

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



**COMPARACIÓN DE DOS ESQUEMAS DE
SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN (OVSYNCH Y
PRE – OVSYNCH) Y SU EFECTO EN LA TASA DE
PREÑEZ EN BÚFALAS DE AGUA (*Bubalus bubalis*)**

GUILLERMO ANTONIO ABASCAL FERRIÑO

Licenciado en Zootecnia

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2,016

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



**COMPARACIÓN DE DOS ESQUEMAS DE SINCRONIZACIÓN DE
LA OVULACIÓN (OVSYNCH Y PRE – OVSYNCH) Y SU EFECTO EN
LA TASA DE PREÑEZ EN BÚFALAS DE AGUA (*Bubalus bubalis*)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

GUILLERMO ANTONIO ABASCAL FERRIÑO

Al Conferírsele el título profesional de

Zootecnista

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2,016

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

DECANO:	M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
SECRETARIA:	M.V. Blanca Josefina Zelaya Pineda
VOCAL I:	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel
VOCAL III:	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL V:	Br. Javier Augusto Castro Vásquez

ASESORES

M.Sc. FREDY ROLANDO GONZÁLEZ GUERRERO

LIC. ZOOT. SERGIO ANTONIO HERNÁNDEZ DE LA ROCA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

COMPARACIÓN DE DOS ESQUEMAS DE SINCRONIZACIÓN DE LA OVULACIÓN (OVSYNCH Y PRE – OVSYNCH) Y SU EFECTO EN LA TASA DE PREÑEZ EN BÚFALAS DE AGUA (*Bubalus bubalis*)

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

Como requisito previo a optar al título profesional de:

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Por estar siempre a mi lado, guiándome e iluminando cada paso en mi vida.
- A MIS PADRES:** José y Silvana, por su incondicional cariño, sabiduría, consejos y moldear la persona que hoy soy. Este logro es mas de ustedes que mío.
- A MIS HERMANOS:** Nacho, Jesús y Silvana, aparte de hermanos, los mejores amigos que la vida me puso en el camino.
- A MIS ABUELOS:** Guillermo, Ligia, Antonio y Clara, por su amor incondicional y valores que inculcaron en la familia.
- A MI FAMILIA:** Primos y tíos, personas que incondicionalmente me llenan de cariño y apoyo.
- A MIS CATEDRÁTICOS:** Por haberme transmitido tantos conocimientos.
- A MIS AMIGOS:** Son tantos a los que quisiera mencionar que no me alcanzarían las páginas. Cada uno sabe el lugar que ocupa en mi corazón y los momentos que hemos pasado.

A LOS PROFESIONALES: Fredy González y Antonio Hernández, por su ayuda e incondicional amistad. Sin ellos este trabajo no hubiera sido posible.

A: Empresas y personas que directa o indirectamente hicieron que este trabajo se pudiera culminar.

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS:** Por ser mi guía en todo momento.
- A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS:** Por darme la oportunidad de ser miembro de esta alma mater.
- A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA:** Por todos los conocimientos adquiridos a lo largo de mi carrera.
- A MIS PADRES:** Por su sacrificio y apoyo para que este momento llegara.
- A MIS HERMANAS:** Por apoyarme incondicionalmente.
- A LOS LICENCIADOS:** Antonio Hernández y Fredy González, por su tiempo, paciencia, colaboración y asesoría en este trabajo.
- A MIS CATEDRÁTICOS:** Por haberme transmitido todos sus conocimientos y formarme como un buen profesional.
- A MIS AMIGOS:** Que me acompañaron en estos años. Buenos momentos los que pasamos en la universidad.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	HIPÓTESIS.....	3
III.	OBJETIVOS.....	4
	3.1 Objetivo General.....	4
	3.2 Objetivos Específicos.....	4
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
	4.1 Generalidades del búfalo de agua.....	5
	4.1.1 Origen.....	5
	4.1.2 Clasificación taxonómica.....	6
	4.2 Principales razas.....	6
	4.2.1 Murrah.....	6
	4.2.2 Jafarabadi.....	7
	4.2.3 Mediterránea.....	8
	4.2.4 Bugalipso.....	8
	4.3 Ventajas del búfalo.....	9
	4.3.1 Adaptabilidad.....	9
	4.3.2 Docilidad.....	10
	4.3.3 Longevidad.....	10
	4.3.4 Natalidad/Mortalidad.....	10
	4.3.5 Nutrición.....	11
	4.4 Sanidad.....	11
	4.4.1 Mastitis.....	11
	4.4.2 Parásitos.....	11
	4.5 Aspectos sobre la producción del búfalo de agua.....	12
	4.5.1 Producción láctea.....	12
	4.5.2 Producción de carne.....	13
	4.5.3 Ganancia de peso.....	14

4.6	Tracción animal.....	14
4.7	Comportamiento reproductivo del búfalo de agua.....	15
4.7.1	Estacionalidad reproductiva.....	15
4.7.2	Ciclo estral.....	17
4.7.3	Gestación y parto.....	19
4.7.4	Involución uterina y reinicio de la actividad ovárica.....	19
4.7.5	Índices reproductivos.....	20
4.8	Estudios de reproducción del búfalo de agua realizados en Guatemala.....	21
4.9	Métodos de sincronización de celo.....	22
4.9.1	Ovsynch.....	22
4.9.2	Pre-Ovsynch.....	23
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
5.1	Localización.....	25
5.1.1	Materiales.....	25
5.1.2	Recursos humanos.....	25
5.1.3	Recursos de campo.....	25
5.1.4	Recursos biológicos.....	26
5.2	Metodología.....	26
5.2.1	Selección de animales.....	26
5.2.2	Sincronización del estro.....	26
5.2.2.1	Ovsynch.....	26
5.2.2.2	Pre-Ovsynch.....	27
5.2.3	Diagnóstico de preñez.....	27
5.3	Diseño experimental.....	28
5.3.1	Tratamientos a evaluar.....	28
5.3.2	Variables a medir.....	28
5.4	Análisis estadístico.....	29
5.4.1	Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney.....	29
5.5	Análisis económico.....	29

VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
6.1	Porcentaje de preñez.....	30
6.1.1	Resultados.....	30
6.2	Determinación de costos.....	32
6.2.1	Costo por tratamiento.....	32
6.2.2	Utilidad.....	33
6.2.2.1	Ovsynch.....	33
6.2.2.2	Pre-Ovsynch.....	33
6.2.2.3	Resumen de costos.....	33
VII.	CONCLUSIONES.....	35
VIII.	RECOMENDACIONES.....	36
IX.	RESUMEN.....	37
	SUMMARY.....	38
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
XI.	ANEXOS.....	43

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1

Promedio de producción de leche búfala, contenido de grasa y proteína en explotaciones controladas en Italia.....13

Cuadro No. 2

Valores medios y rango de variación de las características físicas y composición química de la leche de búfala.....13

Cuadro No. 3

Comparación del comportamiento de búfalos y vacunos en términos de ganancia de peso (kg.).....14

Cuadro No. 4

Comparación de los parámetros productivos Hacienda Mosquito vs Bufalera Altamar y Colbúfalo.....21

Cuadro No. 5

Protocolo Ovsynch.....27

Cuadro No. 6

Protocolo Pre-Ovsynch.....27

Cuadro No. 7

Cuadro de decisión y análisis económico.....29

Cuadro No. 8

Resultados de palpación y % de preñez.....30

Cuadro No. 9	
Resultados de palpación y % de preñez.....	31
Cuadro No. 10	
Determinación de costos por búfala y por tratamiento.....	32
Cuadro No. 11	
Determinación de la utilidad con protocolo Ovsynch.....	33
Cuadro No. 12	
Determinación de la utilidad con protocolo Pre-Ovsynch.....	34
Cuadro No. 13	
Resumen de costo de aplicación, utilidad neta y Beneficio-Costo por tratamiento.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1	
Esquema del protocolo de Ovsynch.....	23
Figura No. 2	
Esquema del protocolo de Pre-Ovsynch.....	24
Figura No. 3	
Diagrama de protocolo Ovsynch y Pre-Ovsynch.....	44

I. INTRODUCCIÓN

El uso de la inseminación artificial (IA) ha permitido una mejora genética en los hatos de producción animal de mamíferos más rápida y eficiente gracias a que ha sido ampliamente estudiado. Sin embargo, en búfalos ha presentado ciertas complicaciones debido a la dificultad de identificar las manifestaciones de celo y el momento apropiado para realizar la IA. Entre estas se puede citar la baja incidencia en el comportamiento homosexual de las hembras durante el estro, el cual se observa en 3.44 a 11% de los casos. Esto indica que el macho realiza la monta en el periodo de celo. La ausencia de dicho comportamiento disminuye la visualización externa del celo y hace indispensable el uso de toros marcadores para la detección de celo en esta especie. Otro problema que dificulta el uso de IA en estos animales es la amplia variación que existe en la duración de los celos, de 6 a 48 hrs. Dichas singularidades dificultan la utilización de la IA en los búfalos, retrasando los programas de mejoramiento genético de esta especie (Crudeli, y otros, 2008).

La baja eficiencia en la detección de celo y la amplia variación en la duración de los celos hace necesario adoptar un programa de sincronización de la ovulación en el programa reproductivo, incrementando así las tasas de preñez dentro del hato. Actualmente existen varios métodos de sincronización, sin embargo, el método Ovsynch permite sincronizar la ovulación de las búfalas. Al agregar la segunda inyección de Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH) 48 hrs. luego de la aplicación de la Prostaglandina F2 Alfa (PGF2 α), se produce la ovulación después de 24 horas (DeJarnette, 2008). La inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) se realiza de 16 a 24 hrs. de la segunda dosis de GnRH; o antes del tiempo esperado de la ovulación, que es de 24 a 34 hrs. luego de la segunda aplicación de GnRH (López, 2006).

Estos procedimientos de sincronización permiten evitar el uso de machos

receladores o marcadores, que, en el caso de la especie bufalina, suelen ser más agresivos, territoriales y peligrosos sin el manejo adecuado. También nos permite aprovechar material genético de alta calidad, que de otra manera sería difícil de conseguir en nuestro medio.

II. HIPÓTESIS

No existe diferencia significativa en la tasa de preñez, evaluando dos métodos de sincronización de la ovulación (Ovsynch y Pre - Ovsynch) en búfalo de agua.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

- Contribuir con la generación de estudios científicos sobre el comportamiento reproductivo del Búfalo de Agua (*Bubalus bubalis*) en Guatemala.

3.2. Objetivos Específicos

- Comparar la tasa de preñez utilizando dos métodos de sincronización de la ovulación (Ovsynch y Pre – Ovsynch), en búfalos de agua.
- Evaluar los costos de aplicación de cada uno de los tratamientos evaluados por el análisis de relación beneficio – costo.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Generalidades del búfalo de agua

Según la historia, la domesticación del búfalo de agua inicio 2500 años antes de nuestra era, en las regiones de la India Septentrional y el sur de China. Las evidencias indican que el animal que conocemos actualmente, proviene de la India.

Dentro de la especie *Bubalus bubalis* sp, incluye 19 razas (considerando también al búfalo de pantano). Mundialmente las cuatro razas más conocidas son Carabao, Mediterránea, Murrah y Jafarabadi. (Almaguer Pérez, 2007). Según publicaciones de la FAO en 2008, la población bubalina en el mundo era de 180,7 millones de cabezas, de las cuales Asia tiene el 96,40% del total de dicha existencia, África cuenta con el 2,78%, América con 0,63%, Europa con el 0,18% y Oceanía con el 0,001% (Patiño, Producción y calidad de la leche bubalina, 2011).

Los búfalos se clasifican en dos tipos: Búfalos de Río y de Pantano, diferenciándose no solo en sus características fenotípicas, también en las genotípicas, pues los búfalos de río poseen 50 pares de cromosomas, mientras que los de pantano cuentan con 48 pares (Hincapie & Campo Pipaon, 2008).

4.1.1 Origen

El pie de cría con el que inicio la Finca San Francisco Miramar fue con 6 ejemplares que se adquirieron al General Lucas García en el año de 1980, provenientes de Trinidad y Tobago. Durante los siguientes años, se han introducido las razas Jafarabadi, Murrah y Mediterráneo, por medio de la Inseminación Artificial. El objetivo siempre fue el de agregar genética nueva al hato de animales de la explotación (Montes, 2014).

4.1.2 Clasificación taxonómica

Reino	Animalia
Subreino	Bilateria
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Superclase	Tetrapoda
Clase	Mammalia
Orden	Artiodactyla
Suborden	Ruminantia
Familia	Bovidae
Subfamilia	Bovinae
Tribu	Bovini
Género	Bubalus
Especie	Bubalis
Nombre científico	<i>Bubalus bubalis</i>

Fuente: (Bubalus Bubalis (Domestic water buffalo), 2013)

4.2 Principales razas

Las principales razas que han sido utilizadas dentro del sistema de cruces para el mejoramiento genético del hato son Murrah, Jafarabadi, Mediterránea y Bufalipso. Estas se describen a continuación.

4.2.1 Murrah

Esta raza es procedente de la región Noroeste de la India. En estas regiones se han seleccionado los animales por producción láctea y los cuernos pequeños y en espiral. Es una de las razas más importantes y difundidas a nivel mundial (Borghese, 2005).

Estos animales se caracterizan por ser de color negro, ocasionalmente presentan manchas blancas en la cara y extremidades. La cola es larga y flexible, termina en una borla de color blanco, que es una de las características fenotípicas de la raza. El perfil es convexilíneo, con caderas anchas, piernas fuertes y cortas. La cabeza y el cuello son pequeños en proporción al cuerpo del animal (Hincapie & Campo Pipaon, 2008).

Los machos llegan a pesar en promedio 750 kg con 142 cm de altura, mientras que las hembras pesan en promedio 650 kg con una altura de 133 cm. La edad al primer parto es a los 50.6 ± 2 meses. Con respecto a la producción láctea, la Universidad Agrícola de Haryana, India, reporta promedios de 2183 ± 136 kg en lactaciones ajustadas a 305 días, con un 6.7% de grasa (Borghese, 2005).

4.2.2 Jafarabadi

Criada en la región de Gujarat, India. Es una raza de color negro, con un barril de conformación más larga. Los cuernos son largos, gruesos e inclinados hacia abajo y luego se curvan hacia arriba (Borghese, 2005).

La cabeza de estos animales es muy prominente y perfil ultra convexo. Las orejas se dirigen hacia los costados y horizontalmente de la cabeza (Hincapie & Campo Pipaon, 2008).

Los machos tienen un peso que varía entre los 600 a 1500 kg, con una altura de 142 cm. Las hembras pesan en promedio 550 kg, llegando a pesar hasta 700 kg, con una altura de 140 cm. En el centro de Junagarh, India, se reportan promedios de 1950 ± 79 kg de leche en lactancias ajustadas a 305 días. El largo de lactancia fue de 320 ± 11.6 días. La edad al primer parto que alcanzaron las hembras fue de 1925 ± 196 días.

4.2.3 Mediterránea

Los animales de esta raza provienen del búfalo de la India. Se introdujo en Europa con la llegada del islam y la invasión de los árabes en la parte central europea en los siglos 6to y 7mo. La población de estos animales ha disminuido dramáticamente desde la segunda guerra mundial con la introducción de animales lecheros especializados y la mecanización agrícola (Borghese, 2005).

Su conformación se parece a un tipo intermedio entre las razas Murrah y Jafarabadi. Son de talla mediana con características de carne, pero considerados lecheros por su selección en la producción láctea. Su coloración es completamente negra, el tronco es compacto, sin defectos en el anca, grupa ni aplomos. Las líneas lecheras tienen el cuerpo más alargado, liviano y profundo (Hincapie & Campo Pipaon, 2008).

El peso de una hembra adulta varía entre los 450 – 650 kg. Los promedios de producción láctea varían según el manejo de cada explotación, con rangos de 3 – 4 kg de leche al día en animales mal alimentados, hasta 15 kg de leche al día en animales con manejo intensivo. En promedio, la lactación dura 270 días, con una producción de 900 – 4000 kg de leche, con un promedio de 8% de grasa y de 4.2 a 4.6 % de proteína (Borghese, 2005).

4.2.4 Bufalipso

La raza Bufalipso es una raza reconocida recientemente; creada en Trinidad y Tobago, a partir del cruce de animales de las razas Jafarabadi, Murrah, Nagpuri, Nili-Ravi y Surti. Es una raza que se caracteriza por ser muy resistente en el trópico y con excelente comportamiento reproductivo. Es una de las razas más difundidas en Centro América. En países donde se seleccionan los animales por producción láctea, se observan ejemplares con producciones de 12 – 14 kg de leche al día, a partir de pastos y suplementos (Hincapie & Campo Pipaon, 2008).

Los machos pesan entre 600 – 700 kg, mientras que las hembras entre 450 – 500 kg. Esta raza llega a producciones de hasta 1372 kg. de leche en lactancias de 305 días. El primer parto lo tienen a los 37.69 ± 1.69 meses de edad con 320 – 570 kg de peso, con un intervalo entre partos de 415 ± 30.04 días (Almaguer Pérez, 2007).

4.3 Ventajas del búfalo de agua

4.3.1 Adaptabilidad

El búfalo tiene una amplia capacidad de adaptación. Su rusticidad le hace eficaz para poder habituarse a diferentes condiciones ambientales, convirtiéndolo en una especie con un futuro prominente en el ámbito de la producción animal (Almaguer Pérez, 2007).

Sus cascos son fuertes, grandes y anchos, con talón ligeramente convexo y suela ligeramente cóncava. Las patas son ágiles y con buena flexibilidad en las articulaciones. Son resistentes a los problemas de infecciones por bacterias y hongos en las pezuñas, característica que facilita el adaptamiento en zonas encharcadas, ríos, pantanos y lagunas (Barboza Jiménez, 2010).

Existen dos particularidades que benefician más al búfalo en nuestros ecosistemas. La primera es la retención de la radiación ultravioleta por parte de los pigmentos de melanina en la piel de estos animales. La segunda singularidad es que las glándulas sebáceas de la piel del búfalo están más desarrolladas y son más activas que la de los vacunos, segregando una sustancia grasosa, sebum, que cubre la superficie de la piel con una capa sebácea que le hace resbaladiza al fango (Barboza Jiménez, 2010).

4.3.2 Docilidad

Su mansedumbre y docilidad hacen que estos animales sean de fácil manejo, por personas de todas las edades, tanto mujeres como hombres. Son animales muy inteligentes, lo que les da la capacidad de aprender buenos y malos hábitos. Esto implica disciplina y constancia en su manejo diario (Barboza Jiménez, 2010).

Debido a su rusticidad, este animal requiere mayor presencia del hombre en su manejo. La ausencia prolongada de manejos extensivos, puede hacer que algunos animales se vuelvan difíciles de controlar. La docilidad depende del trabajo que realicen los criadores. Son animales de naturaleza tímida y asustadizos, por lo que se deben trabajar con calma y tranquilidad; los gritos, golpes y tratos bruscos hacen que su control sea más difícil y su adiestramiento más arduo.

4.3.3 Longevidad

La longevidad del búfalo es tres o cuatro veces mayor que el vacuno. Puede durar entre 20 a 30 años, con una vida productiva entre los 18 – 20 años. Con un buen manejo de las hembras durante la vida productiva, se pueden obtener hasta 17 bucerros de una búfala (Almaguer Pérez, 2007).

4.3.4 Natalidad / Mortalidad

La natalidad en esta especie se promedia entre el 82 – 90%, mientras que la de los bovinos difícilmente llegan al 60% (Almaguer Pérez, 2007).

Sus características morfológicas y la rusticidad de este animal lo hacen ser mucho más resistente a las enfermedades que otras especies de rumiantes. Los índices de mortalidad son bajos, variando de 2 – 4% (Almaguer Pérez, 2007).

4.3.5 Nutrición

La rusticidad de esta especie le permite al productor utilizar los pastos disponibles en su sistema, recursos marginales y vegetación indeseable (Barboza Jiménez, 2010).

Las papilas ruminales se encuentran más desarrolladas que otras especies de rumiantes, su tracto gastrointestinal es más largo, lo que le permite una mayor superficie de absorción de los productos de fermentación; adicional a esto, posee una gran cantidad de bacterias celulolíticas. Estas ventajas anatómicas se resumen en una excelente capacidad de conversión alimenticia para utilizar con eficiencia los recursos fibrosos (Barboza Jiménez, 2010).

La habilidad para utilizar eficientemente la fibra, digerir celulosa y nitrógeno no proteico, son la base para la síntesis de proteína de excelente calidad (Barboza Jiménez, 2010).

4.4 Sanidad

4.4.1 Mastitis

En búfalas lactantes, la incidencia de mastitis es menor. Esto se debe a características anatómicas y fisiológicas que crean barreras de penetración de microorganismos a la cisterna de la glándula mamaria: oclusión del orificio del pezón, mayor nivel de queratina con acción bactericida y bacteriostática en el canal del pezón (Barboza Jiménez, 2010).

4.4.2 Parásitos

Con una correcta rotación de potreros y los baños de lodo se rompen los ciclos de los endo y ecto – parásitos, disminuyendo la aplicación de desparasitan-

tes (Barboza Jiménez, 2010).

En buceros recién nacidos se debe implementar un plan de desparasitación anti – helmíntico al nacimiento, pues según resultados de una investigación en Presidente Médici, Rondônia, Brasil, el 60.8% de los animales tienen 4,200 huevos de *Toxocara vitulorum* por gramo de heces en el día 0 de vida (Fábio, et al., 2010).

4.5 Aspectos sobre la producción del búfalo de agua

4.5.1 Producción láctea

Entre las muchas cualidades positivas que tiene esta especie, la leche presenta mayores valores de sólidos totales, grasa, proteína y lactosa, además de calorías que la bovina y valores similares de ceniza (Patiño, Leche de Bufala versus Leche de Vaca, 2009).

La producción mundial de leche de todas las especies en el año 2008 alcanzó los 693,7 millones de toneladas de las cuales 12,8% fueron de búfala (Patiño, Producción y calidad de la leche bubalina, 2011).

En el Cuadro No. 1 Se puede observar la tendencia positiva en la producción y calidad de la leche de búfala en los últimos años. Estas mejoras se deben principalmente al potencial de esta especie para adaptarse a un sistema de manejo intensivo, utilizando manejo e infraestructura de vacas lecheras; el incremento en la demanda de queso Mozzarella y los nuevos criterios en la nutrición, cría selectiva y técnicas reproductivas (Borghese, 2005).

Cuadro No. 1. Promedio de producción de leche de búfala, contenido de grasa y proteína en explotaciones controladas en Italia

AÑOS	ANIMALES ESTUDIADOS	PRODUCCIÓN (KG)	GRASA (%)	PROTEÍNA (%)
1977 – 1981	2,220	1,669	7.09	-
1982 – 1986	6,673	1,658	7.88	-
1987 – 1991	9,852	1,818	8.13	4.4
1992 – 1996	13,994	1,935	8.23	4.56
1997 – 2001	20,786	2,096	8.31	4.72

Fuente: (Borghese, 2005)

Los promedios de producción de leche se tomaron de lactaciones mayores a 150 días.

La composición físico – química de la leche de búfala ha sido ampliamente estudiada en países como India, Bulgaria, Turquía, Tailandia, Venezuela, Cuba y Argentina. Los distintos trabajos de investigación publicados reflejan la gran variabilidad en sus características físicas y composición química, siendo estos afectados por factores como raza, etapa de lactancia, número de partos, alimentación y condiciones ambientales. A modo de referencia, en el Cuadro No. 2 se establecieron valores medios de los valores publicados por diferentes autores (Crudeli, et al., 2004).

Cuadro No.2. Valores medios y rango de variación de las características físicas y composición química de la leche de búfala

VARIABLE	MEDIA	RANGO
Densidad (g/ml)	1.032	1.026 – 1.037
Acidez (° Dornic)	18.50	17.70 – 21.00
pH	6.69	6.61 – 6.78
Sólidos Totales (%)	17.97	14.22 – 21.54
Grasa (%)	7.58	4.58 – 10.56
Proteína (%)	4.30	3.04 – 5.88
Lactosa (%)	4.77	3.83 – 5.52
Cenizas (%)	0.81	0.72 – 0.91

Fuente: (Crudeli, et al., 2004)

4.5.2 Producción de carne

En el aspecto de la producción cárnica, varios estudios presentan al búfalo como un animal precoz para producir carne en sistemas de pastoreo. Al ser

comparados con ganado vacuno se ha encontrado que tienen mayor tasa de crecimiento alcanzando el peso para el sacrificio en periodos más cortos, una de las explicaciones que se encuentra al respecto es la capacidad que tiene la especie de aprovechar con mayor eficiencia las pasturas, presentando mejores tasas de conversión alimenticia (Agudelo Gómez, Cerón Muñoz, & Hurtado Lugo, 2007).

4.5.3 Ganancia de peso

En un estudio realizado en Cuba (Cuadro No.3), se comparó el desarrollo productivo de búfalo de agua y bovinos acebuados. El análisis se desarrolló en condiciones de pastoreo, durante 287 días. Al finalizar el estudio, la ganancia de peso vivo fue mayor en los búfalos que en los bovinos, con un promedio de ganancia de peso vivo diaria de 215 g más que los bovinos. El ritmo de crecimiento fue 1.6 veces mayor que los vacunos (Fundora, González, Tuero, & Vera, 2003).

Cuadro No. 3 Comparación del comportamiento de búfalos y vacunos en términos de ganancia de peso (kg).

Indicadores ¹	Búfalos	Vacunos	EE ±
Peso vivo final, kg	440.3	378.2	12.9 **
Ganancia diaria de peso vivo, g	567.0	352.5	28.1 ***

¹Ajustados por análisis de covarianza a peso vivo inicial de 277.3 kg
 ** P < 0.01 *** P < 0.001

Fuente: (Fundora, González, Tuero, & Vera, 2003)

4.6 Tracción animal

Desde hace milenios, en Asia el hombre ha aprovechado al búfalo para diferentes labores en el campo. Debido a su origen en la zona tropical asiática y su indiscutible capacidad como animal de tiro en terrenos pantanosos, se ha

incrementado la popularidad de este animal en faenas de campo como animales de tiro en plantaciones de palma africana en Guatemala (Galindo, 1998).

En el caso de la agricultura este animal se desempeña sin ninguna o con muy pocas restricciones en labores como preparación de suelo, cosecha, el transporte de todo tipo de carga, accionando bombas en la extracción de agua de pozos profundos para la irrigación de los cultivos o acueductos y en cualquier otro tipo de labor que pueda realizarse eficientemente con energía animal. Una ventaja de la tracción animal que debe aprovecharse al máximo es su fácil adaptación a las condiciones propias de cualquier región y a explotaciones agropecuarias y/o agroindustriales en pequeña, mediana o gran escala. Los animales de tiro hacen una importante contribución a la agricultura y a las economías rurales de los países en desarrollo y seguirán haciéndolo durante años más (Almaguer Pérez, 2007).

4.7 Comportamiento reproductivo del búfalo de agua

4.7.1 Estacionalidad reproductiva

Los búfalos son considerados como una especie con estacionalidad reproductiva. A pesar de ser fértiles durante todo el año, en los machos se produce una baja en el libido y calidad seminal al disminuir la cantidad de horas luz en el día. La eficiencia reproductiva permanece en niveles altos aun cuando las horas de luz diarias comienzan a aumentar.

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 haya 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 (Crudeli G. A., Fisiología reproductiva del búfalo. Producción en Argentina, 2011).

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. 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, lo cual ha dado pie para clasificar a los búfalos en dos grandes grupos circadianos en los patrones de melatonina. El primer grupo compuesto por 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 (Crudeli G. A., Fisiología reproductiva del búfalo. Producción en Argentina, 2011).

4.7.2 Ciclo estral

Cuando termina la estación reproductiva y en animales pre-pubertad, 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. Las novillas y las vacas que no parieron durante la estación de monta comenzaran 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.

Una vez iniciada la ciclicidad durante la estación reproductiva, el ciclo sexual de la búfala dura en promedio unos veintiún 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. Otros autores citan la duración del ciclo de 21,2 días con un rango de dieciocho a veintinueve días (Crudeli G. A., Fisiología reproductiva del búfalo. Producción en Argentina, 2011).

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

- Fase folicular: comienza con la luteolisis, 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. El desarrollo folicular se completa y se produce estradiol para iniciar el celo y la descarga preovulatoria de LH.

- 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.
- 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 y luego disminuyen hasta concentraciones basales antes del próximo estro, como respuesta a la secreción uterina de $\text{PGF}_{2\alpha}$ y en ausencia de un embrión viable en el útero (Crudeli G. A., Fisiología reproductiva del búfalo. Producción en Argentina, 2011).

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 comporta mentales 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. Se ha observado 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 (Crudeli G. A., Fisiología reproductiva del búfalo. Producción en Argentina, 2011).

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 (Crudeli G. A., Fisiología reproductiva del búfalo. Producción en Argentina, 2011).

4.7.3 Gestación y parto

El periodo de gestación varía en función 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 (Crudeli G. A., Fisiología reproductiva del búfalo. Producción en Argentina, 2011). Según otros autores, la media de la gestación es de 306 +/- 4.5 días (Castro Abaj, 2003).

Dentro de los síntomas que aparecen durante el parto tenemos: relajamiento de los ligamentos pélvicos que aparecen aproximadamente 22 días antes del parto. La inflamación de la vulva se manifiesta aproximadamente a los 20 días antes del parto.

Ahmed (1,984), realizó un estudio en búfalas de la raza Nili-ravi, dividiendo el parto en tres etapas: la primera etapa preparatoria que duró 174 minutos y una oscilación de 20.1 minuto, a esta la clasifiqué como, intensa, moderada o débil. La segunda etapa, la expulsión del feto, inicia con la aparición del amnios en la vulva y termina con la expulsión completa del feto. El tiempo transcurrido desde que aparece el feto en la vulva hasta su completa liberación fue de 18 minutos, con una oscilación de 3.1 minuto. La tercera etapa que consiste en la expulsión de las membranas fetales tarda 395.8 minutos con una oscilación de 30.7 minutos (Castro Abaj, 2003).

4.7.4 Involución uterina y reinicio de la actividad ovárica

Durante el puerperio fisiológico se identifican dos fases independientes

simultaneas entre sí, que son la involución de la porción tubular del aparato genital y el reinicio de la actividad ovárica posparto (Crudeli G. A., Fisiología reproductiva del búfalo. Producción en Argentina, 2011). Diversos autores han concluido a través de una palpación rectal que la involución uterina se da entre los 37 y 38 días (Castro Abaj, 2003).

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. La involución uterina 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 (Crudeli G. A., Fisiología reproductiva del búfalo. Producción en Argentina, 2011).

Las búfalas que amamantan continuamente a sus bucerras tardan más tiempo para la involución uterina, que aquellas que tienen un amamantamiento restringido, en aquellas cuyo periodo de amamantado fue restringido presentaron un periodo de involución uterina de 20 días (Castro Abaj, 2003).

4.7.5 Índices reproductivos

En una caracterización de parámetros productivos y reproductivos de ganado bufalino, en finca Mosquito ubicada en San Marcos Sucre, Colombia, en un sistema de doble propósitos con información del año 2008 al 2010. Luego de obtenidos los datos, se compararon los promedios con otras bufaleras de la región colombiana. En el Cuadro No. 4 se detalla la Comparación de los parámetros productivos Hacienda Mosquito vs. Bufalera Altamar y Colbúfalos (Espitia, Montes, Prieto, & Cervantes, 2014).

Cuadro No. 4 Comparación de los parámetros productivos Hacienda Mosquito vs. Bufalera Altamar y Colbúfalos

Parámetro	Promedio Mosquito	Promedio Altamar	Promedio Colbúfalos
Natalidad (%)	82	79	85
Días Abiertos (Días)	44.2	65	60
Intervalo Entre Partos (Días)	371	365	374
Edad al Primer Parto (Días)	31.8	32	30
Porcentaje Preñez (%)	85	87	89
Edad primer servicio(Meses)	21	19	20

Fuente: (Espitia, Montes, Prieto, & Cervantes, 2014)

4.8 Estudios de reproducción del búfalo de agua realizados en Guatemala

- En la tesis “Evaluación del comportamiento reproductivo con base al intervalo entre partos en hembras de búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) en el municipio de Panzós, Alta Verapaz”, presentada por Castro Abaj, 2003, se determinó que el intervalo entre partos es de 484.57 días; para el búfalo de agua (*Bubalus bubalis*). Este parámetro se considera adecuado para el tipo de crianza extensiva. Otra conclusión fue que en el mes de agosto es el mes en que más partos se tienen debido a situaciones climáticas y fotoperiodicidad (Castro Abaj, 2003).
- En 2004 se evaluó el “Efecto de la sincronización del celo con norgestomet, valerato de estradiol y pmsg, sobre el porcentaje de preñez en búfalas de agua (*Bubalus bubalis*) presentada por Morán Longo. Las conclusiones de esta tesis fueron: El porcentaje global de preñez utilizando Norgestomet, Valerato de Estradiol y PMSG fue de 53.33%. estos resultados se consideran adecuados para las condiciones bajo las cuales se realizó el presente trabajo. Finalmente, los factores que pueden estar influyendo sobre las diferencias de porcentaje de preñez entre los dos hatos estudiados son: cantidad de ordeños, factores climatológicos, manejo genético de los hatos y producción de leche (Moran Longo, 2004).

- En la tesis “Efecto de la inseminación artificial a tiempo fijo utilizando dispositivos intravaginales de progesterona, sobre la tasa de preñez en búfalas” realizada por Joachin Ramos en 2008, se concluye que 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. 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. El factor que pudo influir en la baja tasa de preñez, puede deberse a las características del ciclo estral de las búfalas (Joachin Ramos, 2008).
- En 2002 Sierra Schulz realizó su trabajo de Graduación en el tema bubalino, titulado “Efecto del método de sincronización de la ovulación en búfalas de agua (*Bubalus bubalis*). Las conclusiones fueron: El porcentaje de preñez fue de 15.9%; en leche y carne la respuesta fue de 12 y 1% respectivamente; Entre los factores que pudieron afectar el estudio fueron: manejo de los animales, la época y la poca renovación de los hatos (Sierra Schulz, 2002).

4.9 Métodos de sincronización de celo

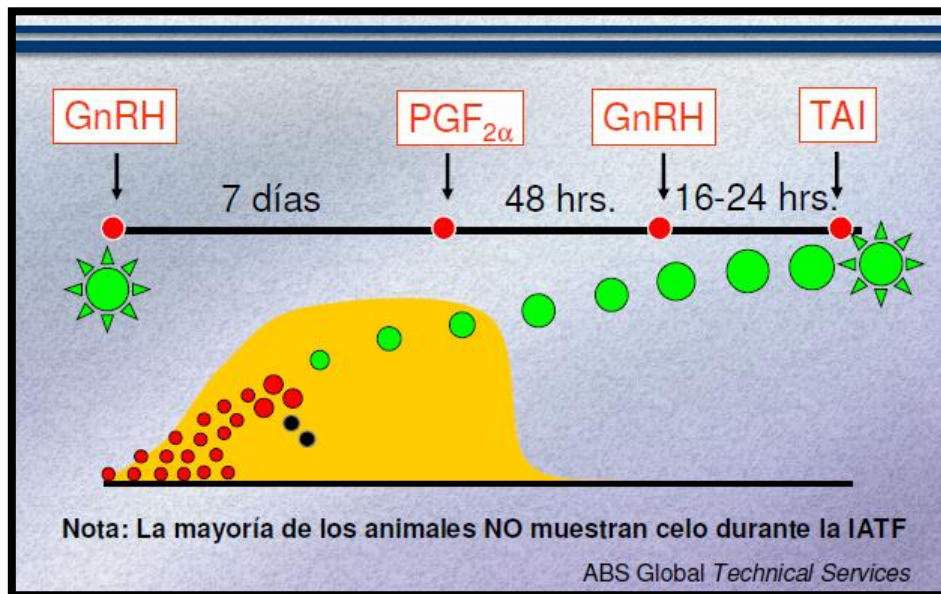
4.9.1 Ovsynch

El método Ovsynch (Ver figura No. 3) es un protocolo de sincronización de la ovulación para poder realizar Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF). Ha sido probado y utilizado en ganado lechero con buenos resultados (DeJarnette, 2008).

La primera GnRH (100 µg de Gonadorelina sintética liberadora de GnRH (Ramirez, Rojas, Marulanda, Medina, & Alvarez, 2006)), se aplica para inducir la ovulación y promover la formación de un nuevo cuerpo lúteo (CL) y una nueva onda folicular; es decir, para devolver a la vaca “al comienzo de ciclo estral”. La prostaglandina (750 µg de PGF2α (Ramirez, Rojas, Marulanda, Medina, & Alvarez, 2006)) administrada 7 días después se utiliza para regresar el nuevo CL y la última GnRH (100 µg de Gonadorelina sintética liberadora de GnRH) se administra 48

horas después para inducir la ovulación del nuevo folículo. La inseminación a tiempo fijo (IATF) se lleva a cabo de 16 a 24 horas después (Figura No. 1); o antes del tiempo esperado de ovulación el cual es aproximadamente 24 a 34 horas después de la segunda GnRH en el protocolo Ovsynch clásico (López, 2006).

Figura No. 1 Esquema del protocolo de Ovsynch



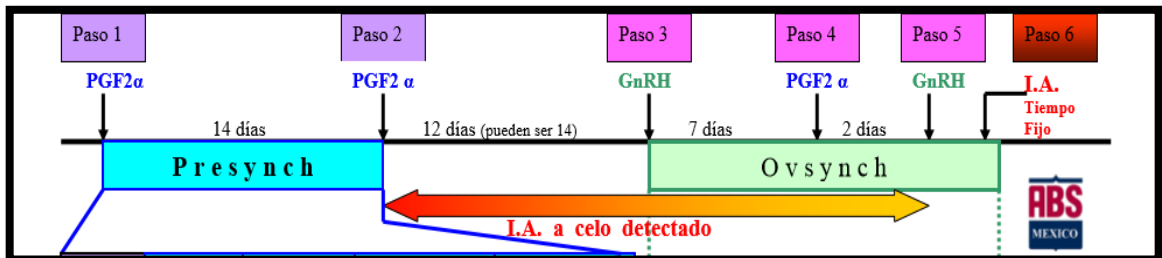
Fuente: (López, 2006)

4.9.2 Pre – Ovsynch

Aunque la inyección inicial de GnRH en el protocolo de Ovsynch es capaz de regresar hasta un 90% de los folículos de vacas que se encuentran entre los días 5 y 12 del ciclo estral, únicamente el 50% de las vacas que se encuentran entre los días 13 y 17 del ciclo tienen folículos que son capaces de responder al tratamiento (Ver figura No. 3). Los animales que fallan al responder al tratamiento de la primera GnRH entran en celo más temprano, 36 a 48 horas antes de la aplicación de PGF o tendrán folículos que están fuera de sincronización al momento de la aplicación de PGF. El método pre – ovsynch (Figura No. 2), es un protocolo que, como su nombre lo indica, pre sincroniza a las vacas a los estados

iniciales del ciclo estral para optimizar la respuesta de la GnRH, mejorando las tasas de preñez en el método Ovsynch. En este protocolo utiliza dos inyecciones de PGF (750 µg de PGF2α (Ramirez, Rojas, Marulanda, Medina, & Alvarez, 2006)) aplicadas la primera 28 días y 14 días antes de iniciar el protocolo de Ovsynch (DeJarnette, 2008).

Figura No. 2 Esquema del protocolo de Pre – Ovsynch



Fuente: (Cavazos García, 2006)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización

La finca en donde se llevó a cabo el experimento se ubica en el Km. 211 carretera CA9 sur, municipio de Colomba Costa Cuca, departamento de Quetzaltenango, Guatemala.

5.1.1 Materiales

5.1.2 Recursos humanos

- Estudiante a cargo de la investigación
- Médicos Veterinarios y Licenciados Zootecnistas asesores
- Vaqueros

5.1.3 Recursos de campo

- Termo de nitrógeno líquido
- Guantes de palpación
- Varillas de inseminación
- Fundas para inseminación
- Termo para descongelar
- Termómetro
- Corta pajillas
- Papel secante
- Agua caliente
- Jeringas
- Agujas
- Manga de trabajo
- Marcadores y libreta de apuntes

5.1.4 Recursos biológicos

- 20 Hembras de Búfalo de agua (*Bubalus bubalis*)
- Pajillas de semen de búfalo congelado
- Gonadotropina
- Pgf2a

5.2 Metodología

5.2.1 Selección de animales

Al inicio de la investigación, se seleccionaron 20 Búfalas, de 2 a 5 partos, con un periodo de 60 días post – parto, condición corporal de 4 (En una escala de 1 – 5, en donde 1 corresponde a búfalas extremadamente delgadas y 5 corresponde a búfalas extremadamente gordas). Los animales que se seleccionaron estaban sanos, libres de infecciones uterinas y vacunadas contra Diarrea Viral Bovina e IBR.

5.2.2 Sincronización del estro

5.2.2.1 Ovsynch

Primero se aplicó una dosis de GnRH (Cuadro No. 5) para inducir la ovulación y promover la formación de un nuevo cuerpo lúteo (CL) y una nueva onda folicular. A los 7 días de iniciado el protocolo, se administró prostaglandina para regresar el nuevo CL y la última GnRH se administró 48 horas después para inducir la ovulación del nuevo folículo. Finalmente, se realizó la inseminación a tiempo fijo (IATF) de 16 a 24 horas después. Se llevó un estricto control en el horario de la aplicación de los productos para que el efecto a nivel fisiológico no fuera interferido. (López, 2006).

Cuadro No. 5 Protocolo Ovsynch

DÍA	PRODUCTO	HORA DE APLICACIÓN
0	GnRH	8 am
7	Prostaglandina	8 am
9	GnRH	8 am
16 hrs.	IATF	12 am

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2.2 Pre – Ovsynch

Para este tratamiento, se aplicaron dos dosis de PGF (Cuadro No. 6), la primera 28 días y 14 días antes de iniciar el protocolo de Ovsynch (DeJarnette, 2008). Luego se realizó el protocolo de Ovsynch normal.

Cuadro No. 6 Protocolo Pre – Ovsynch

DÍA	PRODUCTO	HORA DE APLICACIÓN
-28	Prostaglandina	8 am
-14	Prostaglandina	8 am
0	GnRH	8 am
7	Prostaglandina	8 am
9	GnRH	8 am
16 hrs.	IATF	12 am

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 Diagnóstico de preñez

Para confirmar la preñez en las búfalas seleccionadas, se utilizó el método de diagnóstico por medio de palpación rectal, un mes después de realizada la IATF. Luego se sacó el porcentaje de preñez. Para obtener este porcentaje, se dividió el número de vientres preñados al primer servicio, sobre el número total de vientres sometidos a inseminación (Sánchez Sánchez, 2010).

$$\text{Fórmula: } \frac{\text{No de vientres preñados al 1er servicio} \times 100}{\text{No de vientres servidos}}$$

5.3 Diseño experimental

Para realizar el experimento se utilizó el diseño completamente al azar, el cual cuenta con dos tratamientos y diez repeticiones en cada tratamiento, cada búfala se tomó como una unidad experimental.

El modelo estadístico que corresponde al diseño experimental es el siguiente:

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = variable respuesta en la ij – ésima unidad experimental.
- M = media general.
- T_i = efecto del i – ésimo tratamiento.
- E_{ij} = error experimental asociado al ij – ésima unidad experimental.

(Barrientos, 2004).

5.3.1 Tratamientos a evaluar

- Tratamiento 1: 10 búfalas con el protocolo Ovsynch.
- Tratamiento 2: 10 búfalas con el protocolo Pre – Ovsynch.

5.3.2 Variables a medir

- Tasa de preñez

5.4 Análisis estadístico

5.4.1 Prueba no paramétrica U de Mann – Whitney

El análisis estadístico se llevó a cabo con la prueba no paramétrica U de Mann – Whitney para dos poblaciones independientes. Los datos se clasificaron en dos categorías, preñadas o no preñadas. Finalmente se utilizó el porcentaje para aceptar o rechazar la hipótesis (Molinero, 2011).

5.5 Análisis económico

La relación Beneficio – Costo es un método que indica el retorno de dinero obtenido por cada unidad monetaria invertida. Este índice se calcula tomando en cuenta los costos variables, que son los únicos afectados por la introducción de esta tecnología. (Herrera, Velasco, Denen, & Radulovich, 1994)

Para este análisis se determinará el costo de la preñez de una búfala, determinando el costo de aplicación de cada uno de los tratamientos. Luego se obtuvo la utilidad, restando el precio de una vaca de descarte del precio de una vaca preñada. Para realizar el análisis, se dividió la utilidad dentro del costo de la preñez. Al finalizar, los datos se evaluaron según el Cuadro No. 8 (Castañer Martínez, 2014).

Cuadro No.7 Cuadro de decisión de análisis económico

RESULTADO	DECISIÓN
>1	El beneficio es económicamente rentable para el productor.
=1	El productor no obtiene beneficio ni pérdida.
<1	El beneficio no es económicamente rentable para el productor.

Fuente: Elaboración propia

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Porcentaje de preñez

6.1.1 Resultados

En el tratamiento 1, con protocolo Ovsynch se obtuvo una tasa de preñez de 30%, 3 de las 10 búfalas con este tratamiento resultaron gestantes (Cuadro No. 8), Mientras que en el segundo tratamiento con el protocolo Pre – Ovsynch, los resultados fueron de un 60%, con 6 de las 10 búfalas preñadas.

Cuadro No. 8 Resultados de palpación y % de preñez

TRATAMIENTO	TOTAL BUFALAS	BUFALAS PREÑADAS	% PREÑEZ
Ovsynch	10	3	30%
Pre – Ovsynch	10	6	60%

Fuente: Elaboración propia

El resultado del tratamiento 1 se encuentra arriba de los obtenidos por Joachin Ramos en 2008 (Cuadro No. 8), en donde evalúa el efecto de la inseminación artificial a tiempo fijo utilizando dispositivos intravaginales de progesterona, sobre la tasa de preñez en búfalas. En el estudio alcanzó un 13.64% de preñez (3 de 22 búfalas preñadas) (Joachin Ramos, 2008). Sin embargo, este porcentaje se encuentra por debajo del rendimiento obtenido por Morán Longo en 2004, donde analizó el Efecto de la sincronización del celo con norgestomet, valerato de estradiol y pmsg (Gonadotropina del suero de yegua preñada), sobre el porcentaje de preñez en búfalas de agua (*Bubalus bubalis*), en la que concluyó que el porcentaje de preñez fue de 53.33% (8 de 15 búfalas preñadas) (Moran Longo, 2004). Comparando el trabajo realizado por Sierra Schulz en 2002 en donde se evaluó el efecto del método de sincronización de la ovulación en búfalas de agua (*Bubalus bubalis*), el resultado del tratamiento 1 es

superior, pues en este estudio el porcentaje de preñez obtenido fue de 15.9% (Sierra Schulz, 2002).

En comparación con los resultados obtenidos por Crudeli et al, 2008, evaluando el efecto de diferentes variables sobre la preñez en búfalas sometidas a sincronización del celo e inseminación artificial a tiempo fijo, donde 125 de un total de 235 búfalas resultaron preñadas, obteniendo un 53% de preñez positiva. Este rendimiento se encuentra por encima de los obtenidos en este estudio con el tratamiento 1, con protocolo Ovsynch (Crudeli, y otros, 2008).

En el tratamiento 2, con protocolo Pre – Ovsynch se obtuvo una tasa de preñez de 60%, 6 de las 10 búfalas con este tratamiento resultaron gestantes. Este resultado se encuentra arriba de los obtenidos en el tratamiento 1, con el 30%, Joachin Ramos en 2008, con un 13.64%, Morán Longo en 2004, con el 53.33%, Sierra Schulz en 2002 con 15.9% y Crudeli et al, 2008, con 53% de preñez positiva.

Cuadro No. 9 Resultados de palpación y % de preñez

AUTOR	TRATAMIENTO	TOTAL BUFALAS	BUFALAS PREÑADAS	% PREÑEZ
Joachin Ramos	DIB de Prostaglandina	22	3	13.64%
Morán Longo	Norgestomet, Valerato de Estradiol y PMSG	15	8	53.33%
Sierra Schulz	Ovsynch	88	14	15.9%
Crudeli et al	Ovsynch	235	125	53%

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar el análisis estadístico de la prueba no paramétrica U de Mann – Whitney por medio del software Statistix versión 3.5, se obtuvo un valor de $p > 0.05$ (Ver Anexo 2). Por lo tanto, se acepta la hipótesis, no habiendo diferencia estadística significativa entre los resultados obtenidos en la tasa de preñez de los tratamientos 1 y 2 (30% y 60% respectivamente).

Los bubalinos se consideran una especie con estacionalidad reproductiva. A pesar de ser fértiles durante todo el año, la secreción de LH y FSH disminuye al bajar las horas luz. Al no haber suficiente estradiol para estimular el centro preovulatorio de LH, entonces no se produce la ovulación (Vale, 2011).

En comparación con el ganado bovino, los búfalos presentan dificultad de identificar las manifestaciones de celo, el momento apropiado para realizar la IA y poseen una amplia variación en la duración de los celos, los resultados del tratamiento 2 con un 60% de preñez permiten a los productores aprovechar de una forma eficiente el poco material genético de esta especie que se pueda conseguir en la región. Estos resultados permiten una mejora genética del hato nacional de búfalos, haciendo uso de forma eficiente tecnologías como la Inseminación Artificial.

6.2 Determinación de costos

6.2.1 Costo por tratamiento

En el Cuadro No. 10 se presentan los gastos incurridos en cada una de las búfalas y el total de cada tratamiento.

Cuadro No. 10 Determinación de costos por búfala y por tratamiento

DIA	DESCRIPCION	OVSYNCH (Q)	PRE – OVSYNCH (Q)
-28	Prostaglandina 50 ml	-	17.20
-14	Prostaglandina 50 ml	-	17.20
0	GnRH 50 ml	8.80	8.80
7	Prostaglandina 50 ml	17.20	17.20
9	GnRH 50 ml	8.80	8.80
	AGUJAS + JERINGAS	17.50	17.50
11	SEMEN	300.00	300.00
	INSUMOS	1.62	1.62
	VISITA MV	330.00	330.00
	TOTAL BUFALA	Q 676.92	Q 718.32
	TOTAL BUFALA US\$*	\$ 88.48	\$ 93.89
	TOTAL TRATAMIENTO	Q 6,769.20	Q 7,183.20
	TOTAL TRATAMIENTO US\$*	\$ 884.80	\$ 938.90

Fuente: Elaboración propia.

*Tipo de cambio 7.65

6.2.2 Utilidad

6.2.2.1 Ovsynch

En el Cuadro No. 11 se presenta la determinación de la utilidad con 3 de las 10 búfalas preñadas al implementar el protocolo Ovsynch.

Cuadro No. 11 Determinación de la utilidad con protocolo Ovsynch

No.	PREÑEZ	PESO	PRECIO DESCARTE (Q)*	PRECIO PREÑADA (Q)**	UTILIDAD (Q)	OVSYNCH (Q)	UTILIDAD NETA (Q)
1	+	1460	10220	15330	5110	676.92	4433.08
2	+	1400	9800	14700	4900	676.92	4223.08
3	+	1145	8015	12022.5	4007.5	676.92	3330.58
4	-	1498	10486	0	0	676.92	-676.92
5	-	1414	9898	0	0	676.92	-676.92
6	-	1544	10808	0	0	676.92	-676.92
7	-	1430	10010	0	0	676.92	-676.92
8	-	1454	10178	0	0	676.92	-676.92
9	-	1588	1588	0	0	676.92	-676.92
10	-	1533	10731	0	0	676.92	-676.92
	TOTAL	14466	Q 91,734	Q 42,052.5	Q 14,017.5	Q 6,769.2	Q 7,248.3

Fuente: Elaboración propia

*Precio descarte Q7.00/lb (US\$ 0.91)

**Precio preñada Q10.50/lb (US\$ 1.37)

Tipo de cambio 7.65

6.2.2.2 Pre – Ovsynch

En el Cuadro No. 12 se presenta la determinación de la utilidad con 6 de las 10 búfalas preñadas al implementar el protocolo Pre – Ovsynch.

Cuadro No. 12 Determinación de la utilidad con protocolo Pre – Ovsynch

No.	PREÑEZ	PESO	PRECIO DESCARTE (Q)*	PRECIO PREÑADA (Q)**	UTILIDAD (Q)	PRE – OVSYNCH (Q)	UTILIDAD NETA (Q)
1	+	1295	9065	13597.5	4532.5	718.32	3814.18
2	+	1165	8155	12232.5	4077.5	718.32	3359.18
3	+	1155	8085	12127.5	4042.5	718.32	3324.18
4	+	1270	8890	13335	4445	718.32	3726.68
5	+	1125	7875	11812.5	3937.5	718.32	3219.18
6	+	1135	7945	11917.5	3972.5	718.32	3254.18
7	-	1623	11361	0	0	718.32	-718.32
8	-	1174	8218	0	0	718.32	-718.32
9	-	1614	11298	0	0	718.32	-718.32
10	-	1278	8946	0	0	718.32	-718.32
TOTAL		12834	Q 89,838	Q 75,022.5	Q 25,007.5	Q 7,183.2	Q17,824.3

Fuente: Elaboración propia

*Precio descarte Q7.00/lb (US\$ 0.91)

**Precio preñada Q10.50/lb (US\$ 1.37)

Tipo de cambio 7.65

6.2.2.3 Resumen de costos

En el Cuadro No. 13 se resume los costos de aplicación de cada uno de los dos tratamientos y la utilidad obtenida por los mismos.

Cuadro No. 13 Resumen de costo de aplicación, utilidad neta y Beneficio – Costo por tratamiento

TRATAMIENTO	PROTOCOLO	COSTO (Q)	UTILIDAD NETA (Q)	BENEFICIO - COSTO
1	Ovsynch	6,769.2	7,248.3	1.07
2	Pre - Ovsynch	7,183.2	17,824.3	2.48

Fuente: Elaboración Propia

En base a la relación Beneficio – costo, podemos determinar que en ambos tratamientos el resultado es mayor a 1, por lo tanto, los dos resultados son económicamente viables. En el tratamiento dos es superior pues se obtiene un mayor resultado en la relación Beneficio – costo y el porcentaje de preñez es mayor (60%) que en el primer tratamiento.

VII. CONCLUSIONES

En base a las condiciones en las que se llevó a cabo la investigación podemos concluir lo siguiente:

- En base a los resultados obtenidos en la prueba no paramétrica U de Mann – Whitney y los planteados en la investigación, se acepta la hipótesis propuesta, no existiendo diferencia significativa en la tasa de preñez, evaluando dos métodos de sincronización de la ovulación (Ovsynch y Pre - Ovsynch) en búfalo de agua.
- Los resultados del porcentaje de preñez del tratamiento 1 con protocolo Ovsynch fue del 30%, en el tratamiento 2 con protocolo Pre – Ovsynch se obtuvo una tasa de preñez de 60%.
- Según el rendimiento obtenido en el análisis económico, en ambos tratamientos se obtuvieron resultados económicamente favorables para el productor.

VIII. RECOMENDACIONES

- Según los resultados obtenidos en el análisis beneficio - costo, se recomienda utilizar el tratamiento 2, con el protocolo Pre – Ovsynch, ya que por cada quetzal invertido se obtiene un retorno de Q1.48.
- El tratamiento con Pre – Ovsynch permite hacer más eficiente los resultados de la Inseminación Artificial en una especie con alta complejidad reproductiva y en un medio con poca disponibilidad de material genético de calidad superior.

IX. RESUMEN

Se evaluaron dos protocolos de sincronización de la ovulación (Ovsynch y Pre - Ovsynch) para determinar la tasa de preñez en Búfalas (*Bubalus Bubalis*) y evaluar los costos de aplicación por medio de la relación beneficio – costo. Al mes se diagnosticó la preñez por medio de palpación rectal. Los resultados de la tasa de preñez fueron de 30% con protocolo Ovsynch se, (3 de las 10 búfalas gestantes), y 60% con Pre – Ovsynch (6 de las 10 búfalas preñadas).

En base a la relación beneficio – costo, en ambos tratamientos el resultado fue mayor a 1, los dos resultados son económicamente viables. El tratamiento dos es superior pues se obtiene un mayor resultado en la relación beneficio – costo y el porcentaje de preñez es mayor (60%) que en el primer tratamiento.

Según el análisis estadístico no existe diferencia significativa en la tasa de preñez, evaluando dos métodos de sincronización de la ovulación (Ovsynch y Pre - Ovsynch) en búfalo de agua.

Debido a los resultados obtenidos en el análisis beneficio - costo, se recomienda utilizar el tratamiento 2, con el protocolo Pre – Ovsynch, ya que por cada quetzal invertido se obtiene un retorno de Q1.48. También permite hacer más eficiente los resultados de la Inseminación Artificial en una especie con alta complejidad reproductiva y en un medio con poca disponibilidad de material genético.

SUMMARY

The present study evaluated two synchronization protocols (Ovsynch and Presynch) to determine pregnancy rate in water buffaloes (*Bubalus bubalis*) and evaluate the cost of implementation through benefit – cost analysis. The results of the pregnancy rate was 30% with Ovsynch, (3 of 10 pregnant buffalo cows), and 60% with Presynch (6 of the 10 pregnant buffalo cows).

On the benefit – cost analysis, in both treatments the result was greater than 1, which concludes that the two results are feasible. Treatment two stands out because a better result is obtained in the benefit - cost and the pregnancy rate is higher (60%) than in the first treatment.

According to the statistical analysis there was no significant difference in the pregnancy rate, evaluating two methods of synchronization of ovulation (Ovsynch and Pre - Ovsynch) in water buffalo.

Due to the results obtained in the benefit - cost analysis, the second treatment is recommended, Presynch protocol, because for every quetzal invested, the rate of return is Q1.48. It also makes more profitable the results of Artificial Insemination on a high reproductive complexity specie on a low availability of quality genetic material surroundings

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agudelo Gómez, D. A., Cerón Muñoz, M. F., y Hurtado Lugo, A. (2007). *El búfalo como animal productor de carne: producción y mejoramiento genético*. Recuperado de SCIELO: <http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v4n2/v4n2/v4n2a07.pdf>
2. Almaguer Pérez, Y. (2007). *El Búfalo, una opción en la ganadería*. Recuperado de REDVET: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080807/08079.pdf>
3. Barboza Jiménez, G. (2010). *Bondades Ecológicas del Búfalo de Agua: Camino hacia la certificación*. Recuperado de Universidad de Costa Rica: <file:///C:/Users/User/Downloads/Bondades%20ecologicas%20bufalo%20agua.pdf>
4. Barrientos, M. (2004). *09109 Estadística Aplicada a la Producción Agrícola*. Guatemala: USAC. <http://www.uru.edu/fondoeditorial/libros/pdf/manualdestatistix/cap2.pdf>
5. Borghese, A. (2005). *Buffalo Production and Research*. Recuperado de FAO: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ah847e/ah847e.pdf>
6. *Bubalus Bubalis (Domestic water buffalo)*. (2013). Recuperado de ZipcodeZoo: http://zipcodezoo.com/Animals/B/Bubalus_bubalis/
7. Castañer Martínez, J. (2014). *Análisis Costo Beneficio*. Recuperado de Estudios Técnicos Inc.: http://gis.jp.pr.gov/Externo_Econ/Talleres/PresentationCB_JP_ETI.pdf
8. Castro Abaj, O. L. (2003). *Evaluación del Comportamiento Reproductivo con base al Intervalo Entre Partos en Hembras de Búfalo de Agua (Bubalus bubalis) en el Municipio de Panzos, Alta Verapaz*. Recuperado de Biblioteca USAC: http://biblioteca.usac.edu.gt/10/10_0978.pdf

9. Cavazos García, F. (2006). *Presynch y ovsynch como métodos para sincronizar la ovulación en vacas*. Recuperado de ABS México, S.A. de C.V.: <http://absmexico.com.mx/docs/presinch.pdf>
10. Crudeli, G. A. (2011). *Fisiología reproductiva del búfalo. Producción en Argentina*. Recuperado de Dialnet: file:///C:///Users/AVASCAL/Downloads/Dialnet-FisiologiaReproductivaDelBufaloProduccionEnArgenti-4835766.pdf
11. Crudeli, G. A., Patiño, E. M., Cedres, J. F., Gonzalez Fraga, J., Maldonado Vargas, P., Racioppi, O., . . . Pellerano, G. S. (2004). *Bufalos en Argentina*. Corrientes, Argentina: Moglia S.R.L.
12. Crudeli, G. A., Pellerano, G. S., Olazarri, M. J., Konrad, J. L., Patiño, E. M., & Cedres, J. F. (2008). *Efecto de diferentes variables sobre la preñez en búfalas sometidas a sincronización de celo e inseminación artificial a tiempo fijo*. Recuperado de Sitio Argentino de Producción Animal: http://www.produccion-animal.com.ar/inseminacion_artificial/154-Crudeli_Efecto.pdf
13. DeJarnette, M. (2008). *Ovsynch, CO-synch, Presynch and Kit-chensynch: How did breeding cows get so complicated?* Recuperado el de Select Sires: http://www.selectsires.com/programs/docs/ovsynch_cosynch_presynch.pdf
14. Espitia, A., Montes, D., Prieto, E., & Cervantes, E. (2014). *Caracterización de Parametros Productivos - Reproductivos de Ganado Bufalino, en Finca de San Marcos Sucre, Colombia*. Recuperado de Revista Colombiana Ciencia Animal: <http://www.recia.edu.co/documentos-reci/vol6num1/originales/A10-ORIGINAL-06-01-2014-BUFALO-ARTICULO.pdf>
15. Fábio, d. S., Luciana, G. B., Marivaldo, R. F., Priscila, d. F., Maiara, M. L., & Antônio Xavier, d. N. (2010). *Controle de Toxocara vitulorum em búfalos jovens em Presidente Médici, Rondônia, Brasil*. Recuperado de <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/38601/1/cot357-bufalos.pdf>
16. Fundora, O., González, M. E., Tuero, O., & Vera, A. M. (2003). *Comparación del comportamiento productivo y la conducta de búfalos de río y vacunos*

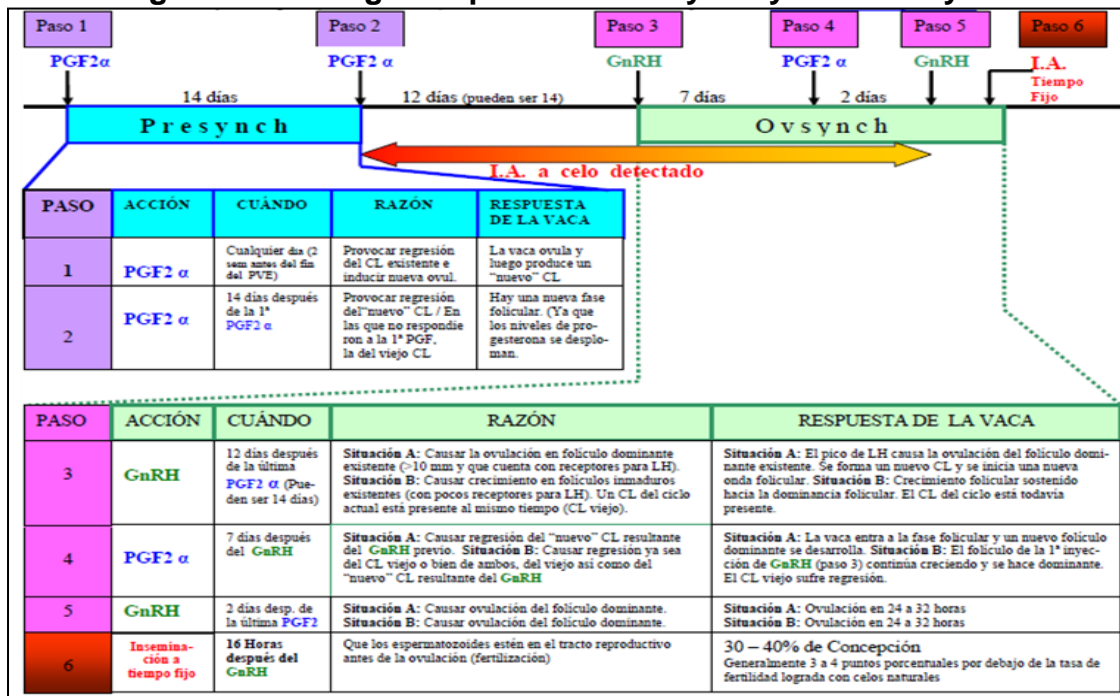
acebuados en pastoreo en la etapa de crecimiento-ceba. Recuperado de Redalyc: <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193018061009.pdf>

17. Galindo, W. f. (1998). *El Amansamiento y Adiestramiento de Bufalos para Trabajo*. Recuperado de Agronet: http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/200681495420_Bufalos%20para%20trabajo.pdf
18. Herrera, F., Velasco, C., Denen, H., & Radulovich, R. (1994). *Fundamentos de Analisis Económico*. Turrialba: CATIE.
19. Hincapie, J. J., & Campo Pipaon, E. (2008). *Cría y Manejo del Bufalo de Agua*. Tegucigalpa: Lithocom S. de R. L.
20. Joachin Ramos, S. J. (2008). *Efecto de la Inseminacion Artificial a Tiempo Fijo utilizando Dispositivos Intravaginales de Progesterona, Sobre la tasa de Preniez en Bufalas*. Recuperado de Biblioteca USAC: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_1133.pdf
21. López, H. (2006). *Consideraciones fundamentales para la implementación de programas de inseminación artificial a tiempo fijo*. Recuperado de ABS México, S.A. de C.V.: <http://absmexico.com.mx/docs/consider.pdf>
22. Molinero, L. (2011). *Comparación de un resultado de tipo ordinal entre dos muestras independientes*. Recuperado de Asociación de la Sociedad Española de Hipertensión: <http://www.seh-lelha.org/pdf/mannw.pdf>
23. Montes, H. V. (2014). Ingeniero Agronomo. (G. Abascal, Entrevistador)
24. Moran Longo, J. A. (2004). *Efecto de la sincronizacion del celo con Norgestomet, Valerato de Estradiol y PMSG, sobre el porcentaje de preniez en bufalas de agua (Bubalus bubalis)*. Recuperado de Biblioteca USAC: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_0905.pdf
25. Patiño, E. M. (2009). *Leche de Bufala versus Leche de Vaca*. Recuperado de Sitio Argentino de Produccion Animal: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/razas_de_bufalos/53-leche.pdf

26. Patiño, E. M. (2011). *Producción y calidad de la leche bubalina*. Recuperado de Dialnet: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835762>
27. Ramirez, J. F., Rojas, J. D., Marulanda, J., Medina, S., & Alvarez, N. (2006). *Evaluación del protocolo (Ovsynch) de inseminación artificial a tiempo fijo y diagnostico temprano de gestacion en búfalas de agua (Bubalus bubalis) durante la estacion reproductiva 2005*. Recuperado de Sitio Argentino de Producción Animal: http://www.produccion-animal.com.ar/inseminacion_artificial/84-SimposioDeBufalos2006_201.pdf
28. Sánchez Sánchez, A. (2010). *Parametros Reproductivos de Bovinos en Regiones Tropicales de México*. Recuperado de Universidad Veracruzana: http://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2012/12/Sanchez-2010._Parametros-reproductivos-bovinos.pdf
29. Sierra Schulz, E. A. (2002). Efecto del método de sincronización de la ovulación en bufalas de agua (*Bubalus bubalis*). Guatemala: Usac.
30. Vale, W. G. (2011). *Reproducción en hembras bufalinas: inseminación artificial y reproducción asistida*.

XI. ANEXOS

Figura No. 3 Diagrama protocolo Ovsynch y Pre – Ovsynch



Fuente: (Cavazos García, 2006)

Anexo No. 1 PRUEBA NO PARAMETRICA U DE MANN – WHITNEY

STATISTIX 3.5
16, 10:25
ID: abascal

19 JAN

RANK SUM TWO SAMPLE (MANN-WHITNEY) TEST FOR OVSY VS PREOVSY

VARIABLE	RANK	SUM	SAMPLE SIZE	U	STAT	AVERAGE RANK
OVSY	90.00		10	35.00		9.0
PREOVSY	120.0		10	65.00		12.0
TOTAL	210.0		20			

EXACT PROBABILITY OF A RESULT AS OR MORE EXTREME
THAN THE OBSERVED RANKS (1 TAILED P VALUE)
P<0.01)

0.2245 (No significativo)

NORMAL APPROXIMATION WITH CONTINUITY CORRECTION
TWO TAILED P VALUE FOR NORMAL APPROXIMATION
P<0.01)

1.096

0.2730 (No significativo)

TOTAL NUMBER OF VALUES WHICH WERE TIED 20
MAX. DIFF. ALLOWED BETWEEN TIES 1.0E-0005

CASES INCLUDED 20 MISSING CASES 0

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

**COMPARACIÓN DE DOS ESQUEMAS DE SINCRONIZACIÓN DE
LA OVULACIÓN (OVSYNCH Y PRE – OVSYNCH) Y SU EFECTO EN
LA TASA DE PREÑEZ EN BÚFALAS DE AGUA (*Bubalus bubalis*)**

f. _____
Guillermo Antonio Abascal Ferriño

f. _____
M.Sc. Fredy Rolando González
Guerrero
Asesor Principal

f. _____
Lic. Zoot. Sergio Antonio Hernández
De La Roca
Asesor

f. _____
Lic. Zoot. Gabriel Gerardo Mendizábal Fortún
EVALUADOR

IMPRÍMASE

f. _____
M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
DECANO