotación del búfalo de agua tiene un gran potencial en los países tropicales y subtropicales, debido a su comportamiento productivo y reproductivo. Campo e Hincapié (2000) señalan que según criterio de numerosos criadores, el búfalo supera en rentabilidad al ganado cebú en tierras pobres debido a su rusticidad y a la capacidad de aprovechar mejor los pastos naturales.

La población mundial de búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) domésticos es de 130 millones (Hafez, 1996), concentrados en Asia. En la India la leche de búfalo abastece más del 60% del consumo (Bravo, 1998). Campo *et al.* (1994) señalan un incremento marcado en América Latina en la población de búfalos, augurando que América se convertirá en un futuro no muy lejano en una de las zonas más importantes de explotación de la especie. En los países europeos ha decrecido a excepción de Italia en donde ha experimentado un incremento en más del 40% en los últimos 20 años, debido a la fuerte demanda de quesos y otros subproductos elaborados a partir de leche de búfala.

Los búfalos de agua pertenecen a la familia *Bovidae*. Se dividen en dos tipos: Búfalos de Río y de Pantano. El vacuno (*Bos taurus* y *B. indicus*) posee 60 pares de cromosomas, los búfalos de río tienen 50 pares de cromosomas y los de pantano 48 (Campo e Hincapié, 2000).

Según Campo e Hincapié (2000) el ciclo estral de las búfalas de río tiene una duración aproximada de 21 días y el estro unas 12 a 30 horas. Los signos manifiestos de estro son menos intensos que en el vacuno, la aceptación del macho es el signo más confiable de estro en búfalos. En el búfalo de agua el estro se inicia ya entrada la tarde, denotando el pico de actividad entre las 6 p.m. y las 6 a.m. (Hafez, 1996).

La sincronización permite predecir el momento del estro con una seguridad razonable; con ello se obtiene el acortamiento del periodo de monta y con ésto el período de parto, disminuyéndose de esta manera los costos y a la vez produciendo animales uniformes y de alta calidad. (Hafez, 1996; Sorensen, 1991). Para inducir el celo se puede usar progestágenos, prostaglandinas u hormonas liberadoras de gonadotropina (Vélez *et al.*, 2002).

La progesterona es un esteroide que tiene como precursor el colesterol; las progesteronas naturales o sintéticas emulan el diestro usándose en forma de implantes o con inyecciones. Al retirarse el tratamiento se emula la destrucción del cuerpo lúteo, terminando con el efecto negativo de la progesterona sobre la liberación de

gonadotropinas, promoviéndose el crecimiento folicular con el consecuente celo. Puede ser usada en período de anestro posparto.

Las prostaglandinas son derivados del ácido araquidónico, y tienen corta duración (Hafez, 1996). Su uso se limita a hembras que están ciclando y presentan un cuerpo lúteo. La  $PGF_2\alpha$  causa la lisis del cuerpo lúteo y el celo 48 horas después. Según Bearden y Fuquay (1982) al desaparecer el cuerpo lúteo la secreción de progesterona baja e inicia un rápido crecimiento folicular.

La Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH) causa la liberación de la hormona LH y FSH. La GnRH induce la ovulación del folículo de mayor tamaño. El estradiol es el principal estrógeno producido en el ovario. El estradiol acelera la luteolisis, acortando el periodo de tratamiento en el caso de los progestágenos (Bearden y Fuquay, 1982; Palma y Brem, 1993).

Recientemente se han publicado evidencias que los tratamientos utilizados para la sincronización e inducción del estro en ganado bovino pueden influir en el sexo de la cría (Rorie, 1999). Numerosos factores han sido asociados con la variación del sexo de la cría de los animales domésticos, dentro de las cuales se incluyen la nutrición, época del año, enfermedades, niveles de gonadotropinas y esteroides, tiempo de inseminación, estatus social, estrés y edad (Sethi y Sharman, 1983; Krackow, 1995; Hardly, 1997).

La inseminación artificial tardía en ganado bovino resulta en más de 90% de crías machos (Wehner *et al.*, 1997), y en las vacas inducidas el folículo preovulatorio monitoreado por ultrasonografía crece más y se demora más en ovular (Duchens, 1995), lo cual podría tener su repercusión en la proporción del sexo.

La inseminación artificial es usada al final del estro, mientras que la monta natural debe ocurrir durante el estro. Gardner (citado por Rorie, 1999) comparó el sexo de terneros lecheros resultantes de montas naturales (125000) versus inseminación artificial (1783) y encontró que los porcentajes de crías machos eran casi idénticas (53.1% y 52.9% respectivamente).

Xu y Burton (1999), observaron que las novillas sincronizadas (tratadas con una combinación de progesterona, benzoato de estradiol y  $PGF_2\alpha$  y que fueron inseminadas entre 50 y 54 horas después del tratamiento con progesterona) dieron a luz más crías hembras (53.8%) que las novillas del control (45.7%); las novillas sincronizadas que concibieron durante el período de inseminación artificial dieron nacimientos ( $P>0.01$ ) a más crías hembras (53.8%: 420 de 781) que el grupo control (45.7%: 337 de 737). El porcentaje de crías hembras fue similar ( $P>0.6$ ) entre novillas que concibieron por tiempo fijo de inseminación artificial (53.9%: 305 de 566) y aquellas que concibieron después de la resincronización (52.0%: 78 de 150). El tratamiento de sincronización podría haber cambiado el ambiente del tracto reproductivo que favoreció la sobre vivencia del esperma que contenía el cromosoma X o la sobre vivencia de embriones femeninos.

Rorie (1999) encontró que inseminaciones tempranas resultan en 93% (13 de 14) terneras hembras, mientras inseminaciones tardías resultan en 92% (11 de 12) terneros machos. El autor especula que los espermatozoides con el cromosoma Y se capacitan antes del cromosoma X. Con inseminaciones tempranas, estos espermatozoides con cromosomas Y pueden eventualmente perder sus habilidades para fertilizar, así que la población restante de espermatozoides con cromosomas X están más aptos para fertilizar el ovocito, lo contrario ocurre, cuando las inseminaciones son tardías. Sorensen (1979) también manifiesta la importancia del tiempo de fertilización, aseverando que esto garantiza la unión de dos gametos viables.

Ostrowsji (1988) sincronizó novillas con  $\text{PGF}_2\alpha$  y obtuvo un 70% de machos. Recientemente se ha observado que el sexo de los terneros que se obtienen de transferencias de embriones bovinos producidos *in vitro* (FIV) es predominante masculino (Hasler *et al.*, 1995; Massip *et al.*, 1996 citados por Gutiérrez-Adán, 2001). Estos resultados son similares a los obtenidos por Behboodi *et al.* (1995 citado por Gordon, 1996) quienes determinaron los efectos de las condiciones de cultivo *in vitro* versus el cultivo en el oviducto de ovejas en la distribución del sexo de los embriones producidos por Maduración Celular y Fertilización *in vitro* (IVFMC). Los blastocistos desarrollados en el oviducto de ovejas fueron mitad machos y la otra mitad hembras. Mientras 63% de los blastocistos desarrollados *in vitro* fueron machos y 37% hembras. Esta información sugiere que bajo ciertas condiciones de cultivo las proporciones de embriones masculinos alcanzando la etapa de blastocistos es maximizada.

Gutiérrez-Adán *et al.* (1993, 1995, 1996, 2000; citados por Gutiérrez-Adán, 2001) señalan que en algunas condiciones de FIV los embriones bovinos de sexo masculino se desarrollan más rápidamente hasta la fase de blastocisto expandido.

Pergament *et al.* (1994) y Zwingman *et al.* (1993) (citados por Gutiérrez-Adán, 2001) citando a y mencionan que las diferencias en la velocidad de crecimiento entre zigotos XX y XY que se produce inmediatamente después de la fertilización, sugieren que algún gen ligado al cromosoma Y podría expresarse en fases muy tempranas de desarrollo. Los autores sugieren que un gen que podría contribuir al efecto del cromosoma Y es su región determinante del sexo (SRY), sin embargo se conoce muy poco sobre la actividad transcripcional de este gen. Señalan que también la expresión de genes del cromosoma X puede ser causa de las diferencias observadas entre los embriones del sexo masculino y femenino. Hay dos que pudieran tener un efecto claro, la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa (G6PD) y la hiposantina fosforribosil transferasa (HPRT), genes implicados en el control del metabolismo y en el control de la calidad de radicales de oxígeno (con funciones en la estimulación del crecimiento, pero que cuando están en exceso son responsables de daños celulares). Dentro de los análisis propuestos se menciona que si al comienzo del desarrollo los embriones XY tienen ventaja sobre los XX, esto puede favorecer la implantación de los XY, lo cual podría compensar la mayor probabilidad de pérdida fetal de los XY. La diferencia en velocidad de desarrollo determinada por el sexo ofrece una explicación fisiológica para el control de la proporción del sexo. Si la expresión de G6PD y HPRT causa estas diferencias, entonces factores como el estrés, la nutrición, podrían influir en la

concentración de metabolitos en el oviducto y útero, favoreciendo el desarrollo de un sexo u otro. También se plantea que diferencias entre la actividad fisiológica de los espermatozoides portando el cromosoma X y Y, pueden ser las que produzcan una variación en la proporción del sexo de la descendencia, en función del momento de la inseminación o del estado de los ovocitos. Se ha demostrado que el desarrollo testicular es un aspecto clave en el establecimiento del sexo en los mamíferos. El desarrollo testicular es activado por un gen en el código del cromosoma Y por el factor determinante de la testis (SRY) (Spicer y Ruvinsky, 1999 citados por Fries y Ruvinsky, 1999).

Whener *et al.* (1997) han usado una sonda intravaginal para determinar el momento exacto del estro y han demostrado la posibilidad de influir en el sexo de la descendencia simplemente escogiendo el momento de la inseminación con respecto a la ovulación.

Rao y Pandey (1982) en 40 ovulaciones observadas en búfalas Murrah, determinaron que la ovulación se producía como promedio a las  $35 \pm 1.4$  horas de iniciado el celo y alrededor de 10 horas después de finalizado el mismo. En búfalas de pantano Kanai y Shimizu (1983) reportaron  $13.9 \pm 3.4$  horas desde el final del celo a la ovulación. Estos resultados son similares a lo obtenido en el ganado vacuno.

Ostrowsji (1988) sincronizó novillas de carne con  $\text{PGF}_2\alpha$  sola o combinada con GnRH. Novillas no sincronizadas sirvieron como control. Todos los animales fueron mantenidos en pasturas y apareados naturalmente. Las del grupo control produjeron 57.1% (44 de 77) terneros machos, comparados a 70% (14 de 20) crías machos en el grupo tratado con  $\text{PGF}_2\alpha$  y 73.1% (19 de 26) crías hembras en el grupo tratado con  $\text{PGF}_2\alpha$  combinado con GnRH. James (1992) revisó estos datos y sugirió que el tratamiento con  $\text{PGF}_2\alpha$  favorecía los machos al reducir la progesterona mientras que tratamientos de  $\text{PGF}_2\alpha$  más GnRH favorecía hembras al elevar los niveles de gonadotropinas. Esta explicación es interesante a la luz de estudios recientes que sugieren que sincronizaciones con progesteronas pueden favorecer crías hembras. James (1992) sugiere que en la mujer tasas altas de progesterona y gonadotropinas favorecen una mayor proporción de partos hembras, mientras que los estrógenos y testosterona favorecen una de machos.

Basados en lo anterior, se decidió realizar un estudio con el objetivo general de determinar el efecto de diferentes esquemas de inducción y sincronización del estro sobre el sexo de las crías en el ganado bovino y bubalino. Como objetivo específico evaluar el efecto de eCG,  $\text{P}_4$ , GnRH,  $\text{E}_2$  y  $\text{PGF}_2\alpha$  en el sexo de la cría en el ganado bovino y bubalino.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO**

Este estudio retrospectivo fue realizado en la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Agraria de la Habana (UNAH), a 23°17' Latitud Norte y 82°28' Longitud Oeste, a nivel del mar. Durante el mes de abril la temperatura media es de 26°C con fluctuaciones entre 23° y 28°C.

### **ANIMALES**

Se analizaron los registros de 115 búfalas de río (raza Bufalyppo) y 72 vacas las cuales habían sido inducidas al estro con dos esquemas diferentes de sincronización para cada especie, y 84 búfalas y 46 vacas en las que no se indujo el estro.

### **TRATAMIENTOS**

Grupo A: 77 búfalas recibieron 500 u.i. de eCG vía intramuscular y 7 días más tarde 100 µg de GnRH intramuscular (Conceptal®) (Berlin, CEIME 1999, RDA).

Grupo B: 38 búfalas fueron tratadas con una dosis de progesterona 5000 µg y 48 horas posteriores 50 µg de benzoato de estradiol (E<sub>2</sub>) intramuscular.

Grupo C: 84 búfalas a las cuales no se les indujo el estro.

Los tratamientos fueron aplicados entre los 21 y 33 días posparto, a búfalas pluríparas, en similares condiciones de manejo y alimentación. Las hembras en estro eran servidas por machos en la proporción de 1 : 25.

Grupo D: 38 vacas recibieron 100 µg de GnRH intramuscular y 10 días más tarde 500 µg de Cloprostenol intramuscular (PGF<sub>2α</sub>).

Grupo E: 34 vacas recibieron 9000 µg de progesterona (P<sub>4</sub>) subcutánea en días alternos (6 días) y 500 u.i. de eCG intramuscular, 48 horas posteriores a la última aplicación de progesterona.

Grupo F: 46 vacas a las cuales no se les indujo el estro.

Todas las hembras estaban en similares condiciones de manejo, alimentación y entre 60 y 180 días posparto. En el caso de los bovinos se utilizó el mismo semen y el mismo inseminador.

### **VARIABLE A MEDIR, DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

La variable analizada fue el sexo de la cría en cada tratamiento para cada especie. Para determinar el efecto de diferentes esquemas de inducción y sincronización del estro en el sexo de las crías en el ganado bovino y bubalino, se utilizó un diseño completo al azar (D.C.A) con tres tratamientos por especie. Se hizo un distribución de frecuencia usando la prueba de chi cuadrado para procesar los datos del diseño experimental, con un nivel de significancia de 0.01, utilizando Statistical Analysis System 8.0 (S.A.S, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### SEXO DE LAS CRÍAS

#### Sexo de las crías bubalinas

En el tratamiento con eCG + GnRH se obtuvo un mayor número de machos (71%) ( $p \leq 0.01$ ). En el grupo tratado con  $P_4 + E_2$ , no se obtuvo diferencias en la proporción de los sexos de las crías (Cuadro 1), similar a lo obtenido en el grupo control. Estos datos coinciden con los reportes de Duchens (1995) quien opina que en las hembras inducidas, el folículo preovulatorio crece más y se demora más en ovular, lo cual puede repercutir en una mayor proporción de machos.

Cuadro 1. Influencia del tratamiento hormonal usado para la inducción del estro en búfalas de río sobre el sexo de la cría.

| Tipo de tratamiento | No. Animales | Sexo de la cría |      |                 |      |
|---------------------|--------------|-----------------|------|-----------------|------|
|                     |              | No. Hembras     | %    | No. Machos      | %    |
| eCG + GnRH          | 77           | 22 <sup>a</sup> | 28.6 | 55 <sup>b</sup> | 71.4 |
| $P_4 + E_2$         | 38           | 16 <sup>c</sup> | 42.1 | 22 <sup>c</sup> | 57.9 |
| Control             | 84           | 44 <sup>d</sup> | 52.4 | 40 <sup>d</sup> | 47.6 |

Filas con letras distintas difieren entre sí ( $p \leq 0.01$ ).

#### Sexo de las crías en bovinos

En el tratamiento con GnRH +  $PGF_{2\alpha}$  se obtuvo un mayor número de machos (73.6%) ( $p \leq 0.01$ ). En el grupo tratado con  $P_4 + eCG$  no se obtuvo diferencias en la proporción de los sexos de las crías (Cuadro 2), similar a lo obtenido en el grupo control. Estos resultados no coinciden con los reportes de James (1992) quien sugiere que los tratamientos de inducción de celo con  $PGF_{2\alpha} + GnRH$  favorecen el número de hembras nacidas. Estas diferencias se pueden deber, como lo explican Xu y Burton (1999) a que los tratamientos de sincronización pueden cambiar el ambiente uterino. Estudios realizados en rumiantes indican más hembras obtenidas de inseminaciones tempranas y más machos de inseminaciones tardías (Rorie, 1999). Gutiérrez-Adán *et al.* (1999)

determinaron que el tiempo de copulación e inseminación dentro del ciclo estral, influye en la distribución del sexo de las crías al nacimiento en roedores, primates y rumiantes. El estado de madurez del óvulo al tiempo de inseminación puede también afectar la distribución en el sexo.

Cuadro 2. Influencia del tratamiento hormonal usado para la inducción del estro en vacas lecheras sobre el sexo de la cría.

| Tipo de tratamiento       | No. Animales | Sexo de la cría |      |                 |      |
|---------------------------|--------------|-----------------|------|-----------------|------|
|                           |              | No. Hembras     | %    | No. Machos      | %    |
| GnRH + PGF <sub>2</sub> α | 38           | 10 <sup>a</sup> | 26.3 | 28 <sup>b</sup> | 73.7 |
| P <sub>4</sub> + eCG      | 34           | 17 <sup>c</sup> | 50.0 | 17 <sup>c</sup> | 50.0 |
| Control                   | 46           | 24 <sup>d</sup> | 52.2 | 22 <sup>d</sup> | 47.8 |

Filas con letras distintas difieren entre sí ( $p \leq 0.01$ ).

### Comparación de los resultados entre las dos especies

Spicer y Ruvinsky (1999) reportan que en el ganado bovino el metabolismo androstenedione comienza en los embriones machos alrededor de los 25-27 días de gestación y en los embriones femeninos 30-35 días, y esto ocurre en un estado en el que las gónadas aún lucen similares. Esto sugiere que la diferenciación de las gónadas se da una semana antes en machos que en las hembras (Juárez-Oropeza *et al.*, 1987; citado por Fries y Ruvinsky, 1999).

En el presente estudio, la proporción del sexo obtenido en el rebaño bubalino y bovino con P<sub>4</sub> no modificó la proporción del sexo al nacimiento, contrariamente a lo reportado por Xu y Burton (1999), quienes reportaron que la sincronización con P<sub>4</sub>, puede favorecer la proporción de hembras, lo cual pudiera ser debido al rango más amplio de las manifestaciones del estro. James (1992) sugiere que en la mujer altas tasas de P<sub>4</sub> y gonadotropinas favorecen mayor proporción de hembras, mientras que los estrógenos y testosterona favorecen a los machos.

Los datos obtenidos en esta investigación tampoco concuerdan con los estudios realizados por Ostrowski (1988) quien obtuvo un 73.1% (19 de 26) crías hembras bovinas en un grupo tratado con PGF<sub>2</sub>α y GnRH. Sin embargo si tiene relación con los resultados encontrados por el mismo investigador en otro estudio, en el que usando únicamente PGF<sub>2</sub>α se obtuvo un 70% (14 de 20) de crías machos bovinos. Estos resultados fueron interpretados por James (1992) señalando que el tratamiento con PGF<sub>2</sub>α produce mayor cantidad de crías machos por la reducción de progesterona y en cambio la combinación de PGF<sub>2</sub>α con GnRH da más hembras por el aumento de gonadotropinas.

Los resultados encontrados por los investigadores antes mencionados, pueden usarse para establecer una comparación entre bubalinos y bovinos, junto con la información obtenida en el presente estudio, puesto que son muchas las semejanzas existentes entre ambas especies. Sin embargo las contradicciones en varios reportes necesitan de futuras investigaciones, sobre todo de países como Cuba, donde se inducen un número elevado de estros en vacas lecheras.

## **CONCLUSIONES**

### **BUBALINOS**

Con el tratamiento de Gonadotropina coriónica equina + Hormona liberadora de gonadotropinas se obtuvo un mayor porcentaje de crías machos, mientras que el tratamiento con Progesterona + Estradiol no afectó la proporción de machos y hembras al nacimiento.

### **BOVINOS**

Con el tratamiento de Hormona liberadora de gonadotropinas + Prostaglandina  $F_2\alpha$  se obtuvo un mayor porcentaje de crías machos, mientras que el tratamiento con Progesterona + Gonadotropina coriónica equina no afectó la proporción de machos y hembras al nacimiento.

## **RECOMENDACIONES**

Inducir el estro con Progesterona + Estradiol en los rebaños lecheros o de doble propósito, en los que se requiere una proporción similar de machos y hembras.

Llevar a cabo futuros estudios en los que se evalúe la efectividad de los tratamientos hormonales en la inducción del estro en ganado bovino y bubalino, analizando a la vez la relación de estos con el sexo de las crías.

Repetir los protocolos de inducción del estro usados en este estudio, en condiciones diferentes con el fin de evaluar la persistencia de los resultados obtenidos en la presente investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

Bearden, H., Fuquay, J. (1982) Reproducción animal aplicada. Editorial El manual moderno. México. 358 p.

Bravo, C. (1998) Análisis técnico del hato de búfalos de Zamorano. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. 26 p.

Campo, E., Hincapié, J.J. (2000) Búfalos de agua: La especie del tercer milenio. Tegucigalpa, Honduras. 170 p.

Campo, E; Alonso, J. C; García Libertad. (1994) Influencia de la época de año en el comportamiento reproductivo de las búfalas. Rev. Salud Animal. (1-3) : p. 27-29.

Curso internacional de reproducción animal. Reproducción bovina. (XXIV, 2001, Madrid, Es). 2001. Efecto de la reproducción *in vitro* de embriones en la alteración de la proporción de sexos y el síndrome del ternero gigante. Gutiérrez-Adán, A. s.p.

Duchens, M. (1995) Influence of suprabasal progesterone on preovulatory follicle development in heifers. Thesis. Univ. Uppsala. Suecia.

Gutiérrez-Adán, A; Pérez-Garnelo, S; Granados, J; Garde, J.J; Perez-Guzman, M; Pintado, B; De La Fuente, J. (1999) Relationship between sex ratio and time of insemination according to both time of ovulation and maturational state of oocyte. Theriogenology 51 (1): 397 p.

Hafez. (1996) Reproducción e inseminación artificial en animales. 6. Ed. Interamericana McGraw – Hill. 525 p.

Hardly, ICW. (1997) Possible factors influencing vertebrate sex ratios: an introductory overview. Appl. Anim. Behav. Sci. 51: p. 217-241.

James, W.H. (1992) The hypothesized hormonal control of mammalian sex ratio at birth- A second update. J. Theor. Biol. 155: p. 121-128.

Kanai, Y. y Shimizu, H. (1983) Characteristics of the oestrus cycle of the swamp buffalo under temperate condition. Theriogenology 19 (4): p. 593-602.

Krackow, S. (1995) Potential mechanisms for sex ratio adjustment in mammals and birds. Bio. Rev. 70: p. 225-241.

Palma, G. y Brem, G. (1993) Transferencia de embriones y biotecnología de la reproducción en la especie bovina. Ed. Hemisferio Sur. Argentina. 486 p.

Ostrowski, J.E.B. (1988) Pasture breeding of oestrus-synchronized beef heifers and its apparent effect on sex-ratio of offspring. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*. 95: p. 365-368.

Rao, L.V. y Pandey, R.S. (1982) Seasonal changes in plasma progesterone concentration in buffalo cow. *J. Reprod. Fert.* 66 (1): p. 57-61.

Rorie, R.W. (1999) Effect of time of artificial insemination on sex ratio. *Theriogenology*. 52: p. 1273-1280.

S.A.S. (2002) S.A.S. User guide: Statics S.A.S. Inst., Inc., Cary, N.C.

Sethi, R.K. and Sharman, A. (1983) Study of sex ratio in Murrah buffaloes. *Asian J. Dairy Res.* 2 (4) : p. 245-247.

Sorensen, A.M. Jr. (1979) Animal reproduction principles and practices. McGraw-Hill. C. R. Zappa. S.l. 487 p.

Sorensen, A.M. (1991) Reproducción animal. Principios y prácticas. MacGraw-Hill. México. 539 p.

Spicer L.J. and Ruvinsky A. (1999) Developmental genetics. The genetics of cattle. Ed. R. Fries; A. Ruvinsky. CABI Publishing. New York, US. p. 437-438. 697 p.

Vélez, M., Hincapié, J.J., Matamoros, I., Santillán, R. (2002) Producción de ganado lechero en el trópico. 4ed. Zamorano Academic Press. Zamorano, Honduras. 326 p.

Whener, G.R., Wood, C., Teague, A., Barker, D. y Hubert, H. (1997) Efficiency of the Ovatec® unit for estrus detection and calf sex control in beef cows. *Anim. Reprod. Sci.* 46: p. 27-34.

Xu, Z.Z. y Burton, L.J. (1999) Reproductive performance of dairy heifers after synchronization and fixed-time artificial insemination. *J. Dairy Sci.* 82: p. 910-917.

