

Capítulo LXIII

Aspectos reproductivos influenciados por el macho

Peter Chenoweth
Antonio Landaeta-Hernández

La mayoría de los rebaños vacunos todavía se reproducen por monta natural. Bajo estas condiciones, la fertilidad del rebaño es multifactorial (factores inherentes al macho, la hembra y factores ambientales). Sin embargo, el rol del toro no debe ser subestimado pues juega un papel fundamental. En los sistemas de producción modernos, los toros reciben mayor presión porque se enfatiza en proporciones macho:hembras relativamente menores y temporadas de reproducción cortas. En consecuencia todos los factores asociados a la capacidad reproductiva del toro (calidad espermática, salud genital, conducta sexual, conformación física y estatus social) toman mayor importancia.

El uso de toros superiores tiene beneficios obvios sobre la eficiencia reproductiva (i.e. tasa de preñez y de partos), época de concepción en rebaños estacionales, duración de la temporada de partos, homogeneidad de becerros y uso más eficiente del tiempo laboral. Otros efectos menos obvios incluyen: bioestimulación, muerte embrionaria temprana, transmisión de agentes infecciosos y efectos sociales.

EFFECTOS DIRECTOS DE LA FERTILIDAD DEL TORO

Evaluación reproductiva del macho (Breeding Soundness Evaluation o BSE). Ha sido empleada por mucho tiempo previa a la venta y/o uso. Aunque hay aspectos que son constantemente actualizados por conocimientos y tecnologías mejoradas, el abordaje básico consiste de: Examen físico, Examen reproductivo (incluyendo circunferencia escrotal), Evaluación seminal y alguna forma de Reporte (Chenoweth *et al.*, 2010). De forma adicional se pueden practicar procedimientos diagnósticos de patógenos relevantes, conducta sexual y habilidad de monta.

Como herramienta para reducir la infertilidad o sub-fertilidad, el BSE o alguno de sus componentes se han desarrollado tanto en zonas de clima templado como tropical. Se han estudiado combinaciones de toro-hembras, sincronización de celo y determinación del parentesco por ADN para identificar a los toros reproductivamente más capaces. Sin embargo, mientras que el BSE es útil para predecir la fertilidad pro-

medio de los toros, es menos preciso para predecir el desempeño de toros individuales y por el contrario, es muy preciso para identificar toros infértiles. Asimismo, hay consenso acerca del valor de la circunferencia escrotal como criterio de selección y la importancia de la evaluación de semen. Con esta última, hay consenso sobre un punto máximo tolerable de anomalías espermáticas (30%) más que en un nivel de anomalías específicas.

La conclusión es que el BSE, un procedimiento rápido y económico, es un instrumento efectivo para reducir la incertidumbre asociada con la adquisición y uso de un toro. Se estima que existe una ventaja de un 6% en fertilidad para toros que aprueban el BSE en comparación con los toros no evaluados. Estas diferencias se hacen mayores cuando se comparan toros que aprueban el BSE y los que fallan (Chenoweth, 2000). Algunos beneficios adicionales incluyen al incremento del peso al destete y en consecuencia una preñez más temprana durante la temporada de monta y mediante las ventajas genéticas de seleccionar por la circunferencia escrotal.

Relaciones genéticas macho-hembra

Existen ventajas genéticas asociadas al uso de toros seleccionados por BSE ya que estos contribuyen con cerca del 90% de los cambios genéticos del rebaño. Por tanto, resulta útil identificar características del macho capaces de mejorar la eficiencia reproductiva de ambos (Greco *et al.*, 2005); la circunferencia escrotal es esa característica. Resulta muy heredable en toros (aprox 50%) y se asocia positivamente con características seminales cuantitativas y cualitativas (Brinks, 1994). También existen correlaciones importantes entre circunferencia escrotal en toros jóvenes y la edad a la pubertad en hembras, así como con otras características reproductivas de las hembras (Brinks, 1994; Vargas *et al.*, 1998). Además, la circunferencia escrotal es un buen predictor de la pubertad del toro, existiendo gran concordancia entre razas y circunferencia escrotal a la pubertad. Por esa razón, tanto el uso del BSE para seleccionar toros por circunferencia escrotal y por las características seminales puede tener efectos inmediatos y a futuro en la mejora de la fertilidad y productividad del rebaño.

Libido y/o conducta sexual

Libido o conducta sexual es una característica medible (Blockey, 1978; Chenoweth *et al.*, 1979) con efectos importantes en la fertilidad del toro (Chenoweth, 1981) y un fuerte componente genético (Chenoweth & Landaeta-Hernández, 1998). Está demostrado que: a) la libido en el toro tiene un componente genético significativo; b) los toros son polígamos y tienden a distribuir sus montas entre las hembras receptivas; c) el mayor estímulo para un toro es un objeto que parezca el trasero inmóvil de una hembra; d) la pre-estimulación del toro incrementa su respuesta sexual y e) la competencia entre toros puede incrementar su respuesta sexual (Chenoweth, 1997). Por otro lado, se mencionan limitantes para la evaluación de la libido como: mayor consumo de tiempo, instalaciones apropiadas, efectos ambientales, riesgos para animales y personas. Además, la necesidad de repetir la prueba varias veces (entre 6-8) para obtener una repetibilidad razonable con toros de desempeño cuestionable puede ser un obstáculo (Landaeta-Hernández *et al.*, 2001). Sin embargo, en este estudio, los mejores toros se identificaron con un menor número de pruebas.

El uso de toros de alta libido se traduce en mejores tasa de preñez, época de concepción, temporadas de monta y partos más cortas, homogeneidad de la cosecha de becerros y mayor eficiencia en las labores (Blockey, 1978, 1989; Godfrey & Lunstra 1989). Sin embargo, otros estudios han mostrado asociaciones pobres o no concluyentes entre las evaluaciones de libido y capacidad de servicio con la fertilidad del rebaño. En estos estudios, aunque los toros de alta libido sirvieron más vacas que los de baja libido, no se observó diferencia estadística en las tasas de preñez.

Algunos factores pueden contribuir con la ocurrencia de estos resultados mixtos, y allí se incluye la dificultad para demostrar el efecto de una sola variable (i.e., libido) sobre un evento multifactorial como la fertilidad del rebaño. Además, es conocido que los componentes del BSE (circunferencia escrotal, motilidad y morfología espermática) afectan por separado a la fertilidad, pero no están genéticamente vinculados a la libido. Por tanto, aunque los toros puedan ser superiores en una o varias características, su fertilidad puede estar comprometida por deficiencias en otras. Esto fue bien ilustrado en un estudio (Farin *et al.*, 1989) en donde las diferencias en libido estuvieron confundidas por diferencias en características del BSE al usar toros y hembras sincronizadas. De manera que el consenso parece ser que las pruebas de libido y de capacidad de servicio son útiles para diferenciar toros en base a su actividad de monta o para la evaluación cualitativa de su capacidad de servicio. Sin embargo, los resultados de estas evaluaciones no necesariamente predicen la fertilidad.

Biostimulación (efecto macho)

Los machos pueden desencadenar reflejos neuroendocrinos que alteran la función ovárica de las hembras de su misma especie (Signoret *et al.*, 1984). De manera colectiva, estos reflejos estimuladores de la presencia del macho sobre el estatus sexual de la hembra expuesta han sido denominados “bioestimulación (Chenoweth, 1983; Chenoweth & Spitzer, 1995). En varias especies se ha demostrado que la bioestimulación puede reducir la edad a la pubertad, reiniciar tempranamente la actividad ovárica postparto y alterar la relación temporal estro-ovulación. En ovinos y porcinos el efecto bioestimulante es muy evidente y se usa como herramienta de manejo. En vacunos, el efecto bioestimulante es menos dramático comparado con ovinos y cerdos. De hecho, la evidencia científica está circunscrita a ganado de carne en climas templados (Custer *et al.*, 1990; Landaeta-Hernández *et al.*, 2004) y al doble propósito tropical (Soto-Belloso *et al.*, 1997).

En referencia al efecto de la presencia del toro sobre la edad a la pubertad, los estudios no son concluyentes (Izard & Vandenbergh, 1982; Nelsen *et al.*, 1985; Roberson *et al.*, 1991; Chenoweth & Spitzer 1995; Wehrman *et al.*, 1996; Bastidas *et al.*, 1997). Por otro lado, la ovulación pudiese no ser completamente espontánea en los vacunos, debido a que diferentes estímulos pueden alterar la relación de tiempo entre el pico de LH, estro y ovulación (Randel *et al.*, 1973) y de allí la probabilidad del rol de la presencia estimulante del toro. En contraste, la evidencia de efectos positivos en la reducción de los intervalos parto-ciclicidad, parto-primer celo y parto concepción es masiva (Custer *et al.*, 1990; Soto-Belloso *et al.*, 1997; Landaeta-Hernández *et al.*, 2004, Berardinelli & Tauck, 2006). Más recientemente, el efecto de la presencia del toro sobre la expresión del celo fue reportado en vacas Angus (Landaeta-Hernández *et al.*, 2006).

EFFECTOS INDIRECTOS DE LA FERTILIDAD DEL TORO

A pesar de las relaciones antes descritas, las diferencias en el éxito reproductivo de los toros no siempre son explicadas en términos de evaluación convencional del semen o conducta sexual. Enfoques adicionales pueden derivarse del uso de técnicas más sofisticadas como la microscopia electrónica y de contraste de fase, uso de proteómicos y fluorocromos así como otras técnicas *in vitro*.

Fallas post-fertilización

La mayoría de las fallas y/o mortalidad embrionaria precoz (MEP) ocurren en los primeros estadios de desarrollo y son fuentes de desperdicio e ineficiencia en vacunos. El rango de estas pérdidas está directamente asociado a una pobre capacidad de desarrollo de los embriones; menos de la mitad de los oocitos fertilizados alcanzan el estado de blastocitos (Betts & King, 2001), y de los que alcanzan dicho estado muchos no se implantan o se pierden en estadios de preñez temprana (Grimard *et al.*, 2006).

Varios estudios han indicado que toros usados en inseminación artificial (IA) difirieron en la tasa de mortalidad embrionaria (Bulman, 1979; Gábor *et al.*, 2008) y que en este sentido, existen toros de baja y alta fertilidad (Courrot & Colas 1986; Gábor *et al.*, 2008). Así mismo, a pesar de tener similares tasas de fertilización *in vitro* y clivaje, existen diferencias individuales entre toros en cuanto a su contribución con el desarrollo embrionario (Eyestone & First, 1989). En otro estudio, toros de diferente fertilidad a campo (73, 70 y 65%) no difirieron en tasa de clivaje pero la sobrevivencia en estadios de mórula en adelante fue mayor ($P < 0,10$) en los de mayor fertilidad (Schneider *et al.*, 1999).

En parte, tales variaciones en MEP debido a factores relativos al macho pueden atribuirse a características seminales asociadas a fallas de fertilización y embriogénesis (Saacke *et al.*, 2000; Esser *et al.*, 2011), estando implicados factores como elevada temperatura ambiental, temperatura escrotal y espermatozoides inmaduros o envejecidos (Saacke *et al.*, 1991). Todos estos pueden resultar en daños oxidativos directos al espermatozoide o a los tejidos en donde estos se producen. Otro aspecto de creciente interés está relacionado a factores genéticos, con especial referencia a la consanguinidad.

Daños oxidativos del espermatozoide

Aunque con sofisticados y multifacéticos mecanismos de termorregulación para evitar daños inducidos por estrés, el testículo de los mamíferos tiene pocas opciones en su habilidad para responder al estrés y a traumas. Es así que, una vez iniciado el daño, la respuesta espermatogénica es ampliamente predecible, difiriendo solo en términos de magnitud y persistencia.

Para el núcleo del espermatozoide y su ADN, el mayor causal de daños es el desbalance de especies reactivas a oxígeno (ROS), bien sea dentro del epitelio espermatogénico o en epidídimo. Estas se presentan en diferentes formas que incluyen los radicales libres de oxígeno (O_2 , HOO y OH) y entidades no radicales de importancia biológica como H_2O_2 y Cl . Sin embargo, es importante saber que ROS también están involucradas en muchas funciones normales como la capacitación, activación de la motilidad, reacción acrosómica y motilidad hiperactivada. De manera que los problemas

se presentan cuando ocurre el desbalance. Los factores asociados con el estrés oxidativo en espermatozoides incluyen: calor, fumar, metales pesados, radiación ionizante, intoxicación con gopipol, deficiencia de Zinc, vejez, criopreservación y fases de transición en especies de reproducción estacional.

El incremento en daños al ADN en el espermatozoide se asocia con una pobre calidad seminal, que incluye el conteo de espermatozoides y la morfología y motilidad (Erenpreiss *et al.*, 2006), así como las bajas tasas de fertilización, trastornos en el desarrollo de la pre-implantación, incremento de abortos y elevada morbilidad de recién nacidos (Lewis & Aitken, 2005; Erenpreiss *et al.*, 2006). Razonamientos actuales sugieren que gran parte de las MEP asociadas al macho pueden ser explicadas en los términos siguientes:

- Morfología anormal de la cabeza del espermatozoide asociada a daños en ADN (Lewis & Aitken, 2005; Erenpreiss *et al.*, 2006).
- La mayor causa de daños al ADN del espermatozoide es el estrés oxidativo (Aitken, 2002; Lewis & Aitken, 2005).
- Las anomalías en el ADN del espermatozoide son causa mayor de sub-fertilidad.
- La evaluación rutinaria de semen solo es parcialmente exitosa en identificar tales daños.

Biomarcadores de daños espermáticos

Desde que existe un mecanismo subyacente común y ambos, espermatogénesis y espermatozoide tienen un repertorio limitado para responder a factores estresantes, no es sorprendente encontrar que un número de tales anomalías espermáticas ocurren de manera simultánea o en serie. Por ejemplo, el defecto conocido como “diadema de cráteres” del espermatozoide representa parte de una respuesta espermatogénica característica y temporal a una amplia gama de agentes estresantes. Esta respuesta ha sido caracterizada en diferentes especies usando un modelo de calentamiento testicular, en donde una serie consistente de anomalías espermáticas es detectada en eyaculados a intervalos predecibles posterior al estrés (Chenoweth, 2005).

Espermatozoides que portan diadema de cráteres resultan en bajas tasas de fertilización, pobre desarrollo de mórulas y blastocistos (Esser *et al.*, 2011), embriones de pobre calidad y reducida sobrevivencia (Saacke *et al.*, 2000). Inclusive, espermatozoides ligeramente afectados por diadema de cráteres (i.e., sin distorsiones en la cabeza) pueden tener acceso al óvulo, conllevando a una fertilidad reducida y pobre calidad del embrión (Miller *et al.*, 1982; Saacke *et al.*, 1992; Walters *et al.*, 2005). Otros “biomarcadores” espermáticos incluyen la gota citoplasmática retenida, anomalías acrosómicas, aberraciones mitocondriales o de la pieza intermedia y proteínas marcadas como la ubiquitina.

Una alteración en la espermatogénesis que resulte en muchos espermatozoides anormales, es muy probable que tenga efectos adversos en un mayor porcentaje de la población espermática que aquellos detectados por medios convencionales (Thundathil *et al.*, 2002). Espermatozoides de aparente morfología normal pueden tener de-

fectos de cromatina y reducida fertilidad (Gledhill, 1966; Evanson *et al.*, 1980). En un estudio con novillas superovuladas (Smorag *et al.*, 2000) se halló que altos niveles de daños en la cromatina espermática se asociaron a altas tasas de óvulos no fertilizados y de embriones anormales.

Un número de procedimientos y herramientas individuales o combinadas, puede ser útil para identificar marcadores de daños espermáticos ligados a un número limitado de mecanismos subyacentes. Una de estas herramientas es la evaluación precisa de la morfología espermática, la cual puede identificar los resultados finales de una cantidad de estos procesos. En cambio, la evaluación cuantitativa y cualitativa de tales marcadores debe mejorar el diagnóstico y valor pronóstico de las evaluaciones seminales. Aquí, una herramienta valiosa es el concepto de “defectos espermáticos compensables y no compensables” (Saacke *et al.*, 2000).

Características espermáticas compensables y no compensables

Los machos difieren en el número de espermatozoides necesarios para lograr una máxima fertilidad (Saacke *et al.*, 2000). Aquellos que requieren más espermatozoides son considerados deficientes en características espermáticas denominadas “compensables”, las cuales incluyen una serie de características morfológicas y de viabilidad (aunque no todas están identificadas hasta hoy). En general, características espermáticas compensables son aquellas que impiden al espermatozoide acceder al óvulo (e.g., motilidad, viabilidad, morfología defectuosa). Normalmente, las barreras existentes en el tracto femenino seleccionan en contra de tales características durante el transporte de espermatozoides.

Diferencias de fertilidad inherentes al factor macho independientes del número de espermatozoides se atribuyen a características seminales compensables (desconocidas en su mayoría). Por ejemplo, un espermatozoide problemático puede contener aberraciones de la cromatina no aparentes o detectables en la evaluación de rutina; tal espermatozoide puede fertilizar, pero es incapaz de mantener el proceso de fertilización o desarrollo embrionario. Incluso, espermatozoides con anomalías sutiles en la cabeza (e.g., formas leves de diadema de cráteres) pueden iniciar la fertilización y conllevar a una disminuída calidad del embrión o a la muerte embrionaria temprana (Saacke *et al.*, 2000).

Transferencia de patógenos

Aunque el semen es un vector importante de enfermedades virales en la ganadería, la detección de agentes virales en el semen no se ha difundido. Esto, a pesar de la creciente evidencia de que las interacciones espermatozoide-virus pueden tener una variedad de consecuencias adversas. Se han hallado virus en ambos compartimientos testiculares y estos pueden estar protegidos de los mecanismos de defensa por la barrera hemato-testicular, convirtiendo así al testículo en un reservorio viral. La transmisión vertical de agentes virales vía línea germinal está bien establecida. En esta discusión, el interés está primariamente enfocado sobre los posibles efectos de los virus sobre la fertilización y desarrollo embrionario. Una cantidad de virus han sido detectados en semen de toro, lo cual es una fuente de preocupación en curso para la industria de la insemina-

ción artificial. El virus de la Diarrea Viral Bovina (DVB) puede presentarse en altas cantidades en el semen y puede transmitirse por esta vía, aunque no se le ha asociado con defectos espermáticos obvios. Por otra parte, el virus de Lengua Azul (VLA), también aislado y transmitido vía seminal (Foster *et al.*, 1980), ha sido asociado con anomalías espermáticas, siendo detectadas partículas virales en el núcleo de espermatozoides de individuos afectados (Osburn, 1994). VLA ha sido asociado con varios desórdenes reproductivos que incluyen: MEP, abortos, defectos teratológicos (en becerros y corderos) así como infertilidad temporal en toros y moruecos (Osburn, 1994).

Aunque no es un virus, *Ureaplasma urealyticum* puede causar pérdidas embrionarias sin efectos aparentes sobre la calidad espermática. En un estudio con semen humano infectado se halló un bajo porcentaje de cromatina estable y un alto porcentaje de ADN desnaturalizado. En ambos casos, se observó mejoría luego del tratamiento con antibióticos. Asimismo, espermatozoides infectados *in vitro* mostraron recondensación de la cromatina y daños en ADN dosis- y tiempo-dependiente. Tales daños fueron asociados con desarrollo embrionario defectuoso a pesar de observarse una alta tasa de fertilización (Reichart *et al.*, 2000). En ganado de carne bajo monta natural, la evidencia epidemiológica apoyó la transmisión venérea de *Ureaplasma diversum* (Rae *et al.*, 1993).

Un trabajo *in vitro* con *Mycoplasma bovis* demostró su efecto adverso sobre la fertilización (Eaglesome *et al.*, 1990). Más recientemente, se demostró la capacidad de *Mycoplasma hominis* para unirse e invadir espermatozoides humanos sin efectos inmediatos observables en la morfología y viabilidad espermática (Knox *et al.*, 2003; Diaz-Garcia *et al.*, 2006). Este trabajo soporta la afirmación acerca de la capacidad de *Ureaplasma diversum* para adherirse fuertemente a la superficie del espermatozoide, incluso resistir procedimientos de lavado (Knox *et al.*, 2003). Esto puede explicar por qué *Ureaplasma diversum* y micoplasmas pueden no ser removidos de los embriones bovinos mediante lavado (Stringfellow *et al.*, 2000). Posiblemente ambos, ureaplasmas y micoplasmas puedan inducir fragmentación del ADN (vía recondensación, desnaturalización o ruptura de una banda del ADN), la cual no resulta en daños espermáticos inmediatos y obvios, pero conlleva a problemas de post-fertilización asociados al desarrollo embrionario e implantación (Reichart *et al.*, 2000; Diaz-Garcia *et al.*, 2006).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aitken RJ. 2002. Active oxygen in spermatozoa during epididymal transit. In: The Epididymis. Robiari B, Hinton B (Eds), Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Betts DH, King WA. 2001. Genetic regulation of embryo death and senescence. *Theriogenology* 51:171-191.
- Bastidas P, Ruiz J, Manzo M, Silva O, Guerrero N, Trocóniz J. 1997. Effect of bulls exposure on corpus luteum function and ovarian activity in prepuberal Brahman heifers. *Arch Latinoam Prod Anim* 5 (Suppl 1):390-392.
- Berardinelli JG, Tauck SA. 2006. Intensity of the biostimulatory effect of bulls on resumption of ovulatory activity in primiparous, suckled, beef cows. *Anim Reprod* 3:99:24-33.
- Blockey MA deB. 1978. The influence of serving capacity of bulls on herd fertility. *J Anim Sci* 46: 589-595.

- Blockey MA deB. 1989. Relationships between serving capacity of beef bulls as predicted by the yard test and their fertility during paddock mating. *Aust Vet J* 66:348-351.
- Brinks JS. 1994. Relationships of scrotal circumference to puberty and subsequent reproductive performance in male and female offspring. In: Fields MJ and Sand RS (Eds), *Factors Affecting Calf Crop*. Boca Raton, CRC Press. Pp 363-370.
- Bulman DC. A possible influence of the bull on the incidence of embryonic mortality in cattle. *Vet Rec* 1979: 105:420-422.
- Chenoweth PJ, Brinks JS, Nett TM. 1979. A comparison of three methods of assessing sex-drive in yearling beef bulls and relationships with testosterone and LH levels. *Theriogenology* 12:223-233.
- Chenoweth PJ. 1981. Libido and mating behavior in bulls, boars and rams. A review. *Theriogenology*. 16:155-177.
- Chenoweth PJ. 1983. Examination of Bulls for Libido and Breeding Ability. In: *Veterinary Clinics N.A.; Large Animal Practice, Symposium on Herd Health Management - Cow-Calf and Feedlot*. WB Saunders & Co. pp 59-74.
- Chenoweth PJ, Spitzer JC. 1995. Biostimulation in livestock with particular reference to cattle. *ARTA* 7: 271-278.
- Chenoweth PJ. 1997. Bull Libido/Serving Capacity. In: SD Van Camp (Ed), *Veterinary Clinics N.A.: Food Animal Practice*. WB Saunders Co., Philadelphia. pp 331-344.
- Chenoweth PJ, Landaeta-Hernández. 1998. In: Grandin T (Ed). *Influence of genetics on maternal and reproductive behavior of livestock. Genetics and Behavior of Domestic Animals*. Academic Press, San Diego, Ca. pp 145-165.
- Chenoweth PJ. 2000. Rationale for using bull breeding soundness evaluations. *Compend Contin Ed Pract Vet*, 22(2): S48-S55.
- Chenoweth PJ. 2005. Genetic sperm defects. *Theriogenology* 64:457-68.
- Chenoweth PJ, Hopkins FM, Spitzer JC, Larsen RE. 2010. Guidelines for using the bull breeding soundness evaluation form. *Clinical Theriogenology* 2 (1): 43-50.
- Chenoweth PJ, Hopkins FM, Spitzer JC, Larsen RE. 2010. Guidelines for using the bull breeding soundness evaluation form. *Clinical Theriogenology* 2: 43-50
- Courot M, Colas G. 1986. The role of the male in embryonic mortality. In: *Embryonic Mortality in Farm Animals*, pp 196-206.
- Custer EE, Berardinelli JG, Short RE, Wehrman M, Adair R. 1990. Postpartum interval to estrus and patterns of LH and progesterone in first-calf suckled beef cows exposed to mature bulls. *J Anim Sci* 68:1370-1377.
- Díaz-García FJ, Herrera-Mendoza AP, Giono-Cerezo S, Guerra-Infante FM. 2006. *Mycoplasma hominis* attaches to and locates intracellularly in human spermatozoa. *Hum Reprod* 21:1591-1598.
- Eaglesome MD, Garcia MM. 1990. The effect of *Mycoplasma bovis* on fertilization processes in vitro with bull spermatozoa and zona-free hamster oocytes. *Vet Microb* 21: 329-337.
- Erenpreiss J, Spano M, Erenpreisa J, Bungum M, Giwerzman A. 2006. Sperm chromatin structure and male fertility: biological and clinical aspects. *Asian J Androl* 8:11-29.
- Esser S, Landaeta-Hernández AJ, Hernández-Fonseca JP, Verlander J, Stunic G, Escalona F, Madrid-Bury N, Quintero-Moreno A, Bollwein H, Kaske M, Chenoweth PJ. 2010. Diadem/crater defect in spermatozoa of a Brahman bull: Seminal traits, microscopic findings, and IVF fertility. Genetic predisposition ?. *Mol Reprod Develop* 77:1000.

- Evenson DP, Darzynkiewicz Z, Melamid MR. 1980. Relation of mammalian sperm chromatin heterogeneity to fertility. *Science* 240:1131-1133.
- Eyestone WH, First NL. 1989. Variation in bovine embryo development in-vitro due to bulls. *Theriogenology* 31:191.
- Farin PW, Chenoweth PJ, Tomky, DF, Ball, L, Pexton JE. 1989. Breeding soundness, libido and performance of beef bulls mated to estrus synchronized females. *Theriogenology* 32:717-725.
- Foster NM, Alders MA, Luedke AJ, Walton TE. 1980. Abnormalities and virus-like particles in spermatozoa from bulls latently infected with bluetongue virus. *Am J Vet Res* 41:101-108.
- Gábor G, Tóth F, Ozsvári L, Abonyi-Tóth Zs, Sasser RG. 2008. Factors influencing pregnancy rates and late embryonic loss in dairy cattle. *Reprod Dom Anim* 43:53-58.
- Gledhill BL. 1966. Studies on the DNA content, dry mass and optical area of ejaculated spermatozoa heads from bulls with normal and lowered fertility. *Acta Vet Scand* 131-142.
- Godfrey RW, Lunstra DD. 1989. Influence of single or multiple sires and serving capacity on mating behavior of beef bulls. *J Anim Sci* 67:2897.
- Greco E, Iacobelli M, Rienzi L, Ubaldi F, Ferrero S, Tesarik J. 2005. Reduction of the incidence of sperm DNA fragmentation by oral antioxidant treatment. *J Androl* 26:349-353.
- Grimard B, Freret S, Chevallier A, Pinto A, Ponsart C, Humblot P. 2006. Genetic and environmental factors influencing first service conception rate and late embryonic/fetal mortality in low fertility dairy herds. *Anim Reprod Sci* 91: 31-44.
- Izard MK, Vandenberg JG. 1982. The effects of bull urine on puberty and calving date in crossbred beef heifers. *J Anim Sci* 55:1160-1169.
- Knox CL, Allan JA, Allan JM, Edirisighe WR, Stenzel D, Lawrence FA, Purdie DM, Timms PT. 2003. *Ureaplasma parvum* and *Ureaplasma urealyticum* are detected in semen after washing before assisted reproductive technology procedures. *Fert Steril* 80:921-929.
- Landaeta-Hernández AJ, Chenoweth PJ, Berndtson WE. 2001. Assessing sex-drive in young *Bos taurus* bulls. *Anim Reprod Sci* 66:151-160.
- Landaeta-Hernández AJ, Giangreco MA, Meléndez P, Bartolomé J, Bennet F, Rae DO, Hernández J, Archbald LF. 2004. Effect of Biostimulation on Uterine Involution, Early Ovarian Activity and First Postpartum Estrous Cycle in Beef Cows. *Theriogenology* 61: 1521-1532.
- Landaeta-Hernández AJ, Meléndez P, Bartolomé J, Rae DO, Archbald LF. 2006. Effect of Biostimulation on the Expression of Estrus in Postpartum Angus Cows. *Theriogenology* 66: 710-716.
- Lewis SEM, Aitken RJ. 2005. DNA damage to spermatozoa has impacts on fertilization and pregnancy. *Cell Tiss Res* 322: 33-41.
- Nelsen TC, Short RE, Phelps DA, Staigmiller RB. 1985. Nonpuberal estrus and mature cow influences on growth and puberty in heifers. *J Anim Sci* 61:470-473.
- Miller D, Hrudka M, Cates WF, Mapletoft R. 1982. Infertility in bull with a nuclear sperm defect. *Theriogenology* 17: 611-621.
- Osburn B. 1994. The impact of bluetongue virus on reproduction. *Comp Immun Microbiol Infect Dis* 17: 189-196.
- Rae DO, Chenoweth PJ, Brown MB, Genho SA, Moore SA, Jacobsen KE. 1993. Reproductive performance of beef heifers: Effects of vulvo-vaginitis, *Ureaplasma diversum* and prebreeding antibiotic administration. *Theriogenology* 40: 497-508.

Randel RD, Short RE, Christensen DS, Bellows RA. 1973. Effects of various mating stimuli on the LH surge and ovulation time following synchronization of estrus in the bovine. *J Anim Sci* 37:128-130.

Reichart M, Kathane I, Bartoov B. 2000. In-vivo and in-vitro impairment of human and ram nuclear chromatin by sexually transmitted *Ureaplasma urealyticum* infection. *Biol Reprod* 63:1041-1048.

Roberson MS, Wolfe, MW, Stumpf TT, Werth LA, Cupp AS, Kojima N, Wolfe PL, Kittok RJ, Kinder, JE. 1991. Influence of growth rate and exposure to bulls on age at puberty in beef heifers. *J Anim Sci* 69:2092-2098.

Saacke RG, Bame J, Vogler CJ, Nadir S, Mullins J. 1992. Association of sperm nuclear vacuoles with failure of sperm to sustain embryonic development. *J Anim Sci* 70 (Suppl 1): 256.

Saacke RG, DeJarnette JM, Nebel RL, Nadir S. Assessing bull fertility. 1991. *Proc Soc for Theriogenology AGM, San Diego*, pp. 56-69.

Saacke RG, Bame J, Vogler CJ, Nadir S, Mullins J. 1992. Association of sperm nuclear vacuoles with failure of sperm to sustain embryonic development. *J Anim Sci* 70 (Suppl.1): 256.

Saacke RG, Dalton JC, Nadir S, Nebel RL, Bame JH. 2000. Relationship of seminal traits and insemination time to fertilization rate and embryo quality. *Anim Repro Sci* 60-61: 663-677.

Schneider CS, Ellington JE, Wright RW Jr. 1999. Effects of bulls with different field fertility on in-vitro embryo cleavage and development using sperm co-culture systems. *Proc Soc for Theriogenology AGM*, p 262.

Signoret JP, Cognie Y and Martin GB. 1984. The effect of males on female reproductive physiology. In Courot M (ed). *The Male in Farm Animal Reproduction*, Martinus Nijhoff, Boston. Pp 290-304.

Smorag Z, Bochenek M, Wojdan Z, Sloniewski K, Reklewski Z. 2000. The effect of sperm chromatin structure on quality of embryos derived from superovulated heifers. *Theriogenology* 53: 201 (abstract).

Soto-Belloso, E., Ramírez-Iglesias, L., Guevara, L., Soto-Castillo, G. 1997. Bull effect on the reproductive performance of mature and first calf-suckled zebu cows in the tropics. *Theriogenology* 48: 1185-1190.

Stringfellow DA, Givens MD. 2000: Infectious agents in bovine embryo production: Hazards and solutions. *Theriogenology* 53: 85-94.

Thundathil J, Palasz AT, Barth AD, Mapletto RJ. 2002. Plasma membrane and acrosome integrity of bovine sperm with the knobbed acrosome defect. *Theriogenology* 58: 87-102.

Vargas CA, Elzo MA, Chase CC Jr., Chenoweth PJ, Olson TA. 1998. Estimation of genetic parameters for scrotal circumference, age at puberty in heifers, and hip height in Brahman cattle. *J Anim Sci* 76: 2536-2541.

Walters AH, Eyestone WE, Saacke RG, Pearson RE, Gwazdauskas FC. 2005. Bovine embryo development after IVF with spermatozoa having abnormal morphology. *Theriogenology* 63:1925-1937.

Wehrman ME, Kojima FN, Sanchez T, Mariscal DV, Kinder JE. 1996. Incidence of precocious puberty in developing beef heifers. *J Anim Sci* 74:2462-2467.