

# Fisiología reproductiva del búfalo. Producción en Argentina

Gustavo Ángel Crudeli<sup>1</sup>

## Introducción

La especie bubalina (*Bubalus bubalis*) se originó en Asia y se difundió prácticamente por todos los continentes; según la FAO (1999), hay más de 190 millones de animales. De acuerdo con esta fuente, ocurrió un crecimiento del 53% el número de búfalos entre los años 1970 y 1998 mientras que en ese mismo periodo la población bovina creció apenas el 21,5%. La población Argentina de búfalos es de aproximadamente 85.000 animales y presentó en los últimos 10 años un crecimiento anual del 13,1%. Este crecimiento demuestra las posibilidades futuras de la bubalinocultura como actividad emergente en el país.

El búfalo podría producir cada vez más carne y leche para cubrir las necesidades del mercado nacional, propiciando una gran contribución en la demanda alimentaria. Investigaciones realizadas por diversos grupos tanto en Argentina como en Brasil demostraron que los bubalinos presentan una gran productividad y capacidad de adaptación a las difíciles condiciones en las que se encuentran en ambos países (Nogueira *et al.* 1989; Baruselli *et al.*

1993; Villares, 1994; Crudeli *et al.* 1997). La explotación zootécnica de bubalinos se caracteriza por presentar una buena eficiencia reproductiva y rápido desarrollo corporal (Villares *et al.* 1979; Nogueira *et al.* 1989). En el caso de Brasil, posee búfalas que producen 5.200 litros de leche por lactación, así como animales de comprobada actitud para la producción de carne. Este potencial genético puede ser multiplicado más rápidamente a través de biotecnologías como la inseminación artificial (IA), transferencia embrionaria (TE) y fertilización In-Vitro (FIV).

## Fisiología reproductiva

Shalash (1994) trabajó estudiando el rol de la fisiología en la adaptación de los búfalos en diferentes condiciones ambientales, relacionándolo con la fisiología del medio ambiente y enfocando el estudio en el mecanismo de termorregulación.

Al pertenecer al grupo de “homeotermos”, deben mantener una estrecha brecha entre la producción de calor (termogénesis) y la pérdida de calor (termólisis). Animales seleccionados bajo regímenes de altas

1. Profesor titular, Cátedra de Teriogenología. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina. Correo electrónico: [gcrudeli@hotmail.com](mailto:gcrudeli@hotmail.com)

temperaturas cuyos procesos fisiológicos están dirigidos a disipar el calor, difieren anatómica y fisiológicamente de animales criados y seleccionados en ambientes con bajas temperaturas en los que no solo deben conservar el calor sino que deben generar calor extra para mantener las funciones orgánicas. Hay una estrecha franja de temperatura en la cual tanto unos como otros llevan a cabo más eficientemente sus procesos corporales y por lo tanto optimizan su desempeño productivo con un mínimo coeficiente metabólico, es decir, la temperatura corporal está bien ajustada con la del medioambiente. Esta franja se denomina “confort” o “termoneutralidad”.

No hay muchos datos precisos para determinar cuál es la temperatura confort de los búfalos, pero se estima que estaría en los 21 C°, en tanto Goswami y Narain (1962), determinaron que los búfalos estarían en estrés térmico con temperaturas superiores a 30 C°, y Misra *et al.* (1963) midiendo el coeficiente respiratorio, determinaron que a 36 C° los búfalos llegaban a un límite crítico para el mecanismo de termorregulación y serían necesarias vías alternativas (agua, lodo, sombra).

Con altas temperaturas, las principales vías de termorregulación son la evaporación, radiación y conducción tanto para disipar el calor adicional absorbido del medioambiente como el calor producido como resultado de los procesos metabólicos. Cuando la temperatura y la humedad del aire aumentan, se bloquean los canales normales de disipación, entonces recurren a la vía respiratoria, característica que los diferencia de otros animales que no están adaptados al calor. La humedad relativa del aire adquiere mayor importancia cuando la temperatura ambiente se aproxima a la corporal, y su déficit de saturación es bajo, ya que determina la cantidad de agua a evaporar por la piel.

Goswami y Narain (1962) observaron que la humedad relativa y la temperatura

constante tenía efectos insignificantes sobre el coeficiente respiratorio, el pulso y la temperatura corporal en los búfalos. Por otro lado, el color negro de la piel es una defensa contra la acción de los rayos ultravioletas, pero a su vez los hacen más sensibles a la radiación solar directa. Otro hecho que tiene un doble efecto es la disposición de los folículos pilosos (entre ciento cuarenta y trescientos noventa y cuatro folículos por cm<sup>2</sup> en relación con tres mil folículos por cm<sup>2</sup> para el cebú) ya que por un lado facilita la disipación del calor, pero por otro no protege a la piel de la acción directa de la radiación solar. Además, la piel del búfalo posee menor densidad de glándulas sudoríparas, pero en compensación, son más grandes y de mayor capacidad de enfriamiento (Cockrill, 1991).

Varias experiencias fueron realizadas para determinar la respuesta fisiológica de los búfalos al calor. Tomando como parámetro el pulso, la respiración y la temperatura rectal, se midieron tres alternativas distintas de enfriamiento, en forma comparativa con bovinos: a) sombra, b) spray de agua a 18° C por diez segundos y c) inmersión en un estanque con agua a 25° C por veinte segundos; previa exposición al calor por dos horas. De esta experiencia resultó que en ambas especies, búfalos y bovinos, las tres curvas se elevaron en forma lineal aunque más rápidamente en los búfalos cuando los animales eran sometidos a la acción del calor, y cuando pasaban a la fase de enfriamiento también el descenso de las curvas de los tres parámetros era más rápido en los búfalos; el spray de agua demostró ser más eficiente que la sombra y la inmersión mejor que este último; después de la exposición al calor por dos horas, a los búfalos les tomaba sesenta segundos para retornar a los parámetros normales una vez que terminaba su inmersión, más otros treinta segundos que permanecían echados para recuperarse completamente (Shalash, 1994).

Esto demuestra que si bien son más sensibles a la acción directa de la radiación solar, la respuesta fisiológica de acomodación es más rápida siempre y cuando tengan a disposición sombra o agua; por lo tanto, el estrés térmico es menor y disponen de más tiempo para alimentarse y reproducirse.

## Pubertad

Pubertad se define como el periodo dentro del desarrollo sexual en la cual los órganos se vuelven funcionales: la hembra comienza con la primera ovulación acompañada o no de celo visible, y termina una vez adquirida la ciclicidad propia de la especie, hasta alcanzar la madurez sexual cuando la hembra logra la máxima capacidad reproductiva, es decir, cuando es capaz de llevar a término una gestación y posterior cría del producto.

En referencia a varios estudios realizados en diversos países, se evidenció que la búfala alcanzaba la madurez sexual más tardíamente que las hembras bovinas, en torno de los veinticuatro meses para el biotipo lechero, en cuanto para el carabao se puede prolongar hasta los treinta y seis meses (Cockrill, 1991). Ahora bien, en vaquillas criadas bajo aportes nutricionales óptimos, en condiciones de cría de Egipto, se demostró que pueden llegar a la pubertad a los quince meses con un peso de 271 kg (Cockrill, 1991); en este trabajo el 80% de las hembras estudiadas lograron la pubertad antes de los diecisiete meses con un rango de peso 260 a 290 Kg y la madurez sexual a los veinticuatro meses.

En general se habla de que se logra la madurez sexual cuando alcanza el 65% del peso adulto. Según el tipo de hembra que hay en la región (de 525 kg promedio) sería alrededor de 340 kg. Se ha reportado un trabajo donde todos los años la preñez de vaquillas de doce a quince meses de edad, oscilaba entre el 40% y el 55%,

dependiendo básicamente del efecto año durante la recría (Crudeli *et al.* 1996).

## Estacionalidad

Los bubalinos se consideran una especie con estación reproductiva. A pesar de ser fértiles durante todo el año en los machos en los machos se manifiestan una baja en la libido y baja calidad seminal. Su actividad sexual aumenta cuando las horas de luz diarias disminuyen,

La eficiencia reproductiva permanece en niveles altos aun cuando las horas de luz diarias comienzan a aumentar; siempre y cuando estas sean aún más cortas que las horas de oscuridad. Si se considera que el búfalo es originario de las zonas tropicales del norte del Ecuador, donde la disponibilidad de alimento coincide con la de disminución de las horas diarias de luz, los animales paridos en verano (estación húmeda) y destetados en el otoño e invierno tienen una ventaja por selección natural.

Es probable que esta característica halla sido fijada, mantenida y transmitida por generaciones aun cuando el búfalo fuera transferido a lugares en los que no hay problemas de disponibilidad de alimentos como Italia, o a lugares donde la disponibilidad de alimentos tiende a disminuir junto con las horas de luz como en la región de San Pablo, Brasil. La importancia de la duración del día en la estacionalidad reproductiva está muy bien demostrada donde el fotoperiodo actúa a través de una señal la melatonina, de la glándula pineal desinhibiendo la secreción activa de hormona LH tónica. (Zicarelli, 1994).

La secreción tónica de LH es la responsable, junto con la FSH, de la secreción de estradiol de los folículos maduros, relación mantenida por una retroalimentación positiva, pero al aumentar las horas de luz, el centro tónico de LH la sensibilidad en el hipotálamo aumenta y se invierte el sistema de retroalimentación por lo que

del centro tónico hipotalámico se libera menos cantidad de LH, de manera que no habrá suficiente estradiol para estimular el centro preovulatorio de LH, entonces no habrá ovulación.

Se ha estudiado el rol que desempeña la hormona melatonina y su efecto como señal endocrina que marca la alternancia del día y la noche. Se demostró que esta hormona se mantiene en altos niveles durante las horas de oscuridad particularmente en otoño e invierno (Zicarelli, 1994), lo cual ha dado pie para clasificar a los búfalos en dos grandes grupos circadianos en los patrones de melatonina. Según Zicarelli (1994) en animales muy sensibles al fotoperiodo, difíciles de desestacionalizar, que presentaban picos elevados en los niveles de esta hormona luego de dos horas después de la caída del sol o especialmente en invierno y primavera y el segundo grupo de animales poco sensibles al fotoperiodo o fácilmente desestacionalizables con una curva sin pico luego de dos horas posteriores a la caída del sol.

Una técnica llamada O.B.S.M. (Out off Breeding Season Mating) llevó a los italianos a seleccionar animales según las curvas de melatonina y así formar rodeos de hembras que paren fuera de temporada natural (primavera) porque en este país la cría de búfalos se realiza casi exclusivamente para la producción de leche y esta alcanza su mayor valor comercial en verano que es cuando mayor demanda tiene la mozzarella. En el norte de Corrientes, el periodo de monta natural, se extiende entre los meses de marzo a junio, según Crudeli *et al.* (1995).

### Ciclos sexuales

Fuera de la estación reproductiva y en animales prepúberes, se observa en los ovarios un crecimiento de ondas foliculares sin llegar a la ovulación, aproximadamente cada 10,3 días (en hembras con dos ondas), sin manifestaciones visibles de

celo, ni modificaciones en el tono uterino (Singh *et al.* 1984). Las vaquillas púberes y las vacas que no parieron durante la estación de monta comenzarán sus ciclos reproductivos con presentación de ciclos anovulatorios sin formación de cuerpo lúteo, los que se repiten entre los siete a nueve días, luego se presentan estros silenciosos y cortos en los que el cuerpo lúteo tiene una vida media corta, seis o siete días (Cockrill, 1991).

Una vez establecida la ciclicidad propia de la especie, el ciclo sexual de la búfala dura en promedio unos veintidós días con una variabilidad de 58,6% de los casos de dieciocho a veinticinco días, en un 4,3% entre diez a doce días, y en un 36,9% superiores a los veinticinco días (Baruselli *et al.* 1993). Para otros autores la duración del ciclo es de 21,2 días con un rango de dieciocho a veintinueve días (Jacomini *et al.* 1989).

El ciclo se divide en tres fases: fase folicular, fase periovulatoria y fase luteal:

- *Fase folicular:* comienza con la luteólisis, y las concentraciones de progesterona en sangre decaen abruptamente a niveles menores a 1 ng/ml, consecuentemente, aumenta la frecuencia de los pulsos de LH y, en menor grado, la FSH (Schams, 1987). El desarrollo folicular se completa y se produce estradiol para iniciar el celo y la descarga preovulatoria de LH (Ireland *et al.* 1987).
- *Fase periovulatoria:* se producen el inicio del celo ovulación. Los niveles de estradiol aumentan hasta alcanzar niveles máximos el día previo al inicio del celo, lo que provoca el comportamiento propio del celo e induce la descarga preovulatoria de LH que causa la ovulación (Hurnik, 1987).
- *Fase luteal:* después de la ovulación se forma el CL y las concentraciones de progesterona comienzan a elevarse en los días tres o cuatro, alcanzan un pico entre los días ocho y doce (Fitz

*et al.* 1982) y luego disminuyen hasta concentraciones basales antes del próximo estro, como respuesta a la secreción uterina de PGF<sub>2α</sub> y en ausencia de un embrión viable en el útero.

El celo está dentro de la fase folicular y podríamos definirlo como el periodo comprendido entre la primera aceptación de monta hasta el primer rechazo. Los cambios en el balance hormonal de progesterona-estrógeno determinan cambios morfológicos asentados en el tracto reproductivo, y comportamentales diferentes del ganado bovino.

La frecuencia de los síntomas clínicos del celo es muy variada, dependiendo de la edad, la hora del día, la temperatura y humedad ambiente y estado nutricional. Vale *et al.* (1984) observó que un 84% de los animales manifestaban celo entre las diecisiete y siete hrs; el 10,6% entre las siete y doce hrs y el 5,3% entre las doce y diecisiete hrs. El rango de duración del celo es muy amplio habiéndose observado celos de cuatro hasta treinta horas, variando las medias según los distintos autores: veinte horas y media (Hafez.1954); cuarenta y ocho horas (Bhattacharya *et al.* 1988); treinta y seis horas (Rao *et al.* 1970); 19,20 horas (Kanai y Shimizu, 1983); 21,7 horas (Vale *et a.*, 1984); 13,16 hrs (Jacomini, 1989); y 14,78 hrs (Baruselli, 1992).

La ovulación se produce después de terminada la etapa de aceptación de monta. Este es el síntoma tomado en cuenta para determinar el momento de IA, este periodo tiene una variabilidad importante estudiada por varios autores estableciendo un promedio de 16,92 horas (cuatro a cuarenta y ocho) con un gran porcentaje (46,42%) que ovuló a las dieciocho horas, (Baruselli *et al.* 1992); anteriormente Rao *et al.* (1970) determinó un promedio de veinte horas (doce a veinticuatro); Kanai y Shimizu (1983) encontraron un promedio de 13,9 (seis a veintiuno); Vale (1994) 19,8 horas (nueve a treinta) y para Jacomini *et al.* (1989) fue de 22,33 horas (doce a treinta y seis).

## Gestación

El periodo de gestación varía dependiendo de la raza, para la raza Murrah es de alrededor de unos trescientos a unos trescientos seis días, en tanto para el Mediterráneo se prolonga hasta unos trescientos once a trescientos quince días y para la raza Jafarabadi llegaría a los trescientos treinta días (Cockrill, 1991).

## Puerperio

El puerperio, palabra que deriva del latín *puerperium*, significa sobreparto. Es un proceso fisiológico en la fase inmediata después del parto de modificaciones en el útero, al recuperarse de las transformaciones sufridas durante la gestación para prepararse para la próxima gestación. Se limitó la finalización del puerperio al primer estro postparto en el que se puede establecer una nueva gestación. Durante el puerperio fisiológico se identifican dos fases independientes simultáneas entre sí, que son la involución del la porción tubular del aparato genital y el reinicio de la actividad ovárica posparto.

Los trabajos de Vale *et al.* (1986), Devanathan *et al.* (1987) y Perera *et al.* (1987) han estudiado el tiempo necesario para una completa IU durante el postparto en búfalas. Según Vale *et al.* (1986), el periodo de gestación en la búfala siempre excede los trescientos días; sin embargo existe una gran variación de esta característica por esto influenciado por la raza, la estación del año, el clima, la alimentación y por la situación geográfica. La duración de la gestación en la búfala es de trescientos diez días, con un rango de trescientos a trescientos treinta días para el tipo de Agua y de trescientos veinte para el tipo de Pantano (Perera *et al.*, 1985). Debido a la longitud de la gestación, el periodo de servicio (parto/concepción) en la especie bubalina no debería sobrepasar los sesenta días, para obtener intervalos entre partos de doce meses. De hecho, bajo condiciones de explotación comercial

para lograr un intervalo entre partos de trece a catorce meses, la concepción debería ocurrir entre los ochenta y cinco a ciento quince dpp (El-Wishy, 2007). De esta forma, la IU es uno de los factores que debe ser controlado para la rápida normalización de la fertilidad durante el postparto. Además, puede ser influenciada por factores como el manejo, la sanidad (Vale *et al.*, 1986).

## **Datos productivos y de manejo de diferentes rodeos del nea argentino**

### **Manejo**

Con el uso del alambrado eléctrico se logra una mansedumbre que se prolonga a lo largo de toda la vida de los animales, lo cual facilita el aprendizaje para comer raciones con granos u otros concentrados porque es difícil suplementar animales adultos que nunca recibieron ración en comederos. Aprenden a confiar en el hombre que le da de comer y le enseña a conocer y respetar el alambrado eléctrico en su primera experiencia con el hombre marca al animal y tiene un valor determinante en la conducta de toda su vida. Los alambrados eléctricos son un auxiliar insustituible en el manejo de los búfalos, más aún que en los vacunos. Respetan más un hilo eléctrico en buen funcionamiento que un alambrado convencional.

### **Cría**

La ternera se desteta con un peso aproximado de doscientos kilos y llega al primer servicio dado a los veintidos o veinticuatro meses con alrededor de trescientos ochenta kilos. A los 2 años se empadran el 100% de las bubillas. La sanidad para este periodo consiste en una desparasitación con dosis doble para parásitos gastrointestinales al destete y luego cada noventa días con un antiparasitario del tipo lechoso. En los vacunos en esta etapa se hace la selección de las hembras que quedarán

para reposición; en el caso de las bubillas hay un mínimo rechazo por estar el rodeo en crecimiento. Se deben rechazar búfalas con defectos como subfertilidad y por algo muy importante, que hay que tratar de erradicar: el mal carácter; pues este defecto es altamente heredable. Facilita el manejo de los búfalos la concentración natural de los celos en otoño.

No se debe abusar de la rusticidad y capacidad de digerir celulosa; si se quiere alcanzar índices razonables se debe tener el rodeo con una condición corporal aceptable durante el año y con parición en buen estado para que puedan volver a preñarse enseguida, sin alargar los intervalos entre partos. Con búfalas en buena condición corporal (CC), se puede pensar en destetar terneros gordos para ser vendidos. Es importante no parar en bañados profundos o de difícil transitabilidad para los terneros. Se pueden dar mermas altas si las condiciones para el ternero son demasiado severas. Hay que recordar que la búfala entra en celo con un ternero muy pequeño al pie, y lo puede perder por ir tras el macho si el campo es difícil.

El ternero normalmente recibe en los primeros días una dosis de Ivermectina y luego, si hay oportunidad, se le hace una segunda desparasitación a los cuatro o cinco meses de edad. Al destete se le da una dosis doble para asegurar que no queden parásitos tipo *Ostertagia* inhibida.

El porcentaje de toros que se utiliza en los rodeos, está entre 2% y 3%. Los machos son muy agresivos entre sí y conviene tener toros jóvenes en lo posible, si son rodeos con muchos toros. Si en cambio tienen un solo toro no habrá problemas y se podrían conformar lotes de cincuenta hembras con cada macho. La vida útil del búfalo es indudablemente mayor que la del vacuno; pero a partir de cierta edad “boqueamos” las vacas para no tener animales de baja producción.

Crudeli *et al.* (2002) comenta que ha trabajado con animales de veintidós años de edad, de la zona centro de Formosa, de diez/siete estaban preñadas y con buen diente, dos fueron CUT (medio diente) y una refugada por bajo diente. Suplementando bubillos sobre pasturas se han tenido ganancias de peso sumamente importantes, constituyendo una opción altamente eficiente para producir proteínas en campos difíciles para otros planteos. La ganancia de peso de los búfalos resultó ser casi un 100% superior a la de los vacunos. Además los búfalos alcanzan la madurez y el peso para la faena a una edad más temprana, mejorando la calidad de la res.

### Índices reproductivos

Continuando con el análisis de datos de producción se agrega a continuación resultados reproductivos en seis rodeos correspondientes, uno al este de la provincia del Chaco y el resto en la provincia de Corrientes. En ellos se realizó la palpación rectal para determinar la preñez de los rodeos evaluados y posibles patologías de las hembras. En total, y a lo largo de tres años sucesivos, se trabajó con un total de 12.617 hembras. Los promedios de los diferentes años variaron entre 67% y 82%, con una media del 73%. Esto muestra un muy importante rendimiento, cuando comparados en la misma región con los bovinos, que sufren indudablemente los efectos de la marginalidad de la región, con resultados inferiores a los obtenidos por los búfalos.

En cuanto a la estacionalidad reproductiva, a pesar de no tener un servicio estacionado, las pariciones se estabilizan entre los meses de febrero a junio, con un pico entre marzo y abril. La escasa preñez fuera de esta época se da básicamente en vaquillas que en setiembre u octubre alcanzan un buen desarrollo y allí se pueden quedar preñadas. Estas mismas vaquillas a partir de su segundo parto se estacionalizan entre los meses de otoño, junto con el resto del rodeo.

En cuanto a la edad al primer servicio, se puede observar que en algunos años las hembras que llegan a los trescientos kilogramos. Con un año en el mes de marzo, algo relativamente común en nuestros rodeos, en un porcentaje cercano al 50% se preña cada temporada, lo que por un lado demuestra una excelente y rápida pubertad y desarrollo sexual.

En resumen el búfalo presenta en Argentina, un excelente rendimiento, tanto en el aspecto productivo, como reproductivo, sacando ventajas en nuestras condiciones de suelos y pasturas en relación con el bovino. Es una herramienta productiva importante para la ganadería de nuestra región y país, y con la ventaja de poder obtener una mejor rentabilidad de la empresa ganadera.

### Bibliografía

- Baruselli, P.S. (1992) *Atividade ovariana e comportamento reprodutivo no periodo pos-parto em búfalos (bubalus bubalis)*. Tesis de Maestría, Faculdade de Medicina Veterinaria e Zootecnia, Universidade de Sao Paulo, Brasil, p. 99-100.
- Baruselli, P.S.; Oliveira, J.F.S.; Mendes, M.L.M.; Jorge, A.M.; Fujii, T.; Palazzo, J.P.C. (1993) *Diagnóstico da bubalinocultura do Vale do Ribeira. Campinas*. Docum.Técnico CATI, v.94, 16p.
- Bhattacharya, N.K.; Nandy, D.K. (1988) *Present status of embryo transfer in buff.* World Buf. Cong. 2, New Delhi, p 598-602.
- Cockrill, W.R. (1991) *O Búfalo*. Ministerio de Agricultura y Reforma Agraria, Asociación Brasileira de Criadores de Bufalos. Brasília, Brasil, p5-50.
- Crudeli, G.A.; Maldonado Vargas, P.; Flores Barbaran, M.; Ragazzi, A.; Storani, C.; Romero, S.; Rivero, S.; Bogado, E. (1995) *Producción de Búfalos en el NEA, una Alternativa*. en: Actas del JOVECOR 8, Corrientes, Argentina. p. 17.
- Crudeli, G.A.; Maldonado Vargas, P.; Staringher, R.; Flores Barbaran, M.S. (1996) *Inseminación Artificial en Búfalos*. En: Actas de Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la UNNE. Resistencia, Chaco, 2: 4: 23.
- Crudeli, G.A.; Maldonado Vargas, P.; Flores Barbaran, S.M. (1997) *Reproduction of*

- buffaloes in the Northeastern of Argentine*, en: V Congreso Mundial de Búfalos, Caserta, Italia. p. 779-782.
- Crudeli, G.A.; Pellerano, G.S.; Maldonado Vargas, P. (2002) *Production and Reproduction Parameters in Buffaloes in Argentina*. The 1º Buffalo Symposium of Americas. Belém, Brasil, p. 323-333.
- Devanathan, TG.; Quayam, AS.; Pattabiraman, SR. (1987) *Ovarian activity and uterine involution during postpartum period in Murrah buffaloes*. Indian Vet J. 64:779-780.
- El-Wishy, AB. (2007) *The postpartum buffalo: I Endocrinological changes and uterine involution*. Anim Reprod Sci. 97:201-215.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (1999) *FAOSTAT, Agriculture data* (en línea). Disponible en: <http://apps.fao.org/cgi-bin/nphdb.pl?subset=agriculture/>
- Fitz, TA.; Mayan, MH.; Sawyer, HR.; Niswender, GD. (1982) *Characterization of two steroidogenic cell types in the ovine corpus luteum*. Biol Reprod 27: 703.
- Goswami, S.B.; Narain, P. (1962) *The effect of air temperature and relative humidity on some physiological indices of buffalo-bulls (Bubalus bubalis)*. Indian J. Vet. Sci., 32 (2). Pág 112-118.
- Hafez, E.S.E. (1954) *Oestrous and some related phenomena in the buffalo*. Journal Agricultural Sci. Cambridge, 44 (2) 165-172.
- Hurnik, JF. (1987) *Sexual behaviour of female domestic mammals*. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice 3: 423-461.
- Ireland, JJ.; Roche, JF. (1987) *Hypotheses regarding development of dominant follicles during a bovine estrous cycle*. In: Roche, JF; Follicular Growth and Ovulation Rate in Farm Animals. Dordrecht Martinus Nijhoff Publishers, 1-18.
- Jacomini, J.O. (1989) *Aspectos do ciclo estral e do comportamento sexual de búfalas (bubalus bubalis, var.bubalis)*. Tesis de Maestria, Escola de Veterinaria, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, pp 79.
- Kanai, Y; Shimizu, H. (1983) *Characteristics of the estrus cycle of the swamp búfalo under temperate conditions*. Theriogenology, Los Altos, 19 (4): 593-602.
- Misra, MS.; Sengupta, B.P.; Roy, A. (1963) *Physiological reactions of buffaloes –cows maintained in two different housing*. In J.Dairy Sci, 16 (4) 203.
- Nogueira, J.R.; Barbosa, C.; Mattos, J.C.A.; Campos, B.E.S.; Camargo, D.F.V. (1989) *Peso ao nascer e desenvolvimento ponderal de bubalinos da raça Mediterrâneo e Jafarabadi*. Boletim de Indústria Animal, v. 46, p.193-8.
- Perera, BMO.; Kuruwita, V.; De Silva, L. (1985) *Endocrinology of the postpartum period in buffaloes*. Proc I World buffalo Congress, El Cairo, Egypt. pp. 559-562.
- Perera, BMO.; De Silva, L.; Kuruwita, V.; Karunaratne, A. (1987) *Postpartum ovarian activity, uterine involution and fertility in indigenous buffaloes at a selected village 13 location in Sri-lanka*. Anim Reprod Sci. 14:114-127.
- Rao, A.V.N. (1970) *Oestrous in village herds of Indian water buffaloes*. Indian Veterinary Journal. Madras, 47 (11): 742-748.
- Schams, D. (1987) *Luteal peptides and intercellular communication*. J Reprod Fert (suppl) 34: 87-99.
- Shalash, M.R. (1994) *The Role of Physiology on the Adaptation of Buffalo to Various Conditions Under Different Environments*. In: Anales del IV Congreso Mundial de Criadores de Búfalos. Sao Paulo, SP. Brasil. 1:26-74.
- Singh, G.; Singh, G.B.; Sharma, S.S.; Sharma, R.D. (1984) *Studies on oestrous symptoms of buffalo heifers*. Theriogenology, v. 21, p 849-859.
- Vale, W.G.; Weitze, K.F.; Grunert, E. (1984) *Estrous behaviour and ovarian function in water buffalo cows (bubalus bubalis) under Amazon condition*. In: International congress of animal reproduction and artificial insemination. Urbana, University of Illinois, v 2, p 154.
- Vale, WG.; Ribeiro, HL.; Souza, J.; Ohashi, OM. (1986) *Involução uterina e atividade ovariana pós-parto em búfalos (bubalus bubalis)*. Rev Bras Reprod Anim. 10:187-192.
- Vale, W.G. 1994. *Reproductive management of water buffalo under Amazon conditions*. Buffalo Journal, vol 2 :85-90.
- Villares, J.B.; Ramos, A.A.; Rocha, G.P. 1979. *Eficiência reprodutiva de búfalos Jafarabadi nos Vales do Tietê e Ribeira, em São Paulo, Brasil*. Bubalinos, Campinas, v.1, p.253-76.
- Villares, J.B. 1994. *Social aspects of buffaloes breeding for social economics conditions progress of the mankind*. In: World buffalo congress, 4., São Paulo, Anais. v.1, p.190-5.
- Zicarelli, L. 1994. *Management in Different Environmental Conditions*. In: Anales del IV Congreso Mundial de Criadores de Búfalos. Sao Paulo, SP. Brasil. Vol. I :88-112.