

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a figure on horseback, a cross, and other heraldic symbols. The shield is surrounded by a circular border containing the Latin motto: "CONSPICUA CAROLINA ACQUIESCIT CETERAS OB BEATISSIMAM COACTEMALENSIS INTER".

**EFFECTO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO
UTILIZANDO DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES DE
PROGESTERONA, SOBRE LA TASA DE PREÑEZ EN BÚFALAS**

SERGIO JOSUÉ JOACHIN RAMOS

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**EFFECTO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO UTILIZANDO
DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES DE PROGESTERONA, SOBRE LA TASA
DE PREÑEZ EN BÚFALAS**

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD
DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

SERGIO JOSUÉ JOACHIN RAMOS

AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE

MÉDICO VETERINARIO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2008

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO	Lic. Zoot. Marco Vinicio de la Rosa Montepeque.
SECRETARIO	Med. Vet. Marco Vinicio García Urbina.
VOCAL I	Med. Vet. Yeri Edgardo Véliz Porras.
VOCAL II	Mag. Sc. Med. Vet. Fredy Rolando González Guerrero.
VOCAL III	Med. Vet. Mario Antonio Motta González.
VOCAL IV	Br. David Granados Dieseldorff.
VOCAL V	Br. Luis Guillermo Guerra Bone.

ASESORES

Mag. Sc. Med. Vet Fredy Rolando González Guerrero

Mag. Sc. Med. Vet. Juan José Prem González

Med. Vet. Alejandro Sierra Schulz

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

**EN CUMPLIMIENTO CON LO ESTABLECIDO POR LOS ESTATUTOS
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,
PRESENTO A CONSIDERACIÓN DE USTEDES EL TRABAJO DE TESIS
TITULADO:**

**EFFECTO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL A TIEMPO FIJO
UTILIZANDO DISPOSITIVOS INTRAVAGINALES DE
PROGESTERONA, SOBRE LA TASA DE PREÑEZ EN BÚFALAS**

**Que fuera aprobado por la Junta Directiva de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

Como requisito previo a optar el título profesional de

MÉDICO VETERINARIO

TESIS Y ACTO QUE DEDICO

- A DIOS** Todo poderoso, por ser fuente inagotable de sabiduría y fortaleza; guía inseparable de mi vida, por haberme permitido cumplir una de mis metas.
- A LA VIRGEN MARIA** Por interceder por mí ante nuestro señor y tenerme siempre bajo su manto de misericordia.
- A MIS PADRES**
Lic. Sergio Augusto Joachin López
Lic. Ana María Ramos Blanco
Gracias por el apoyo y sacrificio, que mi triunfo sea una mínima recompensa por su esfuerzo.
- A MIS HERMANOS**
Ing. Luis Fernando Joachin Ramos
Br. María José Joachin Ramos
Por haber compartido conmigo todos los sacrificios de mí triunfo.
- A MIS ABUELOS** Que sus consejos queden guardados en mi memoria.
- A MI FAMILIA** Por el cariño que me brindaron. En especial a mi tía Lidia Joachin López, por ser como una segunda madre para mí.
- A MIS ASESORES** Gracias por su ayuda y paciencia para elaborar este trabajo.
- A MIS AMIGOS** Alejandro Hun, Juan Carlos Echeverría, Juan Carlos Ochoa, Carlos Ramirez, Jorge Melgar, Daniel Lara, Miguel Angel Gomez, Luisa Fernanda Matta, Clelia Veras y a todos aquellos con los que he compartido buenos y malos momentos.
- A** Todas las personas e instituciones, que en una u otra forma, colaboraron en la realización del presente trabajo.
Muchas Gracias.

INDICE

I.	<u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II.	<u>HIPÓTESIS</u>	2
III.	<u>OBJETIVOS</u>	3
3.1	<u>Objetivo general</u>	3
3.2	<u>Objetivo específico</u>	3
IV.	<u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	4
4.1	<u>Generalidades del Búfalo de agua</u>	4
4.2	<u>Origen</u>	5
4.3	<u>Clasificación taxonómica</u>	6
4.4	<u>Tipos de Búfalo de agua</u>	6
4.4.1	<u>Búfalo de pantano</u>	7
4.4.2	<u>Búfalo de río</u>	7
4.5	<u>Principales razas de Búfalos de agua</u>	8
4.5.1	<u>Murrah</u>	8
4.5.2	<u>Jafarabadi</u>	9
4.5.3	<u>Nili ravi</u>	9
4.5.4	<u>Carabao</u>	9
4.5.5	<u>Mediterránea</u>	9
4.5.6	<u>Palitana</u>	10
4.5.7	<u>Bufalipso</u>	10
4.6	<u>Aspectos relevantes del Búfalo de agua</u>	10
4.6.1	<u>Adaptabilidad</u>	10

4.6.2	<u>Docilidad</u>	11
4.6.3	<u>Longevidad</u>	11
4.6.4	<u>Natalidad/Mortalidad</u>	11
4.6.5	<u>Nutrición</u>	11
4.6.6	<u>Sanidad</u>	12
4.7	<u>Producción del Búfalo de agua</u>	12
4.7.1	<u>Producción de carne</u>	13
4.7.2	<u>Producción láctea</u>	15
4.8	<u>Aspectos reproductivos</u>	16
4.8.1	<u>Gestación y parto</u>	17
4.8.2	<u>Puerperio</u>	17
4.8.3	<u>Ciclo estral en la Búfala</u>	18
4.8.4	<u>Estación reproductiva</u>	21
4.9	<u>Características de la producción de semen</u>	22
4.9.1	<u>Volumen</u>	22
4.9.2	<u>Concentración y dilución del semen</u>	22
4.10	<u>Sincronización del estro</u>	22
4.11	<u>Característica del método de sincronización</u>	23
4.11.1	<u>Progesterona</u>	23
4.11.2	<u>Factor liberador de gonadotrofina GnRh</u>	24
4.11.3	<u>Prostaglandina PGF2a</u>	24
V.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	25
5.1	<u>Descripción del área</u>	25
5.2	<u>Materiales</u>	25
5.2.1	<u>Recursos humanos</u>	25

5.2.2	<u>Recursos de campo</u>	25
5.2.3	<u>Recursos de tipo biológico</u>	26
5.3	<u>Centros de referencia</u>	27
5.4	<u>Métodos</u>	27
5.4.1	<u>Selección de los animales</u>	27
5.4.2	<u>Suplemento con finalidad reproductiva</u>	28
5.4.3	<u>Sincronización de la ovulación:</u>	28
5.4.4	<u>Diagnóstico de gestación</u>	28
5.4.5	<u>Análisis estadístico</u>	28
VI.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	31
VII.	<u>CONCLUSIONES</u>	33
VIII.	<u>RECOMENDACIONES</u>	34
IX.	<u>RESUMEN</u>	35
X.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	36
XI.	<u>ANEXOS</u>	38
11.1	<u>Tabla 1. Condición corporal y tasa de preñez de búfalas IATF, en el Municipio de Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz. Agosto 2008.</u>	39
11.2	<u>Tabla 2. Tasa de Preñez en Búfalas utilizando dispositivo intravaginal de Progesterona en la inseminación a tiempo fijo, en el Municipio de Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz Agosto 2008.</u>	39
11.3	<u>Tabla 3. Presencia de mucus y tasa de concepción de búfalas IATF, en el Municipio de Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz. Agosto 2008.</u>	40
11.4	<u>Grafica 1. Condición corporal y tasa de preñez de búfalas IATF, en el Municipio de Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz. Agosto 2008</u>	40
11.5	<u>Grafica 2. Tasa de Preñez en Búfalas utilizando dispositivo intravaginal de Progesterona en la IATF, en el Municipio de Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz. Agosto 2008.</u>	41

11.6 Grafica 3. Presencia de mucus y tasa de concepción de búfalas IATF, en el Municipio de Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz. Agosto 2008..... 41

I. INTRODUCCIÓN

La sincronización de la ovulación es la técnica que se utiliza aplicando hormonas que pueden ser estimulantes de la liberación de otras hormonas implicadas directamente en el proceso de la ovulación, o que pueden actuar reemplazando las hormonas que actúan en dicho proceso. La aplicación de esta técnica permite realizar la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) sin la necesidad de observar los celos, lo cual sirve como herramienta a los criadores en la optimización del uso de biotecnologías reproductivas.

Algunos investigadores manifiestan dificultad en la detección del celo en búfalas dado que estas no presentan conductas bien manifiestas durante el celo que contribuyan a identificar esta fase del ciclo estral (17, 19). Esta situación dificulta la implementación de programas de Inseminación artificial a la detección de celo como herramienta para el mejoramiento genético de la especie, por lo que de preferencia se utilizan métodos IATF.

En la actualidad existen varios protocolos que permiten realizar la sincronización de la ovulación a fin de usar Inseminación artificial a tiempo fijo (IATF). Los bovinos han respondido con gran éxito al protocolo de sincronización lográndose buenas tasas de concepción (17,19). No obstante, en las búfalas existen pocos estudios locales, por tal motivo con este estudio se pretende contribuir con un método para el manejo reproductivo de esta especie en Guatemala.

II. HIPÓTESIS

“Utilizando el método de inseminación artificial a tiempo fijo con el dispositivo intravaginal de progesterona se va a lograr un porcentaje de preñez mayor al 50%.”

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Contribuir con un método para el manejo reproductivo en la búfala de agua (*Bubalus bubalis*) en Guatemala.

3.2 Objetivo específico

- Evaluar la efectividad del dispositivo intravaginal de progesterona en la sincronización de ovulación en búfalos de agua (*bubalus bubalis*) medido por el porcentaje de preñez.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Generalidades del Búfalo de agua

Bubalus bubalis, más conocido como búfalo, es un mamífero artiodáctilo, de la familia de los bovidos, originario de Asia. Muy robusto, de color gris oscuro, semiacuático, con una pequeña giba dorsal y de gran cornamenta. Es un animal de fuerte contextura ósea con un cuerpo abarilado profundo y bajo, con extremidades cortas, los huesos de la cabeza son esponjosos y livianos lo que les permite flotar fácilmente en el agua, sus pezuñas anchas le permiten pisar sin hundirse en terrenos pantanosos, está dotado de cuernos macizos curvados hacia atrás y echados hacia fuera; gran parte del cuerpo está desprovisto de pelo y tiene un aspecto brillante y lustroso, además no tiene glándulas sudoríparas en la piel, factor que le hace buscar con más intensidad el agua para disipar el calor corporal (18,19).

En general, el búfalo es muy poco conocido a nivel mundial, representando un 20% de la población de bovinos. Existen muchas interrogantes y mitos con respecto a este animal. Entre los mitos acerca del búfalo están el que daña los potreros, rompe las cercas, su carne es dura y no se vende, que es muy agresivo. En la práctica, se ha podido observar que es todo lo contrario y se evidencia que lo que ha ocurrido es un problema de manejo. La mayoría de los búfalos son dóciles, con excepción del búfalo Egipcio que es temperamental (15).

Los búfalos de agua se encuentran entre los animales de mayor producción de las zonas tropicales cálidas y húmedas, y de las zonas subtropicales. Esta especie, llamada *Bubalus bubalis*, posee algunas características morfológicas y físicas que facilitan una mayor adaptación a condiciones más variables que el ganado bovino del género *Bos*. Los pigmentos de melanina de la piel retienen la radiación ultravioleta, tan abundante en los trópicos, protegiendo así al animal de sus efectos perniciosos. Las glándulas sebáceas de la piel del búfalo están más desarrolladas y son más activas que las de los bovinos. Estas glándulas segregan

sustancia grasa, *sebum*, que cubre la superficie de la piel con una capa sebácea que la hace resbaladiza al agua y al fango donde los animales pasan una parte considerable del día. Con tales propiedades de adaptación, los búfalos han adquirido características reproductivas y productivas totalmente de acuerdo con el modelo cíclico de clima y vegetación de esas zonas cálidas. Los dos tipos de búfalos (de pantano y de río), tienen una diferente capacidad de producción lechera, siendo la del segundo de dos a cuatro veces superior a la del primero, debido a que los búfalos de pantano se utilizan generalmente como animales de tiro (18,13).

4.2 Origen

El búfalo doméstico es originario del continente asiático, por ello también se le conoce como búfalo asiático. En excavaciones arqueológicas realizadas en la India, se obtuvieron evidencias que demuestran que en ese país se le conoce al búfalo desde 60.000 años antes de Cristo. Estimándose que fue domesticado 3.000 años antes de Cristo en el Valle de Indus (en India), en la región del Ur (actual Irak) y en China. Fue introducido en Europa por los cruzados y en la actualidad existen importantes rebaños en Italia y Bulgaria. Recientemente se ha introducido en Sur y Centro América. China y la India dependen fuertemente del búfalo de agua por su carne, leche y su utilización para el trabajo (13, 14,18).

La población mundial de búfalo se encontraba concentrada en Asia durante los últimos 10 años (alrededor del 95%). En algunos países asiáticos, la grasa de búfalos es la mayor fuente de aceite para cocinar. En los Estados Unidos se está creando un mercado para queso mozzarella y carne baja en colesterol. También se están desarrollando mercados para productos de cuero de búfalos y cuernos para decoración (15).

Su introducción al continente americano fue especialmente en el área del Caribe y data de 1900 cuando arribaron a Trinidad y Tobago, con el propósito de utilizarlos como animales de tiro en las plantaciones azucareras, de donde Guatemala los importó en los años 80. También se sabe que ha habido importaciones privadas, cuya procedencia es de Venezuela y Brasil (15).

4.3 Clasificación taxonómica

Reino:	Animalia
Subreino:	Bilateria
Infrareino:	Chordonia
Phylum:	Chordata
Subphylum:	Vertebrata
Superclase:	Tetrapoda
Clase:	Mammalia
Subclase:	Theriiformes
Infraclasse:	Holotheria
Superorden:	Preptotheria
Orden:	Ungulata
Suborden:	Ruminantia
Superfamilia:	Bovoidea
Familia:	Bovidae
Subfamilia:	Bovinae
Tribu:	Bovini
Genero:	Bubalus
Especie:	Bubalis
Nombre Científico:	Bubalus bubalis

Fuente: Taxonomy online (7).

4.4 Tipos de Búfalo de agua

La especie *Bubalus bubalis* es dividida en dos grupos principales el *Bubalus bubalis bubalis* conocido como “Búfalo de río o Búfalo lechero” con 50 pares de cromosomas que comprende un gran número de razas de la India, Paquistán y algunos países Europeos; y el *Bubalus bubalis* var. *karebau* denominado “Búfalo de pantano o Carabao” con 48 pares de cromosomas con gran potencial para la producción de carne y un satisfactorio rendimiento lechero (3).

4.4.1 Búfalo de pantano

Sólo se conoce una raza de este grupo. El Carabao, raza de origen australiano, es generalmente de color marrón claro o gris con manchas blancas. Sus cuernos son poco curvos, puntiagudos y tirados hacia atrás. Son mayormente utilizados para la producción de carne (15).

4.4.2 Búfalo de río

Existen 18 razas de búfalos bien definidas, agrupadas en cinco grupos:

GRUPOS	RAZAS
Murrah	Murrah, Nili-Ravi, Kundi
Guiarah	Jafarabadi, Surti, Meshana
Uttar-Pradesh	Bhadawari, Tarai
India Central	Nagpuri, Pandharpuri, Manda, Jarangi, Kalahandi, Sambalpur
India-Meridional	Toda, Surkanara

Fuente Grupo El Chao (Búfalos) (15).

Las razas de Búfalos de río son utilizadas para producción de carne y leche, de las cuales 16 (Murrah, Nili-Ravi, Kundi, Surti, Meshana, Jafarabadi, Nagpuri, Pandharpuri, Manda, Jerangi, Kalahandi, Sambalpur, Bhadawari, Tharai, Toda y Surkanara) se definen como tales en el sub-continente indo-pakistaní, constituyendo el 20 % de la población bufalina de esta región. El 80 % restante constituyen el llamado "Desi" o búfalo cruza, indefinido (20).

La última raza es la Mediterráneo, de origen índico, que se definió como tal en la cuenca del Mediterráneo, principalmente al sur de Europa. Fue llevada a Europa (Italia, Bulgaria, Hungría y Turquía) hace más de veinte siglos. Siendo seleccionada por su producción lechera y es

considerada actualmente como raza de patrimonio italiano (20).

Algunos sugieren además, que debería considerarse como raza a la Buffalypso o Trinitaria, la cual se ha formado en las islas de Trinidad y Tobago a partir del cruce de cuatro razas indicas (Murrah, Surti, Jafarabadi, Nili). Este tipo racial, fue seleccionado para la producción de carne pero actualmente existen algunos linajes productores de leche (20).

4.5 Principales razas de Búfalos de agua

4.5.1 Murrah

Esta raza originaria de la India se caracteriza por su cuerpo grande y macizo, piel negra con pelos en la región torácica. El dorso es elevado hacia la cruz y ligeramente curvo, de pecho ancho y profundo. Las ancas son amplias y largas y tienen una ubre bien conformada proporcionalmente grande, con cuartos simétricamente dispuestos. Los pezones son cilíndricos, grandes y alargados, apropiados para el ordeño mecánico. La cola es larga y posee un anillo blanco en la borla. Los cuernos son cortos, pequeños y delgados enroscados hacia atrás. Los cruzamientos estratégicos en los búfalos han incrementado la producción de leche hasta un 38% y la grasa al 33%. La raza Murrah es resistente a enfermedades infecto-contagiosas. El Murrah es considerado como el búfalo más lechero y precoz. En Bulgaria, durante el período comprendido entre 1962 a 1977, las búfalas Murrah tuvieron una producción promedio de 2.010 litros de leche con 8,02% de grasa en tres o más lactancias. La duración de la lactancia es de 270 a 306 días (3).

El aumento de peso promedio diario es de 620 gms desde el nacimiento hasta los 24 meses de edad. Las hembras pueden comenzar la monta entre los 18 y 22 meses de edad. El peso vivo de un macho adulto fluctúa entre 600 y 800 Kg, pudiendo alcanzar hasta 1.000 Kg. Las hembras fluctúan entre 470 a 700 Kg, pudiendo alcanzar 900 Kg (3).

4.5.2 Jafarabadi

Esta raza se caracteriza por tener un cuerpo largo y grande (menos compacto que el Murrah), de piel negra y cabeza grande. Los cuernos son gruesos y están inclinados hacia abajo y luego hacia arriba. El dorso es elevado hacia la cruz y ligeramente curvo. El anca es grande, larga y recta. La ubre esta bien conformada, con cuartos simétricamente dispuestos. Los pezones son cilíndricos, y bien moldeados. La producción de leche fluctúa entre 1.800 y 2.700 litros por lactancia con una grasa entre 8% a 10%. El peso vivo de un macho adulto fluctúa entre 700 y 800 Kg, pudiendo alcanzar hasta 1.500 Kg Las hembras fluctúan entre 600 a 780 Kg, pudiendo alcanzar 1100 Kg (3).

4.5.3 Nili ravi

Ubicada principalmente en Pakistán y en menor escala en la India. Su piel es negra, aunque hay una proporción entre el 10% y el 15% que presenta coloración marrón oscura. Los ojos son grandes y blancos, con iris azul. El testuz, la borla y los ollares son blancos. Los cuernos son enroscados como los del Murrah. El cuerpo es redondo y compacto, un poco corto y con el dorso ligeramente curvo. El pecho es ancho y profundo con la cabeza alargada. La ubre presenta un buen desarrollo y la producción en un período de lactancia promedio de 326 días está entre 1.800 y 2.700 litros. El peso vivo de un macho adulto es de 760 Kg, y las hembras fluctúan entre 600 a 650 Kg (3).

4.5.4 Carabao

Es una raza que se utiliza más para la producción de carne que de leche. Es de temperamento nervioso y difícil de amansar. Esta raza presenta un color marrón grisáceo con manchas blancas en determinadas partes del cuerpo. Los cuernos son más largos y se dirigen hacia ambos lados y un poco hacia atrás, de extremos afilados (3).

4.5.5 Mediterránea

Esta raza presenta una cabeza proporcionalmente grande y convexa, con cuernos medianos (tamaño intermedio entre Murrah y Jafarabadi), son de sección triangular, gruesa y fuerte, curva y volteada hacia arriba por encima del nivel de la cabeza (3).

4.5.6 Palitana

Es el grupo o estirpe más grande del Brasil. Los machos llegan a pesar 1400 kg. Y las hembras 1000 kg. Con una conformación menos compacta que las otras estirpes del Brasil. Es el ejemplar más exigente en cuanto a nutrición. Tiene una cabeza grande, con una frente muy convexa de corte rectilíneo y cuernos de tamaño medio, grueso y fuertes, que crecen hacia abajo y hacia atrás y que tienen una curvatura cerrada en dirección ascendente. En la base de los cuernos hay una reserva de grasa, que desaparece a medida que el animal va envejeciendo (21).

4.5.7 Bufalipso

Es una raza reconocida recientemente que se ha formado en Trinidad y Tobago a partir del cruce de los búfalos Jafarabadi, Murrah, Nagpuri, Nili-Ravi y Surti. Su producción de leche es discreta, 588 kg. de leche en 139 días de lactancia 5.2% de grasa. Se caracteriza por ser una raza muy resistente y con excelente comportamiento reproductivo en la isla de Cuba. Esta raza es una de las más difundidas en Centro América; se aprecia mucho su gran resistencia, y producción de leche basándose en pastos naturales y mejorados. En algunos países donde se ha realizado selección genética sobre la base de su productividad, se encuentran ejemplares capaces de producir de 12 – 14 litros a partir de pastos y algún suplemento nutricional (10).

4.6 Aspectos relevantes del Búfalo de agua

4.6.1 Adaptabilidad

El búfalo tiene una amplia capacidad de adaptación. Este animal se puede adaptar desde los pantanos amazónicos hasta Rusia y desde Australia hasta las cumbres nevadas de Nepal. Esta es una de las razones por la cual la población de búfalos se incrementa cada día más, aunada a lo prolífero del animal y su rápida aceptación en el mundo ganadero (19).

4.6.2 Docilidad

El búfalo es mucho más dócil que el vacuno. En Venezuela, con la experiencia obtenida, el búfalo se amansa más rápidamente al ordeño que el vacuno; se dan casos en los cuales búfalas de primer parto se ordeñan sin ningún tipo de problemas, se adaptan al ordeño automático más rápidamente que los vacunos. Rara vez una búfala recién parida ataca a los humanos y, la que lo hace, enseguida se le pasa la agresividad. Esto contradice otro de los mitos acerca del búfalo por la confusión que se tiene con el búfalo americano, que no es un búfalo sino un bisonte, y del búfalo africano que no es domesticable (13).

4.6.3 Longevidad

La longevidad del búfalo es tres o cuatro veces mayor que el vacuno; puede durar entre 20 o 30 años promedio con una vida útil reproductiva entre 18 y 20 años, cuando el vacuno rara vez llega a los 12 años y su productividad se queda entre los 6 y los 10 años (13).

4.6.4 Natalidad/Mortalidad

Natalidad:

El búfalo tiene una natalidad entre el 82% y el 90%, cuando el vacuno no llega al 60% (13).

Mortalidad:

El búfalo, es mucho más resistente a las enfermedades que el vacuno; su constitución física general y tipo de cuero más grueso y resistente lo protege más que al vacuno. Su índice de mortalidad es muy bajo: del 2% al 4% (13).

4.6.5 Nutrición

El búfalo es un animal que se adapta a todos los tipos de terrenos, desde zonas anegables hasta zonas con los mejores pastos. El búfalo consume cualquier variedad de pastos y ramonea más que el vacuno. Inclusive pueden comer debajo del agua (15).

En animales en producción se sugiere complementar la dieta de una forma estratégica adecuada a la zona en donde se está produciendo. Es importante proveerles un suplemento mineral (15).

4.6.6 Sanidad

Los búfalos necesitan menos medicamentos en comparación con el vacuno. El plan sanitario preventivo es similar al del ganado vacuno. A los búfalos no se infestan de garrapatas, es por eso que no se utilizan baños para controlar este parásito. Por esa razón, el búfalo no contrae las enfermedades transmitidas por este parásito. Si se recomiendan baños para los piojos (15).

Los búfalos se caracterizan por presentar partos fáciles y rápidos y se recuperan muy fácilmente, reduciéndose así los medicamentos utilizados normalmente en las etapas de pre y post parto (15).

4.7 Producción del Búfalo de agua

Los búfalos de agua constituyen una de las especies con mayor potencial a explotar, con aceptable comportamiento productivo en países tropicales y subtropicales, siendo capaces de producir carne y leche en condiciones donde el bovino puede escasamente sobrevivir, debido a las cualidades que posee de ser poco exigentes en el nivel cualitativo de su ración (4,9).

El Búfalo es un recurso genético subutilizado (en la India el 70% de la producción láctea es de búfala, y en Filipinas el 77% de la energía de trabajo para cultivo). El desconocimiento del medio donde se desenvuelve es decir sus interacciones agua, suelo, planta, animal influye en forma negativa que bien se pudiera expresar en el búfalo como un animal que beneficiaría también al consumidor final de los productos (carne, leche) y en la conservación de los recursos naturales (suelo), tracción animal vs. Maquinaria agrícola (4).

El Búfalo es un bovino multipropósito capaz de adaptarse a gran diversidad de ambientes y transformar plantas de bajo valor nutritivo en carne y leche de primera calidad. Además representa alta rentabilidad económica sobre todo en ambientes desfavorables donde ni siquiera un bovino criollo o un *Bos indicus* rústico sobreviviría (4,9,16).

Los sistemas cría-leche-trabajo, en áreas tropicales y subtropicales los búfalos tienen gran importancia a nivel de Egipto, India Pakistán, siendo este último país el mayor productor de leche bufalina. Aportando el 60% del total de leche producida. En el área de la tracción animal los búfalos del Lejano Oriente aportan el 30% del total, los equinos el 12% y los bueyes el 12%. Es innegable que manejar líneas productivas señalaría un incremento en la producción por línea. Más notorio que un incremento en la producción de las tres líneas. Sin embargo las aparentes bondades de la especialización implicarían mayores costos, de otro lado el recurso genético animal sería aprovechado fraccionadamente, situación que no es favorable para las condiciones de los países tropicales y subtropicales, en el caso de ganadería bovina la tendencia de producción es el doble propósito (4).

4.7.1 Producción de carne

Una de las características más sobresalientes del búfalo es su elevado desempeño con relación a la producción de carne siendo una excelente alternativa para producir y comercializar carne magra, suave, de buen sabor no distinguiéndose de la de vacuno y con bajo contenido de colesterol, sin embargo, las carcasas de los búfalos son más cortas que los bovinos. La carne de búfalo es de buena calidad, siendo ligeramente más oscura que la del bovino. Posee más grasa intramuscular y mayor porcentaje de fibra que la carne bovina (4,9).

El índice de aminoácidos esenciales en la carne de Búfalo es mayor que en la carne de vacuno lo que hace que sea de mayor valor nutritivo. También el contenido de hierro es mayor. El contenido de colesterol y grasa es bajo, lo que la hace cada vez más popular en los países occidentales como Estados Unidos y Canadá (4,9).

La carne de búfalo contiene el 40% menos colesterol que la de vacuno así como más contenido de proteínas (11% más). La grasa tanto interna como externa es de color blanco; referente al color de la carne resulta ser un rosa pálido en animales de dos años acentuándose un rojo oscuro en animales de cuatro años para arriba (4,16).

Dentro de las características organolépticas de la carne de búfalo cabe destacar: Un pH de 5.7, humedad 75 %, proteína 19 % y cenizas 1%. En Pakistán y en Egipto los búfalos alcanzan en pastoreo 450 Kg. a los veinticuatro meses de edad, 425 Kg. en Italia, 480 Kg. en Trinidad. En Colombia, en el Magdalena Medio, 520 Kg.; en Casanare, consumiendo forrajes naturales (Guaratara y gramas) y sal mineralizada a voluntad se han encontrado valores de 410 Kg. a los veinte meses de edad. En los países Mediterráneos tiene gran demanda la carne de los búfalos jóvenes criados en confinamiento como ternero, obteniendo fácilmente 300 Kg de peso vivo al año de edad con una carne de primera calidad (4, 16).

COMPONENTES	CARNE BÚFALO	CARNE BOVINO
Calorías, (Kcal./100 g)	93,40	289,00
Proteínas (N x 6,25)	21,79	24,07
Total de Lípidos, (g/100 g)	0,25	20,69
Ácidos Grasos:		
- Saturados, total, g	0,60	8,13
- Insaturados, total, g	0,53	9,06
- Poli insaturados, total, g	0,36	0,77
- Colesterol, mg	61,00	90,00
Minerales:		
- Suma total en mg: magnesio, calcio, hierro, , potasio, sodio, Zinc, Cobalto, Manganeso	641,80	583,70
Vitaminas:		
- Suma total en mg: Ácido	20,95	18,52

Ascórbico, Tiamina, Riboflavina Nacina, Ácido Pantotênico - Vitamina B6, Acido Fólico Vitamina B12	
Agua (%)	76,00
Materia Seca (%)	39,50
Fuente: Asociación Colombiana de Criadores de Búfalos (4).	

Composición de la media canal:

Carne	61.25	%
Grasa	17.60	%
Hueso	20.89	%
Merma	0.26	%

Fuente: Asociación Colombiana de Criadores de Búfalos (4).

4.7.2 Producción láctea

La leche es una de las alternativas que brinda la especie bufalina y que la hace superior a la bovina por su composición fisicoquímica y organoléptica muy propias. A pesar de tener mayor contenido de sólidos grasos, los contenidos de fosfolípidos y de colesterol de la leche de búfala son más bajos que los de vaca. Más del 5 % de la leche mundial es producida por las búfalas. Su composición hace que sea preferida en la industria láctea, porque influye favorablemente en la textura de los derivados de leche. Debido a la alta calidad de la leche, los derivados lácteos de búfalo se han posicionado en el mercado colombiano (4,8).

La leche de Búfalas dado sus características peculiares es materia prima ideal para la elaboración de diversos tipos de queso, en particular, el tradicional mozzarella, un tipo de queso fresco originario de Italia en el siglo XVI, producido exclusivamente con leche de Búfalas, es la única leche que sirve para hacer el verdadero queso mozzarella (4).

La leche de búfala contiene mejores cantidades en todos sus constituyentes que la leche de vaca, tiene hasta 1,3% más proteína que la de cualquier raza vacuna; contiene 3,6% más grasa, con 19% menos colesterol. Esto favorece la producción de derivados lácteos. Además, proporciona

mayores niveles de minerales y vitaminas que las otras leches (4,8).

Su riqueza en materia grasa y materia proteica es la causa fundamental por la cual en algunos países esta leche sea preferida a la de vaca y además porque estos constituyentes influyen favorablemente en la textura y la consistencia de derivados lácteos obtenidos de ella. Su alto contenido energético puede ser superior a 90 Kcal / 100 grs. vs. 60 - 70 Kcal / 100 grs. de la leche de vaca. También influyen en su alto valor energético el mayor tamaño de los glóbulos de grasa (4,16).

COMPONENTES	BÚFAL A	BOVIN A
Proteínas	4,00%	3,50%
Lípidos	8,00%	3,50%
Lactosa	4,90%	4,70%
Agua	82,00%	87,80%
Colesterol Total	214mg%	319mg%

Referencia: Asociación Colombiana de Criadores de Búfalos (4).

4.8 Aspectos reproductivos

La fisiología reproductiva del búfalo es muy similar a la de la vaca. Por ello, sus diferentes rendimientos reproductivos se deben a menudo a diferencias en los métodos de manejo y explotación. La presencia de una cría lactante y las deficiencias nutritivas constituyen factores limitantes importantes de la eficacia reproductiva (12,20).

Los órganos reproductivos de los búfalos son de menor tamaño, pero muy similares a los de las vacas. En condiciones de campo, el celo se presenta por primera vez a una edad de 24 a 36 meses. En animales bien alimentados se pueden alcanzar la pubertad antes de los diecisiete meses, la edad promedio del primer parto oscila por ello entre 3 y 4 años. El comportamiento del celo en la búfala es de menor intensidad que en la vaca (2,20).

4.8.1 Gestación y parto

La duración de la gestación del búfalo es mayor que en las vacas y se encuentra entre 310 y 330 días. El búfalo Murrah tiende a tener una gestación mas corta (315 días) que el de los pantanos (330 días) (22).

La duración de la gestación en el caso del búfalo de rio va de 305 a 320 y de 320 a 340 en el búfalo de pantano. Una hembra de pantano que gesta un feto producto de un cruce con un búfalo de rio tiene una gestación intermedia (315 a 325 días) (16).

Durante toda la gestación se mantiene el cuerpo lúteo pero no se ha identificado su papel en la preñez. Los valores de progesterona en el plasma permanecen elevados en la preñez pero disminuyen las cifras basales en el día del parto. El estro suele suspenderse pero algunos animales preñados muestran uno o más periodos de estros anovulatorios (16).

La placenta epiteliocorial del búfalo es de tipo cotiledonario. Las carúnculas convexas maternas se fusionan con los cotiledones fetales y forman placentomas que se distribuyen a lo largo de los cuernos uterinos grávidos y no grávidos (16).

Los signos de que se acerca el parto, el proceso de nacimiento y la duración de las diversas etapas del trabajo de parto son similares al del ganado bovino, la primera etapa del trabajo de parto dura de 1 a 2 horas y es más prolongada en primíparas que en multíparas. Durante la segunda etapa del trabajo de parto, que dura de 30 a 60 minutos, las fuertes contracciones abdominales provocan la ruptura del amnios y la expulsión del feto en presentación anterior, con los miembros que salen extendidos. Las membranas fetales se expulsan a las cuatro o cinco horas siguientes a la expulsión del feto. Los partos gemelares son raros y su ocurrencia no llega a uno por cada mil nacimientos (19).

4.8.2 Puerperio

La involución uterina se completa a los 28 días en el caso de las búfalas de agua que están amamantando en comparación con los 45 días que

requieren las búfalas de río que son ordeñadas. Varios factores influyen en la velocidad de involución uterina post parto en la hembra de búfalo. La involución ocurre más rápido en partos normales que en partos anormales. Se observa que ocurre de manera más precoz en bajas productoras que en altas productoras de leche. No se ha establecido el momento óptimo de realizar la monta natural o inseminación artificial en relación con la involución uterina (16).

4.8.3 Ciclo estral en la Búfala

Un ovario tendrá un folículo grande, tal vez de 15 a 20 mm de diámetro. Este folículo contiene un ovulo maduro, listo para ovular. Las células dentro del folículo están produciendo la hormona estrógeno. El estrógeno es transportado por la sangre a todas partes del cuerpo, causando que otros órganos reaccionen de distintas maneras. Hace que el útero sea más sensible a estímulos, y ayuda en el transporte de espermatozoides después de la inseminación. Hace que la cervix secrete un moco viscoso que fluye y lubrica la vagina. El estrógeno también es responsable de los síntomas externos del celo (17).

En el día 1 el folículo se rompe, u ovula, permitiendo la salida del óvulo al Infundíbulo que lo espera. La producción de estrógenos cesa varias horas antes de la ovulación, causando que no muestre más síntomas de celo. Después de la ovulación, un nuevo tipo de células, llamadas células lúteicas, crecen en el sitio donde estuvo el folículo. Durante los próximos cinco o seis días, estas células crecen rápidamente para formar el cuerpo lúteo (CL). El cuerpo lúteo produce otra hormona, la progesterona. La progesterona prepara al útero para la gestación. Bajo la influencia de la progesterona, el útero produce una sustancia nutritiva para el embrión llamada leche uterina. Al mismo tiempo, la progesterona causa que se forme un tapón mucoso en la cervix, el cual evita que entren bacterias o virus al útero. La progesterona también evita que el animal vuelva al celo al inhibir la liberación de gonadotropinas de la glándula pituitaria en el cerebro. Existen dos gonadotropinas que la glándula pituitaria produce, almacena y libera. La primera es la hormona folículo estimulante (FSH). Tal como su nombre lo indica, esta hormona estimula el rápido crecimiento de folículos pequeños. La hormona luteinizante (LH) es la segunda hormona gonadotrópica. El efecto de

la secreción de LH sobre la granulosa consiste en permitir el inicio del proceso de luteinización, el cual transforma las células para que cambien su secreción de estrógenos por progesterona. Otra función de la liberación secretora intensa preovulatoria de LH es la de causar que la granulosa produzca sustancias como la relaxina y la prostaglandina F^{2a} (PGF^{2a}), las cuales afectan las capas tecales del folículo. Además ayuda a la producción de progesterona por el CL la LH mantiene al CL en animales no preñados y preñados debido a un patrón relativamente lento en cuanto a su liberación también puede estimular la producción de estrógeno por los folículos grandes. Altos niveles de estrógeno pueden traer al animal de regreso al celo, y complicar la vida del embrión si esta estuviera gestante. Otras funciones del estrógeno en el folículo es estimular el crecimiento y desarrollo de la granulosa, y proporcionar la señal al hipotálamo y a la pituitaria anterior con el fin de informar sobre la madurez del folículo para la ovulación. Por lo tanto, la regulación que ejerce la progesterona sobre la producción de FSH y LH es un aspecto crítico sobre el mantenimiento de la preñez (11,15).

Por otra parte, si el animal no había sido inseminado es deseable que vuelva al celo. Los días 16 a 18 del ciclo estral se conocen como " el periodo de reconocimiento materno," Durante este periodo, el útero busca la presencia de un embrión en crecimiento. Si no se detectara un embrión, el útero inicia la producción de otra hormona, la prostaglandina. Esta hormona destruye el cuerpo lúteo. Cuando se destruye el CL, cesa la producción de progesterona y la glándula pituitaria empieza a aumentar la secreción de gonadotropinas. Altos niveles de LH estimulan al folículo dominante a producir estrógeno y traer al animal de regreso al celo. Con esto se completa un ciclo estral. La periodicidad promedio es de 21 días +/- 3. El ciclo estral es subdividido en dos fases, dependiendo de la hormona dominante, o en la estructura ovárica presente en cada fase. La fase lútea empieza con la formación del CL, 5 o 6 días después del celo, y termina cuando esta entra en regresión a los 17 o 19 días del ciclo. Durante esta fase, los niveles de progesterona son altos y los de estrógeno son bajos (17).

La otra fase es la folicular. Esta fase inicia cuando el CL de un ciclo entra en regresión y termina cuando se forma el CL del ciclo siguiente. Por lo tanto, la fase folicular abarca el período de la presentación de celo. Durante esta fase los niveles de estrógeno son altos y los de progesterona son bajos. Tal como

hemos mencionado anteriormente, pueden haber folículos en los ovarios en cualquier momento del ciclo estral. Usando tecnología de ultrasonido, las investigaciones han detectado que la aparición de folículos sobre los ovarios ocurre en "olas." En un ciclo estral normal de 21 días, un animal puede experimentar 2 o 3 olas de crecimiento folicular. El inicio de cada ola se caracteriza por un pequeño incremento de FSH, seguido por el rápido crecimiento de varios folículos. De esta ola folicular, un folículo tiene mayor recepción de FSH por lo que le permite aumentar de tamaño. Este folículo "Dominante" tiene la habilidad de restringir el crecimiento de todos los otros folículos en los ovarios. Los folículos dominantes solo duran de 3 a 6 días, que es cuando entran en regresión, u ovulan. En consecuencia, la desaparición del folículo dominante coincide con la formación de la siguiente ola, del cual saldrá otro folículo dominante (17).

Aunque sea normal tener crecimiento folicular durante todo el ciclo estral, los bajos niveles de LH durante la fase lútea, evitan que estos folículos produzcan altos niveles de estrógeno, lo cual traería al animal de regreso al celo. Solamente el folículo dominante presente al momento de la regresión del CL, cuando los niveles de progesterona son bajos, puede producir suficiente estrógeno para traer al animal al celo y continuar hasta la ovulación (17).

El ciclo estral en la búfala de agua tiene muchas semejanzas con el de la hembra bovina, sin embargo, existen algunas diferencias que deben ser tomadas en cuenta para no cometer errores en el manejo reproductivo de la especie (17).

En la especie bufalina es de suma importancia el control del ciclo estral debido a que es difícil detectar el estro. Aunque la sintomatología del celo es similar a la del ganado bovino, se presenta en forma mucho más discreta, siendo también muy importante distinguir el estro normal del llamado pseudo estro, que manifiestan a mediados del ciclo, ya que existen pequeñas cantidades de estrógenos, que producen la segunda onda de desarrollo folicular (17).

El promedio de duración del ciclo estral es de 21.6 días. Sin embargo algunos autores afirman haber observado ciclos cortos de 9 y 12 días, así como

haber detectado un celo débil a mediados del ciclo estral. Teniendo en cuenta la alta sensibilidad de esta especie a los estrógenos, se observa un 66% de los ciclos con un pseudo celo. El 60% de los celos se inician en horario de la mañana y el 40% en la tarde, siendo la duración media en el celo de 18 horas. La principal característica del celo es la persecución del macho, el reflejo de monta a otras búfalas solo se da en el 20% de las búfalas en celo. La variación en algunos datos puede deberse a que han sido evaluadas en condiciones desfavorables, dando mucha subjetividad a los resultados (6).

Otra diferencia importante a tomar en cuenta es que esta especie presenta cierta dificultad para detectar cuerpo lúteo a la palpación rectal, ya que su tamaño es mas reducido que en el ganado bovino (6).

El celo en las búfalas es más difícil de observar y es más discreto el comportamiento durante esta fase. Por ejemplo, no siempre es observada la descarga de moco por la vulva como en una vaca, a no ser durante la palpación rectal. Por tanto, la utilización de un búfalo con marcador de tinta (Chimball) es imprescindible. Las observaciones de celo en las búfalas o bien el trabajo del detector, deben ser vistas de preferencia, durante las horas frescas del día, o sea por la mañana o al atardecer. El celo dura en promedio 24 horas (variando entre 12 a 36 horas) y la ovulación ocurre entre 12 a 24 horas después de terminado el celo (19).

4.8.4 Estación reproductiva

Al igual de los bovinos, los búfalos de agua son poliéstricos y se aparean durante todo el año, los reportes estacionales en muchos países se atribuyen a la temperatura ambiental, al fotoperíodo y a la alimentación. Al parecer, el fotoperíodo en la ciclicidad es similar tanto en los búfalos como en los bovinos. Los búfalos que paren en verano o en otoño reanudan su ciclicidad ovárica antes que los que lo hacen en invierno o en primavera. Hay probabilidades de que la disminución en la duración del día y un ambiente más fresco favorezcan la ciclicidad. Durante el verano, cuando las temperaturas ambientales se encuentran en su punto máximo los valores de prolactina serán los mas altos; los de progesterona, los mas bajos. Estas temperaturas ambientales también

contribuyen en mantener la estacionalidad mediante la depresión de la libido del macho (12,14).

4.9 Características de la producción de semen

Existe mucha variedad respecto a la libido y la aptitud para la monta de los búfalos. Existe sin embargo, una abundante información sobre las características del semen, pero es importante hacer evaluaciones en los distintos medios donde se críen búfalos, para sacar conclusiones en cada área (22).

4.9.1 Volumen

En comparación con el ganado vacuno, los búfalos tienen eyaculaciones de un volumen decididamente inferior. Durante un estudio en Pakistán, el volumen promedio de 3330 eyaculaciones de 50 búfalos fue de 1.7 ml. Sin embargo, muy ocasionalmente también se obtuvieron eyaculaciones de 8 y 12 ml (22).

4.9.2 Concentración y dilución del semen

Aunque también se ven reportes contradictorios en diversos autores, es aceptado el promedio de 1.0 millones en un milímetro cúbico. Se cree que el medio ambiente tiene influencia directa sobre la densidad espermática (22).

La relación de la dilución se determina basándose en la estimación microscópica de movilidad y densidad. A la descongelación se exige como mínimo un 40% de movimiento individual (22).

4.10 Sincronización del estro

Un hecho notable en la cría del ganado lo constituye el gran avance logrado en los últimos tiempos en el control de la reproducción. La sincronización o concentración de los celos de un grupo de hembras en 2 o 3 días, es uno de los importantes adelantos en el control del ciclo estral. Esta técnica está destinada a prestar un fundamental apoyo a la inseminación artificial y se ha convertido en una llave imprescindible en la técnica del trasplante de embriones, que se encuentra ya en su fase comercial (19).

Por otro lado, desde hace mucho tiempo se trabaja en protocolos de control del ciclo estral, con el propósito de realizar inseminaciones exitosas sin depender de la detección del celo. Para ello, se busca sincronizar el celo de las hembras y programar inseminaciones a tiempos fijos. Esta práctica, fue la lógica consecuencia de la implementación de la inseminación artificial y constituye una importante herramienta de manejo (19).

Además, la sincronización de los celos aparece también como fundamental en la técnica del trasplante de embriones, donde tanto la hembra donante como las hembras receptoras, deben presentar un ajuste perfecto en sus ciclos estrales para obtener una máxima viabilidad en los embriones trasplantados (1).

4.11 Característica del método de sincronización

4.11.1 Progesterona

La progesterona liberada evita que el animal vuelva al celo al inhibir la liberación de gonadotropinas de la glándula Pituitaria en el cerebro. Existen dos gonadotropinas que la glándula Pituitaria produce, almacena y libera. La primera es la hormona Folículo Estimulante (FSH). Esta hormona estimula el rápido crecimiento de folículos pequeños. La hormona Luteinizante (LH) es la segunda hormona gonadotrópica. Además de ayudar a la producción de Progesterona por el Cuerpo Lúteo, la LH también puede estimular la producción de Estrógeno por los folículos grandes. Altos niveles de Estrógeno pueden traer al animal de regreso al celo, y complicar la vida del embrión si esta estuviera gestante. Por lo tanto, la regulación que ejerce la Progesterona sobre la producción de FSH y LH es un aspecto crítico sobre el mantenimiento de la preñez (5,15).

A partir de la colocación del dispositivo intravaginal tiene un rol importante sobre la dinámica folicular ovárica, los niveles supraluteales (>1 ng/ml) obtenidos a los pocos minutos de la introducción del dispositivos provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas foliculares, este cese de la secreción de productos foliculares (estrógeno e inhibina) produce el aumento de FSH que va a ser la responsable del comienzo de la emergencia de la siguiente onda folicular (5).

Por otro lado la extracción del dispositivo provoca la caída de Progesterona a niveles subluteales (< 1 ng/ml) que inducen el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, el crecimiento y la persistencia del folículo dominante con concentraciones muy altas de Estradiol que provocan por un lado el celo y a nivel endócrino inducen finalmente el pico de LH que es seguido por la ovulación (5).

4.11.2 Factor liberador de gonadotropina GnRh

Esta Hormona es producida por el hipotálamo. La GnRH hace que la glándula pituitaria produzca la hormona luteinizante (LH) y la hormona estimulante del folículo (FSH). Esta hormona causa la ovulación de cualquier folículo grande que esté presente, un folículo será ovulado en un 80% de las vacas que se les da la primera inyección de GnRh, esto asegura que el cuerpo lúteo esté presente en los ovarios y así previene que la hembra entre en celo durante los próximos días. Esta inyección también causa que se de un nuevo crecimiento de folículos por secreción de la FSH, o sea, esta primera inyección asegura la presencia del cuerpo lúteo y sincroniza el nuevo crecimiento de folículos. El folículo que eventualmente madura saldrá de esta nueva fase de folículos. Justo antes de que la vaca entre en celo se le administra la segunda dosis de GnRh, en este momento el nuevo folículo dominante tiene suficiente tamaño para ovular, entonces la inyección causa que el folículo llegue a ovular (5).

4.11.3 Prostaglandina PGF 2α

Esta hormona destruye el cuerpo Lúteo. Cuando se destruye el CL, cesa la producción de progesterona y la glándula Pituitaria empieza a aumentar la secreción de gonadotropinas. Altos niveles de LH estimulan al folículo dominante a producir Estrógeno y traer al animal de regreso al celo. Esta se utiliza para causar una regresión del cuerpo lúteo presente en el ovario y así dejar que el nuevo folículo dominante proceda a la ovulación antes de que esta entre en celo (5).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Descripción del área

- Se trabajó en 2 fincas Ubicadas en San Simón La Bota/Fray Bartolomé De Las Casas, Alta Verapaz.
- Coordenadas Geográficas: UTM Latitud: 18°40'30' Longitud: 1758222 De acuerdo al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, el municipio presenta un clima caliente húmedo, con lluvias abundantes todo el año. La temperatura media anual es de 24° C, con un brillo solar promedio de 2000 a 2200 horas/sol/año, humedad relativa de 85 a 90%, y precipitación pluvial promedio de 2000 a 2200 milímetros anuales.
- Vías de acceso: Carretera balastrada - Rio Pasión (ruta Sebol rio abajo).
- Extensión: 1260 Ha. (28 Caballerías).
- Pastos Mejorados: 450 Ha. (B. brizantha - Mombaza - Tanzania - Jaragua - Maralfalfa)
 - Pastos Naturales: 540 Ha.
 - Resto: Reserva Natural, Áreas de agricultura (Maíz).
- Topografía: Ondulada.

5.2 Materiales

5.2.1 Recursos humanos

- Estudiante investigador.
- Médicos Veterinarios.
- Personal de Finca.

5.2.2 Recursos de campo

- Termo de nitrógeno líquido.
- Termo para descongelar.

- Varillas de inseminación.
- Fundas para inseminación.
- Especulo.
- Aplicador de dispositivos DIB® Sintex®.
- Termómetro.
- Reloj con cronometro.
- Tijera (corta pajillas).
- Papel secante.
- Agua caliente.
- Jeringas.
- Agujas hipodérmicas.
- Guantes de palpación.
- Catéter de inseminación artificial.
- Nitrógeno Líquido.
- Manga de trabajo.
- Vehículo de transporte.
- Lancha.
- Gasolina.
- Pintura de Aceite.
- Brocha de 1 pulgada.
- Hielera.
- Hielo Sintético.
- Libreta de apuntes.
- Aretes numerados.

5.2.3 Recursos de tipo biológico

- 22 hembras Búfalo de agua (*Bubalus bubalis*)
- Pajillas de semen de búfalo congeladas GERLOSI
IT1950009675013093CR105C COFA i01BF005

- 1 gr de Progesterona natural en cada dispositivo intravaginal bovino (DIB® Syntex®), y se utilizaron 3 Bolsas de 10 dispositivos.
- 5 mg de Dinoprost Trometamina por cada 1 mL de Lutalyse™ Pfizer® Solución Estéril; y se utilizaron 5 Frascos de 30 mL.
- 100 mc de Factor Liberador de Gonadorelina (GnRH) hormona que estimula la liberación de gonadotropinas (L.H. y F.S.H.) Ovalyse® Pfizer® se usaron 6 Frascos de 10 mL.

5.3 Centros de referencia

- Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Bibliotecas Particulares.
- Bibliotecas de docentes.
- Centros de documentación de las fincas involucradas en la investigación.
- Red Mundial de internet.
- Comunicación personal: Dr. M.V. MSc. Fredy Rolando González Guerrero, Dr. M.V. Alejandro Sierra Shulz.

5.4 Métodos

5.4.1 Selección de los animales

Se realizó una selección de las hembras búfalo basada en:

1. Historia de parto
2. Presentar mas de sesenta días post-parto
3. Sin anomalías clínicas a la palpación rectal
4. Buena condición corporal

5.4.2 Suplemento con finalidad reproductiva

Antes de la realización del trabajo los animales recibieron un estímulo nutricional mediante la administración parenteral de Fósforo, Selenio y Vitamina E, más suplementación mineral Ad Libitum.

5.4.3 Sincronización de la ovulación:

Día 0	15 – 17 horas	Se utilizó el método denominado Co-Synch con dispositivo intravaginal de progesterona DIB impregnado de 1 gr de progesterona natural, seguido por la aplicación por vía intramuscular de 1 mL de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH).
Día 7	15 – 17 horas	Se retiró el dispositivo intravaginal de progesterona (DIB), y se aplicó por vía intramuscular 5 mL de dinoprost trometamina (prostaglandina).
Día 9	15 – 17 horas	Se aplicó por vía intramuscular de 1 mL de GnRH
Día 10	8 – 11 horas	Inseminación Artificial a tiempo fijo (IATF)

5.4.4 Diagnóstico de gestación

Se realizó por palpación rectal después de 60 días de la inseminación artificial.

5.4.5 Análisis estadístico

Se utilizó estadística descriptiva con el uso de variables cualitativas, en la cual se clasificarán los datos en dos categorías preñadas o no preñadas. Luego se utilizó el porcentaje para aceptar o rechazar la hipótesis.

Presupuesto

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TOTAL
<ul style="list-style-type: none"> • 3 Bolsas de Dispositivos Intravaginales Bovino DIB Syntex® por 10 unidades 	Q. 900.00	Q. 2,700.00
<ul style="list-style-type: none"> • 5 Frascos de Lutalyse™ Pfizer® Solución Estéril (dinoprost trometamina). Presentación de 30 mL. 	Q. 204.00	Q. 1,020.00
<ul style="list-style-type: none"> • 6 Frascos Ovalyse® Pfizer® Factor Liberador de Gonadorelina (GnRH) hormona que estimula la liberación de gonadotropinas (L.H. y F.S.H.). Presentación de 10 mL. 	Q. 165.00	Q. 990.00
<ul style="list-style-type: none"> • Aplicador de DIB Syntex® 	Q. 200.00	Q. 200.00
<ul style="list-style-type: none"> • Pintura Amarillo 	Q. 41.00	Q. 41.00
<ul style="list-style-type: none"> • BROCHA 1" 	Q. 5.00	Q.5.00

<ul style="list-style-type: none"> 21 PAJILLAS DE SEMEN GERLOSI IT1950009675013093 CR105C COFA i01BF005 	Q. 45.00	Q. 945.00
<ul style="list-style-type: none"> 50 JERINGAS DE 5 mL 	Q. 0.80	Q. 40.00
<ul style="list-style-type: none"> 50 JERINGAS DE 1 mL 	Q. 0.75	Q.37.50
<ul style="list-style-type: none"> 20 AGUJAS HIPODERMICAS DE 18 PULGADAS 	Q.2.00	Q.40.00
<ul style="list-style-type: none"> 80 GALONES DE DIESEL 	Q. 25.60	Q. 2048.00
<ul style="list-style-type: none"> 4 GALONES DE GASOLINA 	Q. 28.50	Q. 114.00
TOTAL		8180.5

Los gastos fueron compartidos entre el dueño de la finca y el estudiante investigador.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta investigación se llevo a cabo en dos fincas ubicadas en los municipios de Fray Bartolomé de las Casas y Panzós, departamento de Alta Verapaz. Donde se utilizaron para el estudio un lote de 22 búfalas destinadas a la producción cárnica. La condición corporal (tabla 1, grafica 1) promedio se determinó que estaba arriba de 4 (escala de 1 a 5), la cual se considera adecuada. Del total de hembras inseminadas a tiempo fijo utilizando el dispositivo intravaginal de progesterona, resultaron gestantes 3 (tabla 2, grafica 2), lo que implica un 13.64% de tasa de preñez.

Los presentes resultados difieren a los estudios realizados en la facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional del noreste argentino realizados por Pellerano, G; Crudeli, G; utilizando el mismo método, quienes obtuvieron una tasa de preñez del 33.3%. Estos autores concluyen que es factible el uso de este tipo de dispositivos intravaginales de progesterona y su limitante seria el aumento del costo por búfala preñada.

No obstante el tamaño de la muestra no se pudo determinar si la condición corporal tiene influencia alguna sobre la tasa de preñez, al contrario como lo es en otros estudios realizados por Baruselli et al; 1998 (6) donde se demuestra cierta influencia de la condición corporal sobre la tasa de preñez, tanto para la inseminación artificial como con la sincronización de la ovulación.

A nivel local , sin embargo los resultados obtenidos son similares al compararlos con las tasas de preñez utilizando Ovsynch, tal es el trabajo realizado por Sierra; 2001 (21) donde obtuvo un porcentaje de 15.9% en la región de Panzós, Alta Verapaz. Y difieren a lo obtenido por Moran Longo; 2004 (19) que evaluó el método de sincronización del celo con norgestomet, valerato de estradiol y PMSG obteniendo un porcentaje de 53.33%, estando arriba de los datos obtenidos en estudios realizados en Argentina. En otros estudios realizados en Argentina por Crudelli et al; 2002 (13) reporta tasas de preñez en la primera inseminación artificial mayores a 31% y en la segunda inseminación artificial mayores a 50% al utilizar este método. Baruselli et al; 1999 (6) reporta una tasa del 50% de preñez utilizando también el método Ovsynch, pero contando con recursos de estudios de dinámica folicular por ultrasonografía para la selección de hembras. El mismo autor menciona que se observan mejores

tasas de preñez antes de los sesenta días postparto y que esta tasa se reduce cuando los animales tienen arriba de 100 días postparto, esto podría haber afectado en el presente estudio donde no se llevaba registro alguno de los días postparto de las hembras seleccionadas.

Como observación adicional de este estudio se evaluó la presencia de mucus, se observó que solo el 9.09% (tabla 3, grafica 3) de las búfalas sincronizadas presento mucus en el momento de la inseminación artificial. El hecho importante demuestra que el total de las búfalas que poseían mucus, no se preñaron, en tanto el 15% de las que no presentaron mucus logro concebir. Se puede pensar que la presencia de mucus en la inseminación artificial, no implica una certeza de que los animales estén ovulando, no obstante el bajo número de la muestra impide ampliar más comentarios al respecto.

Se sospechan varias causas de la baja tasa de preñez con el uso de dispositivos intravaginales de progesterona, una de ellas es la existencia de un problema en la supresión por parte de la progesterona del folículo dominante, o que no hubiera un cuerpo lúteo en el momento de implantar a las hembras. Por lo que se debe considerar el uso de estudios de dinámica folicular por ultrasonografía y exámenes sanguíneos utilizando la técnica de radioinmunoanálisis para cuantificar niveles de progesterona.

El búfalo de agua es un animal rústico pero no debe abusarse de esta cualidad, ya que logran muy bien sobrevivir y soportar las condiciones adversas pero se compromete su desempeño productivo y reproductivo. Por lo que es necesario controlar los requisitos básicos tales como nutrición, suplementación mineral, control sanitario y productivo.

VII. CONCLUSIONES

1. El porcentaje en la tasa de preñez en búfalas de agua utilizando dispositivos intravaginales de progesterona para el presente estudio fue de 13.64%, considerándose bajo.
2. Es factible el uso de dispositivos intravaginales de progesterona para la inseminación a tiempo fijo, pero se obtiene un bajo porcentaje en la tasa de preñez.
3. El factor que pudo influir en la baja tasa de preñez, puede deberse a las características del ciclo estral de las búfalas.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Continuar con estudios a nivel nacional que aporten información sobre métodos de sincronización a utilizar en esta especie, ya que por su alto contenido de grasa en leche y gran cantidad de masa muscular pueden ser una nueva opción en la producción tanto a nivel cárnico como lácteo.
2. Llevar registros de partos, ya que las tasas de preñez son mejores antes de los setenta días postparto y se reduce cuando los animales tienen arriba de 100 días postparto.
3. Elaborar mediciones de niveles de progesterona natural por medio de valores hemáticos o en leche, para observar cambios después de la colocación de los dispositivos intravaginales de progesterona. También es recomendable los estudios de dinámica folicular por ultrasonografía, para detectar persistencia o desarrollo de folículos dominantes.

IX. RESUMEN

La investigación se realizó en 2 fincas ubicadas Fray Bartolomé de las Casas y Panzós Alta Verapaz. Donde se evaluó el efecto de la inseminación artificial a tiempo fijo utilizando dispositivos intravaginales de progesterona, sobre la tasa de preñez, en búfalas de agua (*Bubalus bubalis*). El diagnóstico de la gestación se efectuó a los 60 días post inseminación. Los resultados de la tasa de preñez fueron de 13.64%.

A través de estos resultados se logro determinar que es factible el uso de los dispositivos intravaginales de progesterona para la sincronización de la ovulación y la inseminación artificial; pero la tasa de preñez es relativamente baja.

Se recomiendan realizar estudios complementarios de esta especie por ultrasonografía y mediciones de niveles de progesterona natural por medio de valores hemáticos o evaluar niveles de progesterona en la leche, para las condiciones locales.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. A defined game plan will get more cows bred. 1999. Hoards Dairyman (US) March 1999: 18-19
2. Ahmed, M; Ullah; Husmani, R. 1984. Fisiología del parto en búfala adulta de la raza Nili-ravi. Pakistán. P.89-93
3. Animales y Mascotas. Razas de búfalo (en línea). México. Consultado 19 dic. 2007. disponible en <http://www.mundo-pecuario.com/tema181/bufalos.html>.
4. Asociación Colombiana de Búfalos. Generalidades (en línea). Colombia. Consultado 20 dic. 2007. disponible en http://asobufalos.org.co/web/index.php?option=com_content&task=view&id=16&Itemid=29
5. Bavera, G. Producción de Búfalos (en línea). Argentina. Consultado 20 dic. 2007. disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/razas_de_bufalos/00-razas_bufalos.htm
6. Baruselli, PS. 1998. Novos avancos na reproducao bubalina. In. Baruselli, PS. (ed). A bubalinocultura brasileira: situacao atual e perspectives. ABCB. P. 77 – 138.
7. *Bubalus bubalis* (Asian Buffalo, Asian Water Buffalo, Water Buffalo). Taxonomy (en línea). United States. Consultado 19 dic. 2007. disponible en http://zipcodezoo.com/Animals/B/Bubalus_bubalis.asp#
8. Camargo, J. 1988. Un criador de búfalos habla de su propia experiencia. Revista Mundial de Zootecnia. No 65: 45-53.
9. Campo Pipaon, E. 1996. El búfalo como animal de trabajo. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (Gt). 13(2):29-30.
10. Campo, E; HINCAPIE, J. 2000. Búfalos de agua, la especie del tercer milenio. Honduras. Prografip. P. 33-40
11. Crudelli, G.; Pellerano, G; Torrez, G; Maldonado, P; Rieszer, N; Rodríguez, S. Evaluación de diferentes protocolos de sincronización y resincronización con inseminación artificial a tiempo fijo en búfalos en el noreste Argentino (en línea). Argentina. Consultado 06 may. 2008. Disponible en <http://vet.unne.edu.ar/ComCientificas/sesion-05/Poster/70%20-%20Evaluacion%20de%20diferentes%20protocolos.pdf>

12. Crudelli, G; Pellerano, G; Torrez, G; Maldonado, P; Rieszer, N; Rodríguez, S. Evaluación de diferentes Protocolos de Sincronización e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo vs. Celo Detectado en Búfalos en el NEA Argentino (en línea). Argentina. Consultado 06 may. 2008. Disponible en <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/2002/04-Veterinarias/V-035.pdf>
13. Derivaux, J. 1976. Reproducción de animales domésticos Zaragoza, Es, Acribia. p. 175-180.
14. Experiencia en la explotación del búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) en Venezuela (en línea) Consultado 19 dic. 2007. disponible en <http://www.geocities.com/agropecuariacalicanto/paginas/bufalo.html>
15. Grupo El Chao. Búfalos (en línea). Colombia. Consultado 20 dic. 2007. disponible en <http://www.elchao.com/bufalos.htm>
16. Hafez, ES. 1987. Reproducción e inseminación artificial en animales domésticos. 5 ed. México. Interamericana. P. 235-242, 333-339.
17. Nebel, Ray; DeJarnette, Mel. Anatomía y Fisiología de la Reproducción Bovina (en línea). USA. Consultado 20 dic. 2007. disponible en http://www.selectsires.coop/reproductive/reproductive_anatomy_spanish.pdf
18. Mitat, A. 1978. El Búfalo en Cuba. Revista Cubana de Producción Animal 1(6): 51-57
19. Moran Longo, J. 2004. Efecto de la sincronización del celo con norgestomet, valerato de estradiol y pmsg, sobre el porcentaje de preñez en búfalas de agua (*Bubalus bubalis*). Tesis Lic. Med. Vet. Gt. USAC/FMVZ. 41 p.
20. Patiño, E. El Búfalo (en línea). Argentina. Consultado 20 dic. 2007. disponible en http://www.vet-uy.com/articulos/artic_notrad/002/notrad002.htm
21. Sierra Schulz, A. 2002. Efecto del método de sincronización de la ovulación en búfalas de agua (*Bubalus bubalis*). Tesis Lic. Med. Vet. Gt. USAC/FMVZ. 31 p.
22. Wiljan, D. 1998. Compendium of animal reproduction. 5 ed. S.I., Intervet Internacional. P. 183-185

XI. ANEXOS

11.1 Tabla 1. Condición corporal y tasa de preñez de búfalas IATF, en el Municipio de Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz. Agosto 2008.

Condición Corporal	Numero de Animales	Tasa de Preñez % (n)
≤ 4.0	3	0% (0)
4.5	15	20% (3)
5.0	4	0% (0)
Total	22	13.64%

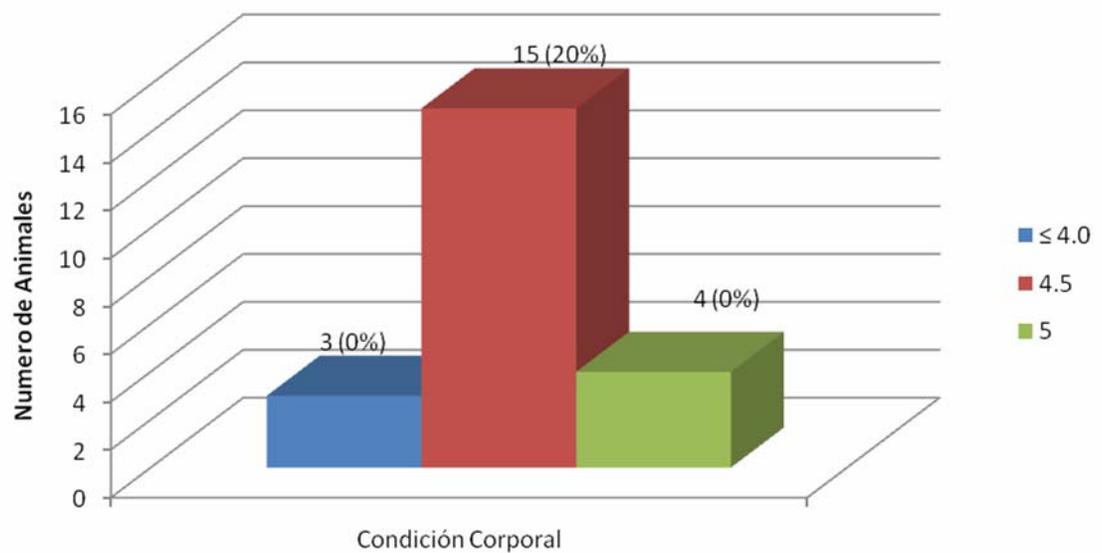
11.2 Tabla 2. Tasa de Preñez en Búfalas utilizando dispositivo intravaginal de Progesterona en la inseminación a tiempo fijo, en el Municipio de Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz Agosto 2008.

	Numero de Animales	tasa de preñez %
Gestantes	3	13.64
No Gestantes	19	86.36
Total	22	100.00

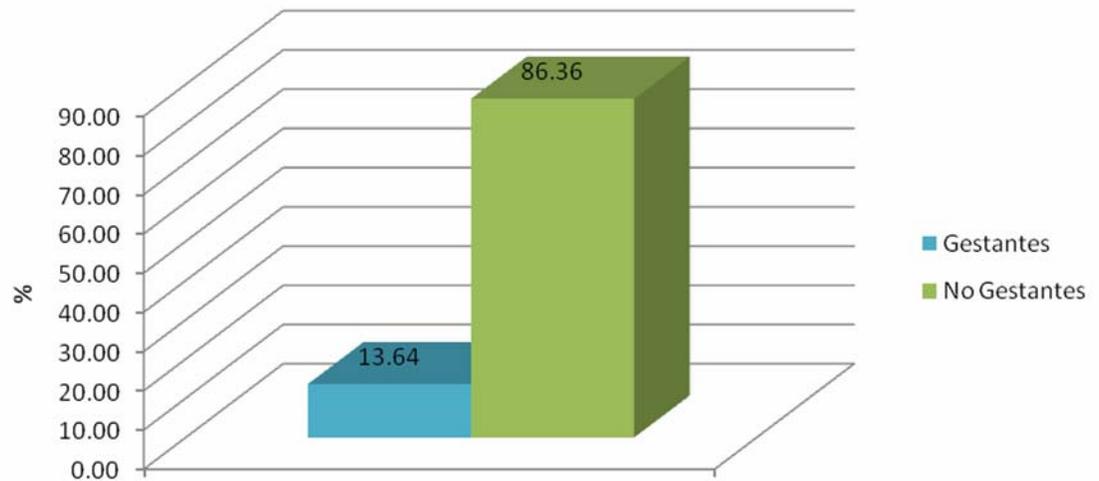
11.3 Tabla 3. Presencia de mucus y tasa de concepción de búfalas IATF, en el Municipio de Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz. Agosto 2008.

Presencia de Mucus	Numero de Animales	Tasa de Preñez % (n)
Con Mucus	2	0%
Sin Mucus	20	15%(3)
Total	22	

11.4 Grafica 1. Condición corporal y tasa de preñez de búfalas IATF, en el Municipio de Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz. Agosto 2008



11.5 Grafica 2. Tasa de Preñez en Búfalas utilizando dispositivo intravaginal de Progesterona en la IATF, en el Municipio de Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz. Agosto 2008.



11.6 Grafica 3. Presencia de mucus y tasa de concepción de búfalas IATF, en el Municipio de Fray Bartolomé de las Casas, Alta Verapaz. Agosto 2008.

