



Reproducción en los cérvidos: una revisión con énfasis en el venado de campo (*Ozotoceros bezoarticus*)

A review on deer reproduction, with emphasis on pampas deer (Ozotoceros bezoarticus)

Rodolfo Ungerfeld

Departamento de Fisiología, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.
Correspondencia: rungerfeld@gmail.com

Resumen

La presente revisión busca mostrar la amplia variabilidad que hay en los patrones reproductivos de diversas especies de cérvidos, lo que se vincula con la diversidad de hábitats y condiciones en que han evolucionado las mismas. Se presenta información sobre los factores que determinan la estacionalidad reproductiva, y por tanto como varía esta entre diferentes especies, la ciclicidad de las hembras, y su gestación. A su vez, se incluye información sobre los patrones reproductivos del venado de campo (*Ozotoceros bezoarticus*), una especie en peligro de extinción que habita el cono sur de Sudamérica. El conocimiento sobre la biología reproductiva de la misma es reciente, habiéndose determinado el patrón estacional de hembras y machos, descrito la anatomía reproductiva en ambos sexos, algunos aspectos del control del desarrollo de las astas, el comportamiento reproductivo, como la presencia de hembras influye sobre la fisiología reproductiva de los machos, el establecimiento y la evolución del vínculo entre la madre y la cría, el desarrollo de técnicas de colección de semen, y las principales características del mismo.

Palabras clave: ciclo estral, ciervo, estacionalidad reproductiva, rumiantes, semen.

Abstract

The present review aims to show the high diversity on the reproductive patterns of different deer species, which is related to the conditions in which each species evolved. The review includes information on the different seasonal reproductive patterns and how are them determined, female cyclic activity, and gestation patterns. Moreover, there is original information on the reproductive patterns of pampas deer (Ozotoceros bezoarticus), an endangered species that inhabits the southern cone of South America. Recently, the seasonal pattern in males and females, the males and females' reproductive anatomy, some main influences on antler development, main behavioral patterns, the influence of female presence on males' reproductive status, the establishment of the mother-young bond, and how it evolves, the development of techniques for semen collection, and the main seminal characteristics are summarized.

Keywords: cervid, estrous cycle, reproductive seasonality, ruminant, semen.

Introducción

Existen cerca de 200 especies de rumiantes salvajes (Nowak, 1999), la mayoría de los cuales son bóvidos y cérvidos. Cervidae es una familia del Orden Artiodactyla, incluida en el Infraorden Pecora del Suborden Ruminantia. Existen unas 40 especies con más de 200 subespecies de cérvidos, lo que abarca unos 44,6 millones de animales en condiciones silvestres (Hackmann y Spain, 2010). Originalmente, los rumiantes vivientes de forma nativa se encontraban en todos los continentes excepto Antártida y Oceanía, aunque actualmente la mayoría de las especies se encuentran en África y Eurasia (van Wieren, 1996). Mientras que los bóvidos y cérvidos se distribuyen en casi todo el mundo, el rango de las familias restantes es mucho más restringido. En América del Sur se encuentran cérvidos pero no bóvidos en estado silvestre. La amplia variabilidad tanto en regiones en que se encuentran los cérvidos, hábitats, condiciones, etc, determinaron que exista una amplia variabilidad de estrategias reproductivas en las diferentes especies de cérvidos, y que esto deba considerarse para su manejo en cautiverio. Además, existen varias especies de cérvidos amenazadas de extinción, que requieren del desarrollo de investigación para generar conocimiento específico de las mismas, y a partir de ello optimizar las estrategias de conservación, tanto *in situ* como *ex situ*.

Por otra parte, se han domesticado o semidomesticado varias especies de cérvidos para ser utilizadas como especies productivas. Por ejemplo, en Nueva Zelanda existen actualmente más de 2800 productores de ciervos, con un total de 1,1 millones de animales (Deer Industry New Zealand, 2015). La producción de ciervos tiene varios objetos, como ser carne, cuero, astas y la felpa que recubre las astas durante su período de crecimiento. A su vez, los cérvidos son una de las principales especies utilizadas en cotos de caza, y son una de las especies emblemáticas en zoológicos, reservas y estaciones de conservación.



En síntesis, los cérvidos evolucionaron, ocupando actualmente hábitats con condiciones diversas, incluyendo el fotoperíodo, la temperatura, el tipo y variabilidad en la alimentación disponible, la coexistencia con diferentes especies y predadores, todo lo que ha determinado el desarrollo de diferentes estrategias ecológicas, de estructura poblacional, así como de patrones reproductivos. En la presente revisión se presenta una síntesis que muestra la alta variabilidad presente en los cérvidos en varios aspectos de su fisiología reproductiva, y por tanto en la aplicación de biotecnologías reproductivas. A su vez, se presenta y actualiza información sobre la biología reproductiva del venado de campo (*Ozotoceros bezoarticus*), una especie en peligro de extinción que habita la región sur de Sudamérica.

Estacionalidad reproductiva

Existen especies de ciervos que presentan reproducción estacional y otros que presentan ciclos estrales en forma continua y muy poca variación estacional en las características reproductivas de los machos. Algunas presentan variaciones en su actividad a lo largo del año, pero no en forma sincronizada entre diferentes individuos.

Las especies en que la reproducción ocurre solo durante parte del año son denominadas reproductoras estacionales (Lincoln y Short, 1980). La estacionalidad reproductiva es una consecuencia evolutiva de las especies para que los partos ocurran en el momento más propicio para la supervivencia de sus crías, lo que en climas templados ocurre generalmente en primavera (Bronson, 1989). Para acotar el período de partos, las hembras de estas especies presentan actividad ovárica durante un período limitado del año, conociéndose el período de inactividad ovárica como anestro estacional. Por su parte, los machos deben desplegar su máximo potencial reproductivo al inicio de la estación reproductiva, por lo que dado el tiempo que requiere la espermatogénesis los machos deben adelantar el inicio de la reproducción (Bronson, 1989). Aunque el tiempo exacto varía según la especie, en forma genérica la espermatogénesis dura alrededor de 50 días (Swierstra y Foote, 1965).

La mayor parte de los mamíferos responden a diversas señales para comenzar o finalizar la estación reproductiva. En rumiantes salvajes la estacionalidad reproductiva puede ser influenciada por el fotoperíodo (Bunnell, 1980), la densidad de la población (Langvatn et al., 2004), los efectos de clima de corta (Cameron et al., 1993) o larga duración (Bowyer et al., 1998), la condición física del animal durante la estación reproductiva (Adams y Dale, 1998), o los estímulos socio-sexuales (Verme et al., 1987; Komers et al., 1999). En la mayoría de las especies de mamíferos que tienen expectativa de vida larga, el fotoperíodo es la principal señal ambiental que determina el patrón reproductivo estacional (Loudon y Brinklow, 1992; Goldman, 2001; Asher, 2011). En general se considera que el fotoperíodo y la variación de la duración absoluta del día son las principales señales en los rumiantes silvestres (Zerbe et al., 2012).

El patrón estacional de cada especie, pero incluso de cada población raza se vincula con la latitud y las condiciones del lugar en que se haya desarrollado (Bronson, 1989). En torno a la línea del ecuador o a latitudes bajas la variación estacional en las condiciones ambientales es menor que a latitudes más altas. Así, por ejemplo, es posible ver que en las poblaciones de ciervos *Odocoileus* que evolucionaron en zonas más cercanas al Ecuador existen hembras ciclando en cualquier momento del año, mientras que en aquellas poblaciones del mismo género que evolucionaron en latitudes más altas la duración de la estación reproductiva se acorta, pudiendo llegar a ser de pocas semanas (Bronson, 1989; Lincoln, 1992). Existen casos paradigmáticos como el ciervo *Axis*, una especie originaria de India, pero que es utilizada en sistemas productivos en Nueva Zelanda (English, 1992), Australia (Mylrea et al., 1992) y Estados Unidos, o habita como fauna invasora en forma muy exitosa parte del cono sur de Sudamérica. De acuerdo a la población que se estudie, el ciervo *Axis* puede ser descrito como una especie con reproducción estacional (Bubenik et al., 1991) o con cambios a lo largo del año no sincronizados, no estacionales ni vinculados a la concentración de melatonina (Loudon y Curlewis, 1988). En sistemas productivos en Australia se observan partos todos los meses, pudiendo incluso las hembras llegar a tener 3 partos cada 27 meses (English, 1992), siendo que su gestación dura aproximadamente 7,5 meses.

En especies de ciervos estacionales se produce un aumento del peso corporal, tamaño testicular, y del perímetro del cuello de los machos, llegando a su máximo desarrollo durante la estación reproductiva (Lincoln et al., 1972; Clutton-Brock et al., 1982). Previo a la estación reproductiva se produce un aumento de la concentración de testosterona (Ebling, 1972; Gaspar-López et al., 2010), la que se asocia con un aumento del número de espermatozoides en el eyaculado y se alcanza el máximo porcentaje de espermatozoides con morfología normal (Haigh et al., 1984). Además, al inicio de la estación reproductiva se observan los mayores diámetros de los túbulos seminíferos y del epidídimo, número de espermatogonias en los túbulos seminíferos, y un aumento en el tamaño, peso y actividad de las glándulas sexuales secundarias (Lincoln, 1971; Reyes et al., 1997). En muchas especies de cérvidos, como consecuencia del aumento de testosterona, se oscurece el color del pelaje (Bubenik y Bubenik, 1985), y se observa un mayor tamaño y actividad de las glándulas apócrinas y sebáceas del cuerpo (Ebling, 1972).

Los cérvidos también presentan ciclos anuales de las astas. Anualmente las astas caen, crecen nuevamente, en general rodeadas de una capa de piel (felpa), que luego cae para permanecer durante el resto del



año con astas limpias. El ciclo de las astas está relacionado con los cambios anuales de concentraciones plasmáticas de testosterona (ver revisiones: Bubenik, 1991, 2006). El crecimiento comienza con concentraciones bajas de testosterona, aunque la finalización del mismo, y la mayor mineralización se producen cuando las concentraciones de la hormona aumentan. La caída se produce entre 2 y 4 semanas luego de la disminución anual en la producción de testosterona). El crecimiento de las astas se vincula también con los cambios estacionales en las concentraciones de melatonina y prolactina (Bubenik, 2006).

Ciclicidad y gestación en las hembras

La mayor parte de las especies de cérvidos son poliéstricas, y hasta el momento todas las estudiadas presentan ovulación espontánea. El ciervo de los pantanos (*Cervus duvauceli*) y el corzo (*Capreolus capreolus*) son las únicas dos especies reportadas como monoéstricas (ver revisión Drion et al., 2003). Los ciclos estrales duran entre 13 y 30 días, de acuerdo a la especie, aunque en la mayoría de las especies dura entre 18 y 20 días (ver Tabla III de Drion et al., 2003). En el gamo, especie que tiene un ciclo estral de 20 a 28 días, se ha observado que al inicio de la estación reproductiva algunas hembras presentan ciclos más cortos, de 14 días (Santiago-Moreno et al., 2005). En la misma especie también se ha observado la existencia de ovulaciones sin celo (ovulaciones silenciosas) que incluso pueden repetirse al inicio de la estación reproductiva (Asher, 1985), lo que podría servir para sincronizar mejor el inicio de los celos en grupos de animales de la especie (Asher, 2011).

En la mayor parte de las especies, el celo dura entre 12 y 24 h. La gestación dura entre 150 y 300 días, aunque de acuerdo a la especie también tiene una duración muy variable. El corzo es la única especie de Artiodáctilo en que hasta el momento se ha descrito la existencia de diapausia embrionaria, que implica la detención del crecimiento del embrión durante un período de hasta 150 días (Hermes et al., 2000). Esto es similar a la propia duración de la gestación, por lo que el período de duración total puede duplicarse. En el ciervo rojo y el ciervo de cola blanca es necesaria la presencia del cuerpo lúteo secretando progesterona para mantener la gestación, abortando si se produce la regresión del mismo (Plotka et al., 1982; Asher et al. 1996). Sin embargo el reno no necesita del cuerpo lúteo: si la gestación está en etapas avanzadas se mantiene si se realiza una ovariectomía, por lo que se sugiere que la progesterona de origen placentario es suficiente para mantener la gestación (Sjaastad et al., 1990).

En varias especies de cérvidos se han reportado importantes variaciones en la duración de la gestación. Por ejemplo, en el gamo la gestación dura de 228 a 248 días (Santiago-Moreno et al., 2010), pero hasta el momento no está claro que es lo que determina una mayor o menor duración. En el ciervo rojo se ha demostrado que si el nivel de alimentación disminuye durante el final de la gestación, la misma se alarga, probablemente como consecuencia de un retraso en el desarrollo fetal (Asher et al., 2005). Otro factor que puede afectar la duración de la gestación es la fecha de comienzo de la misma. Por ejemplo, si se inducen celos y por tanto preñeces antes de que comience la estación reproductiva del ciervo rojo, la gestación se alarga tendiendo a sincronizar los períodos de partos con los animales que ciclan al comienzo de la estación reproductiva (García et al., 2006). A su vez, recientemente se observó un fenómeno similar en el reno, una especie fuertemente estacional, en que la gestación puede durar entre 203 y 240 días (Shipka et al., 2007). Las hembras que tienen una concepción más tardía durante la estación reproductiva acortan la duración de la gestación con respecto a aquellas que conciben al inicio de la estación reproductiva (Rowell y Shipka, 2009; Shipka y Rowell, 2010). Por último, Scott et al. (2008) analizó una serie de datos vinculando varios otros factores a la duración de la gestación, pero sus resultados reafirmaron la idea de que la fecha de concepción es el principal determinante. En síntesis, esto es otro mecanismo que permite sincronizar los partos cuando el inicio de la gestación es más disperso.

El venado de campo

El venado de campo, *Ozotoceros bezoarticus* (Linnaeus, 1758), es un mamífero que ocupaba la mayor parte de las praderas del este de Sudamérica, entre los 5° y los 41° S. En el siglo XIX los naturalistas y viajeros reportaron una gran abundancia de la especie (Cabrerá, 1943; Jackson et al., 1980; Jackson y Langguth, 1987). De hecho, se los consideraba el cérvido más abundante en el Uruguay (Jackson et al., 1980). Ejemplo de ello fueron los comentarios de Charles Darwin en su pasaje por Uruguay, incluidos en “El viaje del Beagle”, en los que reportó encontrar una gran cantidad de venados de campo en zonas cercanas a Montevideo, y que le llamaba la atención el particular y fuerte olor que despedían los machos. La especie era muy abundante: existen registros de la exportación de más de 2.300.000 pieles de venado desde el Río de la Plata durante el siglo XIX (Thornback y Jenkins, 1982). Sin embargo, debido a la acción humana tanto directa como indirecta, la población ha disminuido marcadamente tanto en cantidad como en dispersión. Esto puede ser explicado por la fragmentación del hábitat, el desarrollo de la agricultura y la competencia por espacios con los animales domésticos (Demaría et al., 2004), la caza ilegal (Jackson y Giullieti, 1988) y la transmisión de enfermedades infecciosas (Junguis, 1975/1976).



En las últimas tres décadas el aislamiento de las poblaciones ha empujado a la especie al borde de la extinción. Se ha reportado la existencia de pequeñas poblaciones en Argentina [(Bahía Samborombón (Vila y Beade, 1997), Corrientes (Parera y Moreno, 2000), San Luis (Dellafiore et al., 2003), Santa Fé (Pautasso et al., 2002)], Brazil (Braga, 1999) y Uruguay (González, 1993; Cosse, 2001). Aunque hace algunos años se reportó la existencia de poblaciones pequeñas en Bolivia (Tarifa, 1993), no existe información actualizada disponible sobre la situación de la especie. En Uruguay, existen únicamente dos poblaciones en estado silvestre, cada una de las que está compuesta por una subespecie diferente, y cuyo cuidado está a cargo de los propietarios de los predios donde habitan. Desde el año 1975 está incluido en el Apéndice I de Convention of Internacional Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES, 2014), lo que significa que está amenazado de extinción.

En Uruguay existen dos subespecies endémicas: *O. b. uruguayensis* se halla únicamente en la localidad de Sierra de los Ajos en el Departamento de Rocha, con una población de alrededor de 300 animales; *O. b. arerunguaensis* se encuentra únicamente en las localidades de Arerunguá y El Tapado en el Departamento de Salto con una población aproximada de 700 animales (Weber y González, 2003). Existe una tercera población de venado de campo en nuestro país, localizada en la Estación de Cría de Fauna Autóctona Cerro Pan de Azúcar (ECFA), originada a partir de animales provenientes de la población de Salto, población en la que nuestro grupo de trabajo desarrolla actividades de investigación desde hace 10 años (Ungerfeld et al., 2008c).

Principales aspectos reproductivos en la hembra

Los órganos genitales femeninos son pequeños en relación al tamaño corporal cuando se comparan con el de otros cérvidos (Pérez et al., 2013b). Las principales características anatómicas son la poca flexuosidad de las trompas uterinas, la falta del ligamento intercornual uterino, la presencia de solamente 4 carúnculas alineadas en dos filas en cada cuerno, aunque no en el cuerpo del útero. Ambos cuernos miden 3,0-4,0 cm de longitud, siendo el total del útero de unos 4,5 cm. El cérvix mide unos 4,0 cm de largo y 1,0 cm de diámetro, presentando 4 pliegues circulares en forma de anillo.

Las hembras que habitan en la ECFA tienen su primer parto aproximadamente a los dos años de edad, lo que implica que el primer celo fértil se produzca en el primer otoño luego del primer año de edad. Si bien se ha reportado que la gestación dura 7-7,5 meses (Jackson, 1987; Redford y Eisenberg, 1992), estos datos han sido inferidos a partir de considerar los períodos de actividad sexual y de partos en poblaciones silvestres, no contándose con registros individuales al respecto.

Principales aspectos reproductivos en los machos

La anatomía reproductiva de los machos fue descrita por Pérez et al. (2013a). El pene es fibroelástico y carece de la flexura sigmoidea típica de los rumiantes. Si bien se reconoció la presencia de la ampolla de los conductos deferentes, glándulas vesiculares, próstata y glándulas bulbouretrales, no se observó un cuerpo de la próstata bien definido.

Los machos alcanzan su peso máximo recién a los 4 años de edad, aunque el volumen testicular y el índice gonadosomático máximos fueron alcanzados entre el año y medio y los dos años (Ungerfeld et al., 2011a). Por el contrario, la concentración de testosterona aumenta hasta alcanzar los valores máximos recién a los 6 años. Ello implica que pese a que adquieren potencialidad reproductiva más tempranamente, el crecimiento es un proceso relativamente lento en la especie.

Estacionalidad reproductiva

En el venado de campo, el nacimiento de las crías parece variar según la subespecie y su localización. En términos generales, se puede decir que en el venado de campo que habita la zona templada subtropical (*O. b. celer* en la Provincia de Buenos Aires, Argentina, y el *O. b. arerunguaensis* y *O. b. uruguayensis* en el sudeste de Uruguay), los nacimientos pueden ocurrir durante todo el año, con un pico de parición en primavera (Uruguay) o a fines de primavera, fines de verano/comienzo de otoño (Provincia de Buenos Aires, Argentina), coincidiendo aproximadamente con el pico de abundancia de pastura. La población en San Luis, Argentina (34° S), al límite del sudoeste del rango de distribución de la especie, habita las praderas secas con una media de lluvia de 450 mm, de las cuales el 80% cae durante octubre-abril (Anderson et al., 1970). Es interesante que esta población (*O. b. celer*) que está casi a la misma latitud que la población localizada al sudeste de Uruguay, pero en un clima semiárido, continental, presenta un pico de parición más corto que esta durante la primavera. Por otro lado, *O. b. bezoarticus* que habitan el Cerrado, región del Pantanal (Brasil), bajo condiciones tropicales en las que la disponibilidad de comida varía notablemente de acuerdo a la estación de lluvias o la estación seca, presenta un período de partos entre julio y noviembre, con un pico en agosto-septiembre que coincide con la estación lluviosa.

En la ECFA, aunque se observaron los nacimientos todos los meses, la distribución a través del año hace pensar en la existencia de un patrón de reproducción estacional moderado (Ungerfeld et al., 2008d). El



patrón estacional parece ser menos rígido en las condiciones de semicautiverio que en las poblaciones salvajes que habitan a latitudes similares, sugiriendo que la disponibilidad de comida tiene una influencia directa en la actividad cíclica. En síntesis, como para la mayor parte de los ungulados estudiados, los venados de campo presentan una mayor cantidad de partos en primavera-verano.

En el caso de los machos, existe un patrón estacional en las características morfológicas, seminales y endócrinas encontradas a lo largo del año, siendo verano-otoño el periodo de máxima actividad reproductiva, disminuyendo al mínimo durante la primavera. El adelanto en el inicio de la actividad reproductiva de los machos respecto al inicio de la ciclicidad en las hembras coincide con lo reportado en otros ungulados (Lincoln y Short, 1980). Los machos juveniles presentan un patrón reproductivo estacional similar al de los machos adultos en las características reproductivas, no existiendo diferencias entre estos ni en el volumen testicular, ni en ninguna característica seminal. Es interesante entonces que si bien los machos alcanzan su máxima capacidad reproductiva a los 3 años, su crecimiento continúa.

Los machos presentan un ciclo anual de las astas sincronizado con sus cambios hormonales. En la ECFA, las astas caen en los primeros días de agosto (Ungerfeld et al., 2008b), y la felpa, la piel que las recubre comenzó a caer a los 3,5 meses de la caída de la primera asta (primavera avanzada). A su vez, ambas astas caen más tempranamente en los machos de primer ciclo que en los machos adultos. Estos datos coinciden con el patrón general reportado por Jackson (1986) en Argentina (34° S), y por Tomás (1995) y Pereira et al. (2005) en Brasil (aproximadamente 10°S).

Comportamiento sexual

Morales-Piñeyrúa y Ungerfeld (2012) describieron por primera vez aspectos básicos del comportamiento sexual del venado de campo. Si bien la mayoría de los comportamientos descritos en este etograma coinciden con los reportados previamente en otras especies de cérvidos, el conjunto de comportamientos observados, y la distribución de sus frecuencias es específico de la especie. Antes del celo se observó una intensificación de los comportamientos de cortejo, a los que se sumaron otros comportamientos característicos de la precópula, los que se identifican por un aumento de la actividad por parte de la hembra. El macho sigue intensamente a la hembra en celo. Durante dicho seguimiento se registra una alta frecuencia de persecución, seguir olfateando y seguir bajo. La hembra demuestra un comportamiento muy proceptivo, que incluye la exposición de la vulva, y ocasionalmente movimientos vulvares.

Ante la exposición de la vulva, en la mayoría de las veces el macho permanece con la cabeza elevada o se acerca y olfatea y/o lame la zona ano-genital. Este último comportamiento produce una mayor exposición de la vulva por parte de la hembra (durante el olfateo ano-genital la hembra levanta más la cola exponiendo mejor la vulva). El olfateo ano-genital induce a las hembras a orinar, seguido por el lamido de la orina por parte del macho, en muchas ocasiones seguido del comportamiento de flehmen.

En el 50% de los registros se observaron montas incompletas, correspondiendo a intentos de monta, por el flanco, sin intromisión del pene ni eyaculación. Usualmente hubo entre uno y tres intentos hasta lograr una monta con penetración (en la que se observó golpe de riñón). El macho se acerca, apoya su mentón, y retrae y alarga su lengua sobre el cuerpo de la hembra a medida que se sube sobre ella. Una vez encima realiza el golpe de riñón mientras muerde o lame el cuello de la hembra. La monta dura 5 s, con un período de aceptación muy corto, que incluye no más de 3 montas durante un período en general inferior a los 10 min. A diferencia de lo reportado en ciervo rojo y wapiti (Asher et al., 1997, Bartoš y Holečková, 2006), no registramos montas entre hembras durante el período de celo.

Estímulos sociales

Ungerfeld et al. (2009) observaron que los machos que permanecen en contacto directo con hembras tienen astas más pesadas, de mayor tamaño y que caen más tarde que las de machos alojados aislados de hembras. Todo esto, considerando los mecanismos que controlan el crecimiento y el ciclo de las astas, sugirió que estos machos tienen mayores concentraciones de testosterona que los que están en grupos de solo machos. Más aún, las puntas de estas astas contienen un mayor porcentaje de hueso compacto que las de los machos que estaban alojados separados de hembras (Ungerfeld y Canabal, 2014).

En función de ello, Villagrán y Ungerfeld (2013) compararon el patrón estacional de testosterona fecal en machos en contacto o aislados de hembras, demostrando que efectivamente el contacto con las hembras induce un aumento en la concentración de dicha hormona. A su vez, estos machos presentaron semen de mejor calidad al comienzo de la estación reproductiva, el que a su vez resistió mejor la adición de un diluyente para su criopreservación.

La jerarquía social, al menos en poblaciones en condiciones de semicautiverio, con las necesidades de espacio, alimento, etc, cubiertas adecuadamente, no parece tener repercusiones sobre la reproducción. En efecto, Ungerfeld (2012) no observó diferencias en diversos parámetros de los machos, como ser peso corporal, concentraciones séricas de testosterona, tamaño testicular, o características seminales. Por otra parte, Morales-



Piñeyrúa et al. (2014) tampoco encontraron diferencias en el éxito reproductivo de las hembras de acuerdo al rango social. En efecto, ni el momento de la estación reproductiva en que resultan preñadas, ni la cantidad de animales que paren en el año, ni el sexo o el tamaño de las crías fueron afectados por el rango social de las hembras.

Colección de semen

Las técnicas de biotecnología reproductiva, tales como la inseminación artificial, la fertilización in vitro y la transferencia de embriones han sido utilizadas eficazmente en conservación animal (Holt y Pickard, 1999; Andrabi y Maxwell, 2007) y específicamente en otras especies de cérvidos silvestres (Garde et al., 2006). El semen del venado de campo ha sido recolectado por electroeyaculación, vagina artificial y recolección vaginal.

La electroeyaculación es el método de elección en animales no mansos, por lo que es la técnica de recolección seminal más frecuentemente utilizada en cérvidos (Duarte y García, 1997). Duarte et al. (1993) recolectaron semen de venado de campo silvestre (*O. b. leucogaster*) exitosamente utilizando el equipo habitual en toros, con un electrodo modificado adaptado al tamaño del venado de campo. Los animales siempre fueron sedados con xilazina y ketamina, y estimulados descansando cada 3 s hasta llegar a 10 estímulos. Luego de un período de descanso de 1-2-min el procedimiento era repetido si aún era necesario, pero nunca se hacía más de 3 series de 10 estímulos por sesión de recolección. El volumen seminal obtenido fue muy escaso (0,1-0,7 ml) pero la concentración fue alta (media: 1500×10^6 espermatozoides/ml; máximo 3000×10^6 espermatozoides/ml).

Nuestro grupo de trabajo ha realizado más de 100 colecciones de semen en venado de campo. Los animales fueron capturados utilizando una cerbatana de dardos, cargados con ketamina, xilacina y atropina, revirtiendo posteriormente la anestesia con yohimbina (Fumagalli et al., 2012). Se utilizó un electroeyaculador con una sonda rectal de 19 mm de diámetro con tres electrodos longitudinales. Se retiró el prepucio exponiendo el glande, siendo mantenido fuera en forma manual sujetándolo con gasas estériles hasta que el estímulo eléctrico generó la erección. A cada ejemplar se le realizaron series de 10 estímulos (1 s hasta alcanzar el voltaje deseado, 4 s en el voltaje y un corte rápido a 0V), desde 1 V hasta un máximo de 8 V, obteniendo semen en todas las oportunidades.

La electroeyaculación ha sido reportado como un manejo invasivo que afecta diversos aspectos del bienestar animal en otras especies (Damián y Ungerfeld, 2011). En el caso del venado de campo, aún realizándola bajo anestesia general, se registraron aumentos de frecuencia cardíaca, frecuencia de pulso, concentración de las enzimas CK, FAS, y AST, y una disminución de la temperatura corporal (Fumagalli et al., 2012). Además, se registró un aumento de cortisol, acompañado de vocalizaciones indicadoras de dolor (Fumagalli et al., 2015). De todas formas, la repetición en los procesos de anestesia y colección de semen no hizo variar estas respuestas.

Características del semen

Existe una gran variabilidad en los parámetros seminales entre las diferentes especies de cérvidos (Drion et al., 2003), así como entre los machos de una misma especie (Giuliano et al., 2008). En forma general, las especies de menor tamaño corporal producen menor volumen de eyaculado (Santymire et al., 2006) que las especies de mayor tamaño corporal (Kiso et al., 2011). Sin embargo la concentración espermática y el total de espermatozoides en el eyaculado parecería no estar relacionado con el tamaño corporal (Comizzoli et al., 2012).

Los parámetros del espermiograma varían mucho entre los machos y las colecciones, lo que puede estar relacionado con las condiciones en que se colectaron las muestras seminales: animales que se encontraban estresados, ya que fueron capturados con dardos anestésicos, mantenidos bajo anestesia general, además de que se les realizó electroeyaculación. Dichos procedimientos pueden producir una amplia variabilidad en las características del semen (Memon et al., 1986), además de ser muy estresantes para los animales (Fumagalli et al., 2012).

En general, las características del semen colectado fueron sensiblemente inferiores a las reportadas en otros pequeños rumiantes (Beracochea et al., 2014). El volumen del eyaculado fue menor a 0,5 ml, con una concentración de alrededor de 400×10^6 espermatozoides/ml, y un número total de espermatozoides en el eyaculado de alrededor de 300 millones de espermatozoides. A su vez, el porcentaje de espermatozoides móviles es de alrededor de 70%, y de espermatozoides con motilidad progresiva de 60%. Alrededor del 60% de los espermatozoides presentaban algún tipo de anomalía. Los bajos valores obtenidos de concentración y volumen son una fuerte limitante para utilizar las muestras obtenidas para su criopreservación.

Un aspecto interesante es que la longitud de la cabeza de los espermatozoides tuvo una relación positiva con la calidad de la motilidad, con el porcentaje de espermatozoides móviles, y con el porcentaje de espermatozoides con motilidad progresiva. A su vez, el área de la cabeza y el perímetro mostraron una relación positiva con la calidad de la motilidad. En el mismo sentido, Malo et al. (2006) y Ramón et al. (2013) encontraron una relación positiva entre la longitud de la cabeza y la velocidad de los espermatozoides de ciervo rojo: aquellos espermatozoides con cabezas alargadas poseen una mayor velocidad en su motilidad. Esta



información podría ser útil para elegir los mejores machos desde el punto de vista seminal, y mejorar el uso de biotecnologías reproductivas.

En el semen de la especie se determinó la existencia de 3 subpoblaciones de acuerdo a sus características morfométricas. La existencia de subpoblaciones espermáticas reafirma la idea de la heterogeneidad existente en los eyaculados de los mamíferos, mostrando diferentes respuestas hacia estímulos bioquímicos (Buffone et al., 2004), funcionales (Martínez-Pastor et al., 2005), diferentes patrones de motilidad (Quintero-Moreno et al., 2003; Núñez-Martínez et al., 2006), e incluso con diferentes parámetros morfométricos (Thurston et al., 1999; Peña et al., 2005). El estudio de subpoblaciones de espermatozoides en un eyaculado podría ser una herramienta práctica para predecir la resistencia de los espermatozoides a los procesos de criopreservación (Quintero-Moreno et al., 2003; Núñez-Martínez et al., 2006), ya que en varios estudios han encontrado una relación negativa entre el tamaño de la cabeza de los espermatozoides y la preservación de los mismos (Thurston et al., 2001; Peña et al., 2005; Estes et al., 2006).

Síntesis general

Los cérvidos son un grupo de especies heterogéneas que no presentan un único patrón reproductivo, siendo justamente muy diversos, lo que se vincula con su evolución, hábitats y estado de conservación. Nuestro grupo ha trabajado fundamentalmente en investigar la biología reproductiva y desarrollar biotecnologías en el venado de campo, una especie en peligro de extinción. Sin embargo, dada la diversidad mencionada, no es posible obtener buenos resultados en la aplicación de biotecnologías sin conocer aspectos básicos de la biología de cada especie, y adaptar las tecnologías disponibles a las características de la misma.

En 10 años de trabajo nuestro grupo caracterizó los aspectos básicos de la biología reproductiva de la especie (Ungerfeld et al., 2008c, d), del control de su desarrollo, incluyendo el crecimiento de las astas (Ungerfeld et al., 2008a, Ungerfeld et al., 2011b), los aspectos centrales del comportamiento vinculado a la reproducción (Morales-Pyñeirúa et al., 2012, 2014; Freitas-de-Melo et al., 2013; Ungerfeld y Freitas-de-Melo, 2014), de los componentes químicos secretados por las glándulas cutáneas con posible efecto de feromonas (Rossini et al., 2011), del establecimiento y desarrollo del vínculo entre la madre y la cría (Villagrán et al., 2012; Olazabal et al., 2013), se desarrollaron tratamientos hormonales para animales con problemas reproductivos (Ungerfeld, 2013), se ajustaron las técnicas de colecta de semen (Fumagalli et al., 2012, 2015) y se lograron resultados de colecta del mismo aceptables (Beracochea et al., 2014). El avance en estas temáticas, además de ser lento por los procesos en sí mismos, tiene también importantes limitantes por la cantidad de animales disponibles para realizar trabajos de investigación, y el riesgo que implica el manejo de cada uno de ellos. Al mismo tiempo, cada pequeño avance en el conocimiento de la biología de una especie amenazada debe considerarse como un éxito en los procesos que pueden mejorar sus condiciones de conservación.

Agradecimientos

Se agradece a la Intendencia Departamental de Maldonado, a la Comisión Sectorial de Investigación Científica de la Universidad de la República, a la Facultad de Veterinaria de la Universidad de la República, a la Agencia Nacional de Investigación de Innovación, y al Programa PEDECIBA por el apoyo financiero a los trabajos. Estos trabajos no hubieran sido posibles sin una participación de numerosos estudiantes de grado y de posgrado de Uruguay, Brasil, Argentina y España.

Referencias

- Adams LG, Dale BW.** Timing and synchrony of parturition in Alaskan caribou. *J Mammal*, v.79, p.287-294, 1998.
- Anderson DL, del Aguila JA, Bernadon AB.** Las formaciones vegetales en la Provincia de San Luis. *Rev Invest Agric (Argentina)*, v.7, p.153-183, 1970
- Andrabi SM, Maxwell WM.** A review on reproductive biotechnologies for conservation of endangered mammalian species. *Anim Reprod Sci*, v.99, p.223-243, 2007.
- Asher GW.** Oestrous cycle and breeding season of farmed fallow deer, *Dama dama*. *J Reprod Fertil*, v.75, p.521-529, 1985.
- Asher GW.** Reproductive cycles of deer. *Anim Reprod Sci*, v.124, p.170-175, 2011.
- Asher GW, Fisher, MW, Berg DK, Waldrup KA, Pearse AJ.** Luteal support of pregnancy in red deer (*Cervus elaphus*): effect of cloprostenol, ovariectomy and lutectomy on the viability of the post-implantation embryo. *Anim Reprod Sci*, v.41, p.141-151, 1996.
- Asher GW, Haigh JC, Wilson PR.** Reproductive behavior of red deer and wapiti. In: Youngquist RS, Threlfall WR (Ed.). *Current therapy in large animal theriogenology 2*. Philadelphia: Saunders/Elsevier, 1997. p.937-942.
- Asher GW, Mulley RC, O'Neill KT, Scott IC, Jopson, NB, Littlejohn RP.** Influence of level of nutrition during late pregnancy on reproductive productivity of red deer (1) adult and primiparous hinds gestating red deer



calves. Anim Reprod Sci, v.86, p.261-283, 2005.

Bartoš L, Holečková J. Exciting ungulates: male-male mounting in fallow, white-tailed and red deer. In: Vasey PL, Sommer V (Ed.). Homosexual behaviour in animals: an evolutionary perspective. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2006. p.154-171.

Beracochea F, Gil J, Sestelo A, Garde JJ, Santiago-Moreno J, Fumagalli F, Ungerfeld R. Sperm characterization and identification of sperm sub-populations in ejaculates from pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*). Anim Reprod Sci, v.149, p.224-230, 2014.

Bowyer RT, Van Ballenberghe V, Kie JG. Timing and synchrony of parturition in Alaskan moose: long-term versus proximal effects of climate. J Mammal, v.79, p.1332-1344, 1998.

Braga FG. Redescoberta do veado-campeiro, *Ozotoceros bezoarticus*, no estado do Paraná, Brasil. In: Taller de Cérvidos del Uruguay, 2, 1999, Montevideo, Uruguay. Actas ... Montevideo: UICN: CSE Grupo Especialista de Ciervos Regional Latinoamérica, 1999.

Bronson FH. Mammalian reproductive biology. Chicago: The University of Chicago Press, 1989. 324p.

Bubenik GA. Regulatory mechanisms of the antler cycle and the selection of deer breeding stock by endocrine tests. In: Renecker LA, Hudson RJ (Ed.). Wildlife Production-Conservation and Sustainable Development. Fairbanks, AK: University of Alaska, 1991. p.521-529. (AFES Miscellaneous Publication, 91-96).

Bubenik GA. Seasonal regulation of deer reproduction as related to the antler cycle: a review. Vet Arh, v.76, p.275-285, 2006.

Bubenik GA, Brown RD, Schams D. Antler cycle and endocrine parameters in male axis deer (*Axis axis*): Seasonal levels of LH, FSH, testosterone, and prolactin and results of GnRH and ACTH challenge tests. Comp Biochem Physiol Part A: Physiol, v.99, p.645-650, 1991.

Bubenik GA, Bubenik AB. Seasonal variations in hair pigmentation of white-tailed deer and their relationship to sexual activity and plasma testosterone. J Exp Zool, v.235, p.387-395, 1985.

Buffone MG, Doncel G.F, Briggiler CIM, Vazquez-Levin MH, Calamera JC. Human sperm subpopulations: relationship between functional quality and protein tyrosine phosphorylation. Hum Reprod, v.19, p.139-146, 2004.

Bunnell FL. Factors controlling lambing period of Dall's sheep. Can J Zool, v.58, p.1027-1031, 1980.

Cabrera A. Sobre la sistemática del venado y su variación individual y geográfica. Rev Museo La Plata (Argentina), v.3, p.5-41, 1943.

Cameron RD, Smith WT, Fancy SG, Gerhart KL, White RG. Calving success of female caribou in relation to body weight. Can J Zool, v.71, p.480-486, 1993.

Clutton-Brock T, Guinness FE, Albon SD. Red deer: behavior and ecology of two sexes. Chicago: Ed. University of Chicago, 1982. 378p.

Comizzoli P, Songsasen N, Hagedorn M, Wildt DE. Comparative cryobiological traits and requirements for gametes and gonadal tissues collected from wildlife species. Theriogenology, v.78, p.1666-1681, 2012.

Convention of International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES). Appendices I, II and III. Disponible en: <http://www.cites.org/eng/app/index.php>. Accedido el 1 de dic. 2014.

Cosse M. Dieta y solapamiento de la población de venado de campo "Los Ajos", (*Ozotoceros bezoarticus* L 1958) (Artiodactyla: Cervidae). 2001. Tesis (Maestría) - PEDECIBA, Montevideo, Uruguay, 2001.

Damian JP, Ungerfeld R. The stress response of frequently electroejaculated rams to electroejaculation: hormonal, physiological, biochemical, haematological and behavioural parameters. Reprod Domest Anim, v.46, p.646-650, 2011.

Deer Industry New Zealand. Disponible en: <http://www.deernz.org/>. Accedido el 23 de feb. 2015.

Dellafiore CM, Demaría M, Maceira N, Bucher E. Distribution and abundance of the pampas deer in San Luis province, Argentina. J Neotrop Mammal, v.10, p.41-47, 2003.

Demaría MR, McShea WJ, Koy K, Maceira NO. Pampas deer conservation with respect to habitat loss and protected area considerations in San Luis, Argentina. Biol Conserv, v.115, p.121-130, 2004.

Drion PV, Hanzen C, Wirth D, Beckers JF, Leboeuf B, Ropstad E, Balligand M, Bauvir E, Gabriela A, Collin B. Physiologie de la reproduction et endocrinologie chez les cervidés: une revue. Ann Méd Vét, v.147, p.291-213, 2003.

Duarte JMB, Arantes IG, Garcia JM, Nascimento AA. Captura e avaliação de uma população de *Ozotoceros bezoarticus leucogaster* no Brasil. In: Gonzalez S, Seal U, Ellis S (Org.). Population and viability assessment for the pampas deer. Gland, Switzerland; Montevideo, Uruguay: IUCN, 1993.

Duarte JMB, Garcia JM. Tecnologia da reprodução para propagação e conservação de espécies ameaçadas de extinção. In: Duarte JMB (Ed.). Biología e conservação de cervídeos Sul-americanos. Jaboticabal: FUNEP, 1997. p.228-238.

Ebling FJ. The response of the cutaneous glands to steroids. Gen Comp Endocrinol, suppl.3, p.228-237, 1972.

English A. Management strategies for farmed chital deer. In: Brown RD (Ed.). The biology of deer. New York: Springer Verlag, 1992. p.189-196.

Esteso M, Fernández-Santos MR, Soler AJ, Quintero-Moreno A, Garde JJ. Functional significance of the sperm head morphometric size and shape for determining freezability in Iberian red deer (*Cervus elaphus*



- hispanicus*) epididymal sperm samples. *J Androl*, v.27, p.662-670, 2006.
- Freitas-de-Melo A, Morales-Piñeyrua JT, Ungerfeld R.** Agonistic male-female and female-female behaviour in pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*). *North West J Zool*, v.9, p.1-4, 2013.
- Fumagalli F, Damián JP, Ungerfeld R.** Vocalizations during electroejaculation in anesthetized adult and young pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) males. *Reprod Domest Anim*, 2015. Aceptado. doi: 10.1111/rda.12494
- Fumagalli F, Villagrán M, Damián JP, Ungerfeld R.** Physiological and biochemical parameters in response to electroejaculation in adult and yearling anesthetized pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) males. *Reprod Domest Anim*, v.47, p.308-312, 2012.
- García AJ, Landete-Castillejos T, Carrión D, Gaspar-López E, Gallego L.** Compensatory extension of gestation length with advance of conception in red deer (*Cervus elaphus*). *J Exp Zool Part A: Comp Exp Biol*, v.305 A, p.55-61, 2006.
- Garde JJ, Martínez-Pastor F, Gomendio M, Malo AF, Soler AJ, Fernández-Santos MR, Estes MC, García AJ, Anel L, Roldán ERS.** The application of reproductive technologies to natural populations of red deer. *Reprod Domest Anim*, v.41, p.93-102, 2006.
- Gaspar-Lopez E, Landete-Castillejos T, Estevez JA, Ceacero F, Gallego L, García AJ.** Biometrics, testosterone, cortisol and antler growth cycle in iberian red deer stags (*Cervus elaphus hispanicus*). *Reprod Domest Anim*, v.45, p.243-249, 2010.
- Giuliano S, Director A, Gambarotta M, Trasorras V, Miragaya M.** Collection method, season and individual variation on seminal characteristics in the llama (*Lama glama*). *Anim Reprod Sci*, v.104, p.359-369, 2008.
- Goldman BD.** Mammalian photoperiodic system: formal properties and neuroendocrine mechanisms of photoperiodic time measurement. *J Biol Rhyt*, v.16, p.283-301, 2001.
- González S.** Situación poblacional del venado de campo en el Uruguay. In: CBSG, IUCN (Ed.). Pampas Deer population and habitat viability assessment. Workshop Briefing Book. Apple Valley, Minnesota: IUCN, 1993. 9p.
- Hackmann TJ, Spain JN.** Invited review: Ruminant ecology and evolution: Perspectives useful to ruminant livestock research and production. *J Dairy Sci*, v.93, p.1320-1334, 2010.
- Haigh JC, Cates WF, Glover GJ, Rawlingst NC.** Relationships between seasonal changes in serum testosterone concentrations, scrotal circumference and sperm morphology of male wapití (*Cervus elaphus*). *J Reprod Fertil*, v.70, p.413-418, 1984.
- Hermes R, Hildebrandt T, Goeritz F, Jewgenow K, Lengwinat T, Hofmann RR.** Sonographie of the ovaries and uterus and grey scale analysis of the endometrium during embryonic diapause in roe deer. *Acta Theriol*, v.45, p.559-572, 2000.
- Holt WV, Pickard AR.** Role of reproductive technologies and genetic resource banks in animal conservation. *Rev Reprod*, v.4, p.143-150, 1999.
- Jackson JE.** Antler cycle in pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) from San Luis, Argentina. *J Mammal*, v.67, p.175-176, 1986.
- Jackson JE.** *Ozotoceros bezoarticus*. *Mamm Species*, v.295, p.1-5, 1987.
- Jackson JE, Giullieti J.** The food of pampas deer *Ozotoceros bezoarticus* celer in relation to its conservation in relict natural grassland in Argentina. *Biol Conserv*, v.45, p.1-10, 1988.
- Jackson JE, Landa P, Langguth A.** Pampas deer in Uruguay. *Oryx*, v.15, p.267-272, 1980.
- Jackson JE, Langguth A.** Ecology and status of pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) in the Argentinean pampas and Uruguay. In: Wemmer C (Ed.). *Biology and management of the Cervidae*. Washington DC: Smithsonian Institution Press, 1987. p.402-409.
- Junguis H.** Status and distribution of threatened deer species in South America. Report to SSC/IUCN deer group. *World Wildl Yearb*, p.203-217, 1975/76.
- Kiso WK, Brown JL, Siewerdt F, Schmitt DL, Olson D, Crichton EG, Pukazhenth BS.** Liquid semen storage in elephants (*Elephas maximus* and *Loxodonta africana*): species differences and storage optimization. *J Androl*, v.32, p.420-431, 2011.
- Komers PE, Birgersson B, Ekvall K.** Timing of estrus in fallow deer is adjusted to the age of available mates. *Am Nat*, v.153, p.431-436, 1999.
- Langvatn R, Mysterud A, Stenseth NC, Yoccoz NG.** Timing and synchrony of ovulation in red deer constrained by short Northern summers. *Am Nat*, v.163, p.763-772, 2004.
- Lincoln GA.** The seasonal reproductive changes in the red deer stag (*Cervus elaphus*). *J Zool (Lond)*, v.163, p.105-123, 1991.
- Lincoln GA.** Biology of seasonal breeding in deer. In: Brown RD (Ed.). *The biology of deer*. New York: Springer Verlag, 1992. p.565-574.
- Lincoln GA, Short RV.** Seasonal breeding: Nature's contraceptive. *Recent Prog Horm Res*, v.36, p.1-52, 1980.
- Lincoln GA, Guinness F, Short RV.** The way in which testosterone controls the social and sexual behavior of the red deer stag (*Cervus elaphus*). *Horm Behav*, v.3, p.375-396, 1972.
- Loudon ASI, Brinklow BR.** Reproduction in deer: adaptations for life in seasonal environments. In: Brown RD (Ed.). *The biology of deer*. New York: Springer Verlag, 1992. p.261-278.



- Loudon ASI, Curlewis JD.** Cycles of antler and testicular growth in an aseasonal tropical deer (*Axis axis*). *J Reprod Fertil*, v.83, p.729-738, 1988.
- Malo AF, Gomendio M, Garde J, Lang-Lenton B, Soler AJ, Roldan ERS.** Sperm design and sperm function. *Biol Lett*, v.2, p.246-249, 2006.
- Martínez-Pastor F, García-Macias V, Alvarez M, Herraez P, Anel L, de Paz P.** Sperm subpopulations in Iberian red deer epididymal sperm and their changes through the cryopreservation process. *Biol Reprod*, v.72, p.316-327, 2005.
- Memon MA, Bretzlaff KN, Ott RS.** Comparison of semen collection techniques in goats. *Theriogenology*, v.26, p.823-827, 1986.
- Morales-Piñeyrua JT, Ciappesoni G, Ungerfeld R.** Social rank and reproductive performance of pampas deer females (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus, 1758). *Behav Proc*, v.105, p.49-52, 2014.
- Morales-Piñeyrua JT, Ungerfeld R.** Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) courtship and mating behavior. *Acta Vet Scand*, v.54, p.60-66, 2012.
- Mylrea GE, English AW, Mulley RC, Evans G.** Artificial insemination of farmed chital deer. In: Brown RD (Ed.). *The biology of deer*. New York: Springer Verlag, 1992. p.334-337.
- Nowak RM.** Walker's mammals of the world. 6th ed. Baltimore, MD: John Hopkins Univ. Press, 1999. v.2.
- Núñez-Martínez I, Moran JM, Peña FJ.** Two-step cluster procedure after principal component analysis identifies sperm subpopulations in canine ejaculates and its relation to cryoresistance. *J Androl*, v.27, p.596-603, 2006.
- Olazabal D, Villagrán M, González-Pensado S, Ungerfeld R.** Maternal behavior and early development of pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) fawns in a semicaptive environment. *J Ethol*, v.31, p.323-330, 2013.
- Parera A, Moreno D.** El venado de las pampas en Corrientes, diagnóstico de su estado de conservación y propuestas de manejo: situación crítica. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina, 2000. 40p.
- Pautasso AA, Peña MI, Mastropaolo JM, Moggia L.** Distribución y conservación del venado de las pampas (*Ozotoceros bezoarticus leucogaster*) en el norte de Santa Fe, Argentina. *J Neotrop Mammal*, v.9, p.64-69, 2002.
- Peña FJ, Saravia F, García-Herreros M, Núñez-Martínez I, Tapia JA, Johannison A, Wallgren M, Rodríguez-Martínez H.** Identification of sperm morphometric subpopulations in two different portions of the boar ejaculate and its relation to postthaw quality. *J Androl*, v.26, p.716-723, 2005.
- Pereira RJ, Duarte JM, Negrão JA.** Seasonal changes in fecal testosterone concentrations and their relationship to the reproductive behavior, antler cycle and grouping patterns in free-ranging male pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus bezoarticus*). *Theriogenology*, v.63, p.2113-2125, 2005.
- Pérez, W, Vazquez, N, Ungerfeld R.** Gross anatomy of the male genital organs of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758). *Anat Sci Int*, v.88, p.123-129, 2013a.
- Pérez W, Vazquez N, Ungerfeld R.** Gross anatomy of the Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus 1758) female genital organs. *Anat Histol Embryol*, *J Vet Med*, v.4, p.168-174, 2013b.
- Plotka ED, Seal US, Verme LJ, Ozoga JJ.** Reproductive steroids in White-tailed deer. IV. Origin of progesterone during pregnancy. *Biol Reprod*, v.26, p.258-262, 1982.
- Quintero-Moreno, A, Miró J, Rigau AT, Rodríguez-Gil JE.** Identification of sperm subpopulations with specific motility characteristics in stallion ejaculates. *Theriogenology*, v.59, p.1973-1990, 2003.
- Ramón M, Soler AJ, Ortiz JA, García-Álvarez O, Maroto-Morales A, Roldan ERS, Garde JJ.** Sperm population structure and male fertility: an intraspecific study of sperm design and velocity in red deer. *Biol Reprod*, v.89, p.110-117, 2013.
- Redford KH, Eisenberg JF.** Mammals of the neotropics. Volume 2: The Southern Cone: Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay. Chicago: The University of Chicago Press, 1992. p.245-252.
- Reyes E, Bubenik GA, Schams D, Lobos, A, Enriquez R.** Seasonal changes of testicular parameters in southern pudu *Pudu pudu* in relationship to circannual variation of its reproductive hormones. *Acta Theriol*, v.42, p.25-35, 1997.
- Rossini C, González-Pensado S, Villagrán M, Ungerfeld R.** Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) chemical signals: marking behavior and cutaneous glands secretion. In: Weiss LE, Atwood JM (Ed.). *The biology of odors: sources, olfaction and response*. Hauppauge, NY: Nova Publishers, 2011. p.227-248.
- Rowell JE, Shipka MP.** Variation in gestation length among captive reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). *Theriogenology*, v.72, p.190-197, 2009.
- Santiago-Moreno J, Coloma MA, Toledano-Díaz A, Gómez-Brunet A, López-Sebastián A.** Gamo (*Dama dama*, Linnaeus, 1758). In: Santiago-Moreno J, López-Sebastián A (Ed.). *Ungulados silvestres de España: biología y tecnologías reproductivas para su conservación y aprovechamiento cinegético*. Madrid: INIA, 2010. v.2, p.179-194. (Monografías INIA. Serie Medioambiental, 2).
- Santiago-Moreno J, González-Bulnes A, Gómez-Brunet A, Toledano-Díaz A, López-Sebastián A.** Caracterización de la actividad ovulatoria cíclica, gestación y anestro post-parto en la hembra de gama (*Dama dama*). *Arch Zootec*, v.54, p.31-38, 2005.
- Santymire RM, Marinari PE, Kreeger JS, Wildt DE, Howard JG.** Sperm viability in the black-footed ferret (*Mustela nigripes*) is influenced by seminal and medium osmolality. *Cryobiology*, v.53, p.37-50, 2006.



- Scott IC, Asher GW, Archer JA, Littlejohn RP.** The effect of conception date on gestation length of red deer (*Cervus elaphus*). *Anim Reprod Sci*, v.109, p.206-217, 2008.
- Shipka MP, Rowell JE.** Gestation length in farmed reindeer. *Soc Reprod Fertil Suppl*, v.67, p.457-466, 2010.
- Shipka MP, Rowell JE, Sousa MC.** Steroid hormone secretion during the ovulatory cycle and pregnancy in farmed Alaskan reindeer. *J Anim Sci*, v.85, p.944-951, 2007.
- Sjaastad OV, Blom AK, Austad R, Oen EO.** Plasma progesterone in reindeer in relation to ovariectomy and hysterectomy. *Acta Vet Scand*, v.31, p.45-51, 1990.
- Swierstra EE, Foote RH.** Duration of spermatogenesis and spermatozoan transport in the rabbit based on cytological changes, DNA synthesis and labeling with tritiated thymidine. *Am J Anat*, v.116, p.401-411, 1965.
- Tarifa T.** Situación de la especie en Bolivia. In: CBSG, IUCN (Ed.). *Pampas Deer population and habitat viability assessment*. Workshop Briefing Book. Apple Valley, Minnesota: IUCN, 1993. 3p.
- Thornback J, Jenkins M.** The IUCN mammal red data book. Part II. Gland, Switzerland: IUCN, 1982.
- Thurston LM, Watson PF, Anan JM, Holt WV.** Morphologically distinct sperm subpopulation defined by fourier shape descriptors in fresh ejaculates correlate with variation in boar semen quality following cryopreservation. *J Androl*, v.22, p.382-394, 2001.
- Thurston LM, Watson PF, Holt WV.** Sources of variation in the morphological characteristics of sperm subpopulations assessed objectively by a novel automated sperm morphology analysis system. *J Reprod Fertil*, v.117, p.271-280, 1999.
- Tomás WM.** Seasonality of the antler cycle of pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus leucogaster*) from the Pantanal Wetland, Brazil. *St Neotr Fauna Env*, v.30, p.221-227, 1995.
- Ungerfeld R.** Lack of a relationship between social rank and reproductive patterns in semicaptive pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) males. In: *International Congress on Animal Reproduction (ICAR)*, 17, 2012, Vancouver, Canada. Vancouver: ICAR, 2012.
- Ungerfeld R.** Treatment with an equine Chorionic Gonadotropin single dose restored spermatozoa production in an azoospermic pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) male: a case report. *Reprod Med Biol*, v.12, p.65-68, 2013.
- Ungerfeld R, Bielli A, González-Pensado SX, Villagrán M, González-Sierra UT.** Antler size and weight in a herd of pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*). *Mamm Biol*, v.73, p.478-481, 2008a.
- Ungerfeld R, Bielli A, González-Sierra UT.** Seasonal antler cycle in a herd of pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) in Uruguay. *Mamm Biol*, v.73, p.388-391, 2008b.
- Ungerfeld R, Canabal M.** Internal architecture from pampas deer antlers differ in males allocated with or without females. *Acta Theriol*, v.59, p.347-351, 2014.
- Ungerfeld R, Damián JR, Villagrán M, González-Pensado S.** A female effect on pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) antlers. *Can J Zool*, v.87, p.734-739, 2009.
- Ungerfeld R, Freitas-de-Melo A.** Pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) male-female agonistic behavior toward high and low social ranked females. *Acta Ethol*, v.17, p.167-171, 2014.
- Ungerfeld R, González-Pensado S, Bielli A, Villagrán M, Olazabal D, Pérez W.** Reproductive biology of the pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*): a review. *Acta Vet Scand*, v.50, p.16, 2008c.
- Ungerfeld R, González-Pensado SX, Villagrán M, Bielli A, Rossini C, Morales-Piñeyrúa JT, Pérez W, Damián JP.** *Biología reproductiva del venado de campo (Ozotoceros bezoarticus)*. Montevideo: UDeLaR, Unidad de Comunicación, 2011a.
- Ungerfeld R, González-Sierra UT, Piaggio J.** Reproduction in a semi-captive herd of pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*). *Wildl Biol*, v.14, p.350-357, 2008d.
- Ungerfeld R, Villagrán M, González-Pensado S.** Antler weight and body weight relationship in adult and young pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) males. *North West J Zool*, v.7, p.208-212, 2011b.
- Van Wieren SE.** *Digestive strategies in ruminants and nonruminants*. Wageningen: Landbouwniversiteit, 1996. 191p.
- Verme LJ, Ozoga JJ, Nellist JT.** Induced early estrus in penned white tailed does. *J Wildl Manag*, v.51, p.54-56, 1987.
- Vila A, Beade M.** Situación de la población del venado de las pampas en la Bahía Samborombón. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina, 1997. 30p. (Boletín Técnico, 37).
- Villagrán M, De la Fuente L, Ungerfeld R.** Pampas deer fawns (*Ozotoceros bezoarticus*, Linnaeus, 1758) feeding time budget during the first twelve weeks of life. *North West J Zool*, v.8, p.85-91, 2012.
- Villagrán M, Ungerfeld R.** Permanent contact with females increases testosterone and improves fresh semen traits in pampas deer (*Ozotoceros bezoarticus*) males. *Anim Reprod Sci*, v.143, p.85-90, 2013.
- Weber M, González S.** Latin American deer diversity and conservation: a review of status and distribution. *Ecoscience*, v.10, p.443-454, 2003.
- Zerbe P, Clauss M, Cordon D, Bingaman Lackey L, Rensch E, Streich JW, Hatt JM, Müller DWH.** Reproductive seasonality in captive wild ruminants: implications for biogeographical adaptation, photoperiodic control, and life history. *Biol Rev Camb Philos Soc*, v.87, p.965-990, 2012.