

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Programa de Medicina Veterinaria



Análisis comparativo en la producción de leche y peso al destete en búfalas lechera (*Bubalus bubalis*) bajo uno y dos ordeños diarios en el último tercio de lactancia en una bufalera en el municipio de Pelaya (Cesar)

David Antonio Quiroga Jiménez

Bogotá, Colombia
2015

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Programa de Medicina Veterinaria



Análisis comparativo en la producción de leche y peso al destete en búfalas lechera (*Bubalus bubalis*) bajo uno y dos ordeños diarios en el último tercio de lactancia en una bufalera en el municipio de Pelaya (Cesar)

David Antonio Quiroga Jiménez
Código: 14081067

Director
Dr. Geovanny Mendoza Sánchez

Bogotá, Colombia
2015

INTRODUCCIÓN

El búfalo es una especie que desde su domesticación ha servido al hombre de diversas formas, principalmente se usó para trabajo, ya que estos animales pueden cargar grandes cantidades de peso; adicional a esto desde hace muchos años el búfalo se ha venido utilizando para la producción de leche, de carne y cuero debido a sus bondades y calidad en cada uno de estos productos.

El búfalo tiene una gran capacidad adaptativa, puede estar a alturas desde el nivel del mar hasta alturas por encima de los 3000 msnm, debido a su rusticidad puede producir leche prácticamente a cualquier altitud.

Otra de sus bondades y características es su longevidad, en Colombia, como en varios países del mundo, las búfalas utilizadas para la producción de leche pueden ser activas hasta más de 20 años, sin implicar algún tipo de disminución en su producción.

También es conocida por su capacidad de sobrevivir en condiciones alimentarias donde otras especies como los bovinos no podrían, su capacidad de poder alimentarse de pastos maduros y malezas, crean una brecha enorme entre los lugares en los que se pueden producir búfalos en comparación del ganado bovino; esto también implica que en periodos de sequía, los búfalos están mejor capacitados que la mayoría de las especies productoras de leche a sobrevivir y aun así producir leche para la venta; si por el contrario es un periodo de lluvias e inundaciones, los búfalos también presentan ventajas sobre otras especies, ya que ellos por su propia naturaleza son animales que pasan mucho tiempo en el agua, mientras animales como los bovinos son más propensos a enfermedades podales en los periodos de inundaciones, los búfalos están hechos anatómicamente para poder sobrevivir en estas adversidades sin presentar mayores cambios.

En Colombia, el búfalo se ve como una especie ganadera promisoriosa, no solo por sus ventajas adaptativas y rusticidad en comparación con los bovinos, sino por la calidad y demanda de sus productos (carne y leche) en el medio nacional. Desde su llegada a nuestro país hace aproximadamente unos 60 años, el búfalo siempre se ha visto como una verdadera opción para producción y trabajo y se plantea como la especie apropiada para criar en Colombia según muchos conocedores del tema ganadero en Colombia.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Latinoamérica, Colombia ya representa uno de los países donde está creciendo la producción bufalina, y según la Asociación Colombiana de Criadores de Búfalos ACB, ocupa el tercer puesto en inventario animal después de Brasil y Venezuela. En Colombia, la especie bufalina está creciendo de manera importante dentro del sector pecuario, por lo que no existen muchos estudios en cuanto a productividad se refiere, por lo cual existe un gran vacío en relación al comportamiento productivo de los búfalos en nuestro país, especialmente en relación a la producción lechera, es debido a esto que este estudio pretende evaluar el impacto que tiene el uso de un sistema de un ordeño comparándolo con un sistema de doble ordeño, y así, poder establecer parámetros y estrategias de manejo para que los productores puedan aplicar en sus ganaderías, puesto que se ha evidenciado en diferentes estudios de diversos países, que el aumento de número de ordeños (de uno a dos) es viable, rentable, la adaptación de los animales es buena y no tiene mayores complicaciones para su implementación.

Dado que el sistema de manejo de las bufaleras en el país es poco tecnificado y normalmente solo se dejan los animales en los potreros (Cervantes, 2010), es difícil la instauración de registros productivos y reproductivos de los animales, o cualquier tipo de indicador, teniendo en cuenta que implementación de estos es una ayuda importante para controlar todos los factores que afectan la producción de los sistemas ganaderos.

El desarrollo de este trabajo, además de promover futuras investigaciones sobre la producción de leche en búfalas y su relación con el peso del bucerros al destete, es de gran apoyo para todos los productores y criadores de búfalos del país, ya que la mayoría de ganaderías bufalinas ordeñan únicamente una vez al día sin conocer el potencial productivo de sus animales enmarcados dentro de un sistema de producción que sea sostenible. Fueron analizados los dos últimos meses de la lactancia de las búfalas, debido a que en la actualidad no es fácil entrar a cambiar las metodologías tradicionalistas de los productores y escepticismo de los mismo al cambio, temores y diferentes razones que creían perjudiciales para sus ganaderías, al realizar cambios en sus prácticas de manejo; por esto se desarrolló una prueba piloto para evaluar el efecto de la implementación de dos ordeños en las búfalas, buscando establecer estrategias de eficiencia productiva, en este orden de ideas, se espera que de ser favorables y viables los resultados, podría ser de gran utilidad para empezar nuevos proyectos en varias ganaderías, con el respaldo científico y estadístico destacando que en la especie bufalina el doble ordeño diario es una excelente opción dentro de un sistema ganadero.

OBJETIVOS

Objetivo general

Estudiar la relación existente entre la producción de leche de búfala (*Bubalus bubalis*) bajo sistemas de uno y dos ordeños diarios en el último tercio de lactancia y el peso al destete de los bucerros en el municipio de Pelaya (Cesar)

Objetivos específicos

- Evaluar las diferencias en la producción de leche (litros) comparando uno y dos ordeños diarios
- Correlacionar el peso al destete de los bucerros con la producción de leche en ambos sistemas (uno y dos ordeños diarios)

HIPÓTESIS

Nula

No hay diferencia en la producción de leche entre búfalas bajo uno o dos ordeños diarios y su relación con el peso de los bucerros al destete.

Alternativa

Si hay diferencia en la producción de leche entre búfalas bajo uno o dos ordeños diarios y su relación con el peso de los bucerros al destete.

MARCO TEÓRICO

1. Origen y distribución del búfalo en el mundo

Al igual que los bovinos, el búfalo se clasifica zoológicamente en la familia *Bovidae* y en la subfamilia *bovinae* (Crudeli, Couto, Patiño, Jorge, 2008). Dentro de las especies de búfalos encontramos la *Bubalus*, en donde a su vez se encuentran tres sub especies que son la *Bubalis*, *Karebau* (*Carabao*) y *Fulvus*.

La especie *Bubalus* también se clasifica en búfalo de agua o río (*Bubalus bubalis bubalis*) y de pantano (*Bubalus bubalis karebau*). El *Bubalus bubalis*, también denominado búfalo doméstico posee un número menor de cromosomas comparado con el bovino (50 vs 60), lo cual hace incompatible el cruzamiento, a su vez, el búfalo de agua tiene 50 cromosomas y el de pantano 48, lo cual hace viable su cruzamiento (Crudeli et al, 2008).

Según la FAO (2014) el búfalo se encuentra actualmente distribuido en todos los continentes, con una población aproximada de 168 millones de cabezas en donde Asia posee más del 95% de estas, África el 2%, América otro 2% y Europa y Oceanía menos del 1%.

El búfalo tuvo su origen en Asia en donde hay registros de su uso como animal doméstico desde hace 4500 años en la región ocupada hoy en día por India y Pakistán. Con el pasar del tiempo fueron llevados primero a África, luego a Europa, a Oceanía y posteriormente a América (Nascimento, 1993).

2. Razas bufalinas lecheras más importantes

2.1 Jafarabadi

Esta raza es originaria de la India, tiene un cuerpo largo y con gran capacidad torácica, como se observa en la imagen 1 posee una cabeza grande con un desarrollo del hueso

frontal, su piel es negra y sus cuernos descienden a los costados de la cara, delante de las orejas y terminan en forma de rulo (Moioli y Borghese, 2005).

Esta raza es muy buena productora tanto de carne como de leche, su producción está entre 1800 y 2700 litros de leche por lactancia con un porcentaje de grasa entre el 8 y el 10% en 350 días que dura esta (Moioli et al, 2005).

Según Borghese y Moioli (2005) un macho adulto de esta raza puede pesar entre 700 y 1500 kg y las hembras entre 600 y 950 kg.



Imagen 1. Raza Jafarabadi; Fuente: Quiroga D, 2013, Bufalera Las Tapias, Pelaya, Cesar

2.2 Mediterránea

Esta raza es originaria de Europa, más específicamente de Italia, tiene una cara alargada y angosta, su cabeza es convexa y tiene los cuernos dirigidos hacia atrás con las puntas cerradas hacia arriba en forma de media luna (Moioli et al, 2005), como se evidencia en la imagen 2.

La producción de leche en unos 270 días de lactancia oscila entre 900 y 4000 litros, con un porcentaje de grasa casi siempre rondando el 8% (Moioli et al, 2005). Los machos de esta especie pueden llegar a pesar 800 kg y las hembras unos 600 kg (Borghese et al, 2005).



Imagen 2. Raza Mediterranea; Fuente: Quiroga D, 2013, Bufalera Las Tapias, Pelaya, Cesar

2.3 Murrah

Esta raza es originaria de la India, su cuerpo es grande, de piel negra y normalmente con pelos en la región torácica, los cuernos son pequeños, delgados y enroscados hacia atrás (Moioli et al, 2005), se pueden ver estas características de su cabeza en la imagen 3.

Esta raza tiene una lactancia aproximada de 300 días en las que puede producir de 1500 a 2200 litros de leche con un porcentaje de grasa entre 6,5 y 7,5% (Moioli et al, 2005).

Los machos pueden llegar a pesar 800 kg y las hembras hasta 700 kg (Borghese et al, 2005).



Imagen 3. Raza Murrah; Fuente: Quiroga D, 2013, Bufalera Las Tapias, Pelaya, Cesar

2.4 Nili-Ravi

Esta raza es originaria de la India, esta raza generalmente es negra, aunque pueden ser marrón oscuro, su principal característica son sus grandes ojos blancos con iris azul, como se ven claramente en la imagen 4, normalmente presentan manchas blancas en la cara, hocico, miembros y un mechón en la cola, los cuernos son similares a los Murrah y su cuerpo puede ser un poco robusto (Moioli et al, 2005).

La lactancia generalmente es de 305 días en donde puede producir hasta 2700 litros de leche, con un porcentaje de grasa casi siempre igual a 6,5% (Moioli et al, 2005).

Los machos no llegan a pesar más de los 800 kg y las hembras alcanzan un peso máximo de 500 a 550 kg (Borghese et al, 2005).



Imagen 4. Raza Nili Ravi; Fuente: Quiroga D, 2013, Bufalera Las Tapias, Pelaya, Cesar

3. El búfalo en Colombia

Según Cevantes (2010), la producción bufalina ha tenido mucho auge en los últimos años debido a su viabilidad y adaptación al trópico colombiano, también a su capacidad de producir carne, leche y trabajo.

Las principales razas que se encuentran en nuestro país son Murrah, Jafarabadi, Mediterránea, Nili-Ravi y cruces entre éstas cuatro, las cuales vienen principalmente de Brasil, Trinidad y Tobago y Venezuela (Cervantes, 2010).

En la actualidad existen alrededor de 170 mil cabezas de búfalos en el país, de las cuales la gran mayoría se encuentran en el Magdalena medio, los llanos orientales, Santander y Cundinamarca, en donde se producen aproximadamente 40000 litros diarios de leche a un promedio de precio de \$ 1617 COP por litro (COLANTA, 2008).

4. Nutrición en búfalos

Los búfalos son animales herbívoros y aunque llevan mucho tiempo domesticados, es muy poco lo que se sabe sobre los requisitos nutricionales de estos animales (Mendes, Lima y Caroline, 2011).

Los búfalos y los bovinos (especie con la cual se suele comparar las dietas) tienen muchas diferencias en cuanto a la fisiología ruminal, con respecto a su movilidad, tamaño y flora ruminal, volumen en el líquido retículo-ruminal y eficiencia de conversión del caroteno en vitamina A (Mendes et al., 2011).

El consumo de materia seca según los resultados de varios experimentos realizados en la India comparando búfalos y bovinos, muestran que en los búfalos es considerablemente mayor que en los bovinos (Crudeli et al., 2008).

En cuanto a la microbiología del rumen, existen varias diferencias comparado con los bovinos: las concentraciones de ácidos grasos volátiles, nitrógeno amoniacal, nitrógeno bacteriano y ciertos electrolitos como el potasio y el calcio fueron más altos en el licor ruminal de los búfalos que de los bovinos, sometidos a una dieta igual durante este estudio (Mendes et al., 2011).

Según Kennedy (1992), encontraron una mayor transferencia de urea en la sangre en el rumen de los búfalos, lo cual indica una mayor tasa de reciclaje de nitrógeno en el rumen de los búfalos y por consiguiente una mayor eficiencia en la utilización del nitrógeno por parte de los búfalos.

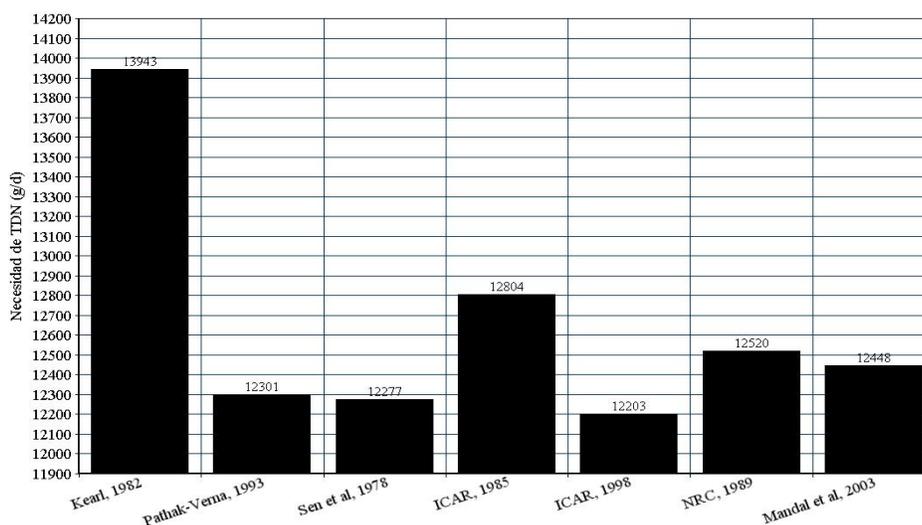
Casi todos los estudios microbiológicos que se hacen en el rumen de los búfalos, muestran una gran diferencia a la de los bovinos, sobre todo cuando se habla de bacterias celulolíticas, proteolíticas y lipolíticas, que se ven en mayor concentración en el rumen de los búfalos, en donde llegan a ser 7,5 veces mayor (Mendes et al., 2011).

Las especies de bacterias celulolíticas *Ruminococcus flavifasciens* y *R. albus* son predominantes en bovinos, mientras que *Fibrobacter succinogenes* y *R. flavifasciens* predominan en el rumen del búfalo. La *Fibrobacter succinogenes* posee actividad celulolítica mayor que la de *Ruminococcus* (Mendes et al., 2011). El *Fibrobacter succinogenes* es una bacteria que es capaz de convertir la biomasa de las plantas, incluso cuando estas están convertidas en fibra, ya que tiene una capacidad celulolítica extraordinaria ya que a diferencia de otras bacterias celulolíticas, esta no degrada la celulosa utilizando celulosoma, sino produciendo extracelularmente altas cantidades de enzimas de celulasas (Suen y Weimer, 2011).

Se encontró también, que el búfalo retiene su consumo por más tiempo en el rumen-retículo que los bovinos, por esto los búfalos tienen una tasa de pesaje de los alimentos más alta que los bovinos, aunque en algunos estudios en crías de ambas especies difieren en este resultado, por lo cual es todavía inexacto lo que se pueda afirmar sobre la tasa de pesajes en estas dos especies (Mendes et al., 2011). Varios estudios respaldan lo que afirma Mendes (2011) en cuanto a que la retención de nitrógeno es mayor en los búfalos que en los bovinos, por ejemplo, Saini y Ray (1964), encontraron que este balance de altas concentraciones de nitrógeno en los búfalos es inherente a la especie y también sus altas concentraciones de urea en sangre, lo cual se define como un beneficio, ya que esta capacidad de reciclaje permite a esta especie bufalina enfrentarse a épocas en donde las concentraciones de nitrógeno en las dietas son bajas.

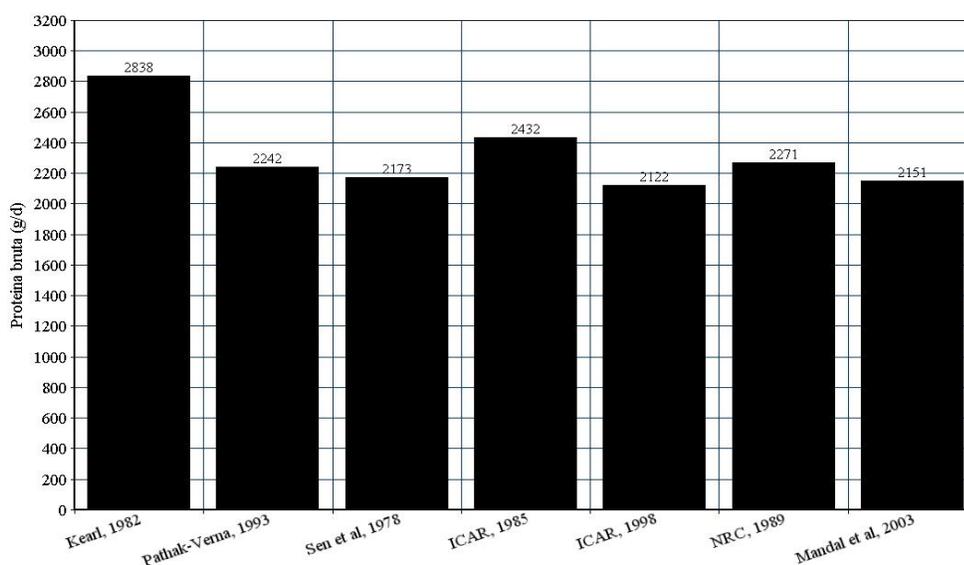
Los requerimientos nutricionales de las búfalas para producción de leche son variables según estudios realizados por diferentes autores como se ven en los gráficos 1 y 2, dependiendo en la etapa en la que estén, para la producción de leche se requiere tener dos requerimientos, los cuales son para mantenimiento y para producción de leche, por eso Mendes (2011) plantea estas necesidades en los gráficos 1 y 2:

Gráfico 1. Necesidades de TDN (g/d) según diferentes autores



Adaptado de Mendes, 2011

Gráfico 2. Necesidades de proteína bruta (g/d) según diferentes autores



Adaptado de Mendes, 2011

Igualmente, Paul, Mandal y Pathak (2002), realizaron un estudio, en donde se estima los requerimientos nutricionales diarios para varias funciones en los búfalos en lactancia, cuyos resultados se ven en la tabla 1:

Tabla 1. Requerimientos nutricionales diarios para mantenimiento, producción de 1kg de leche y 1 kg de carne

Peso corporal (kg)	MS (kg)	PB (g)	PD (g)	NDT (kg)	EM (Mcal)
	Requerimiento para mantenimiento				
400	5,35	485	280	3,16	11,4
450	5,85	530	307	3,45	12,5
500	6,33	574	332	3,74	13,5
550	6,8	617	357	4,01	14,5
600	7,26	658	380	4,28	15,5
650	7,7	699	404	4,55	16,4
700	8,15	739	427	4,81	17,4
Grasa (%)	Requerimiento para producción de 1 kg de leche de acuerdo con el % de la grasa				
	5	0,608	80	49	0,359
5,5	0,648	85,1	52	0,383	1,39
6	0,688	90,3	55,2	0,406	1,47
6,5	0,728	95,5	58,5	0,429	1,55
7	0,768	101	61,6	0,453	1,64
7,5	0,807	106	64,8	0,476	1,72
8	0,847	111	68	0,499	1,8
Requerimiento para ganancia de 1 kg de peso corporal					
	3,37	330	230	1,97	7,12

Adaptado de Paul, 2002

Para calcular un suplemento, Thiago y Silva (2001), plantea el conocimiento previo de cuatro factores antes de sacar el respectivo cálculo:

- Composición nutricional de la pastura
- Consumo de pastura
- Identificación de las deficiencias nutricionales del animal
- Composición nutricional de los ingredientes del suplemento

La composición de la pastura es determinada mediante la recolección del material de una forma similar a como el animal se alimentaría en su pastoreo.

El consumo de pastura que para un búfalo adulto puede representar del 8 al 10% del peso corporal.

Para identificar las deficiencias se debe tener en cuenta de las necesidades del animal y la oferta de pastura.

La elección de la composición del suplemento se deberá hacer en función del costo unitario de cada nutriente a ser suplementado.

5. Pasto *Brachiaria plantaguinea* (Brachipará)

Esta especie de pasto se da desde Florida (USA), pasando por Centroamérica y Suramérica, es una hierba estolonífera que crece de 60 hasta 100 cm de alto, con hojas alternas, dispuestas en dos hileras sobre el tallo y se encuentra principalmente en la zona cafetera y el Magdalena medio en nuestro país (Bernal, 2003).

Crece muy bien en suelos húmedos con un pH entre 4 y 6, a alturas de 0 a 1800 msnm, su temperatura óptima oscila entre los 17 y 27°C y se adapta a climas donde hay una precipitación anual de 1000 a 3000 mm (Bernal, 2003).

Este pasto usa únicamente para pastoreo y como se aprecia en la tabla 2, tiene los siguientes valores nutricionales según Bernal (2003):

Tabla 2. Valores nutricionales del pasto *Brachiaria plantaguinea* (Brachipará)

Valores nutricionales del pasto <i>Brachiaria plantaguinea</i> (Brachipará) (%)	
Proteína cruda	7 - 9,8
Digestibilidad	59,8 - 72
Materia seca	17
FDN	67,8
FDA	44,2
EE	1,3
Cenizas	7 - 9,1

Adaptado de Bernal, 2003

Este forraje sin fertilizar puede producir 10,3 ton/ha/año y fertilizando hasta 15 ton/ha/año; tiene 21 días de descanso y es muy sensible a la sombra (Bernal, 2003).

6. Metabolismo ruminal

Los rumiantes tienen como característica la capacidad de alimentarse a partir de forrajes o pastos, esta característica se basa en la capacidad de poder degradar las estructuras de estos pastos principalmente compuestas por hidratos de carbono, como lo son la celulosa, hemicelulosa, y pectina, las cuales son muy poco digestibles en las especies que no son rumiantes o que tienen estómago simple (Relling y Mattioli, 2003).

La mayor parte de la degradación del alimento es por fermentación y no por acción de enzimas digestivos, dichos procesos fermentativos son realizados por diferentes tipos de microorganismos que habitan en el rumen en los divertículos estomacales (DE), esta digestión fermentativa favorece al rumiante ya que le permite degradar los hidratos de carbono estructurales y también afecta a todos los demás ingredientes de la dieta ya que están expuestos a los mismos efectos fermentativos (Relling et al., 2003).

El estómago en un animal adulto puede ocupar hasta el 75% de la cavidad abdominal y en conjunto con su contenido pueden representar el 30% del peso del animal vivo. Se divide en cuatro cavidades: el rumen, el retículo, el omaso y el abomaso, este último con la capacidad glandular de un estómago de un no rumiante, mientras que los tres restantes están recubiertos por un epitelio queratinizado y carecen de glándulas (Relling et al., 2003).

Todas las divisiones del estómago, poseen cuatro capas típicas de los órganos tubulares del aparato digestivo, histológicamente hablando. La mucosa, cubierta por un epitelio

plano estratificado queratinizado y aglandular en los DE, cambia de forma abrupta en el abomaso a un epitelio cilíndrico simple que cubre una lámina propia rica en glándulas del mismo tipo que las halladas en la zona pilórica y fúndica en los no rumiantes, la capa muscular de la mucosa está ausente en el rumen y la submucosa está formada por tejido conjuntivo laxo con una amplia red de vasos sanguíneos y plexos nerviosos (plexo de Meissner) (Relling et al., 2003).

Los divertículos estomacales reciben una amplia inervación vegetativa, principalmente parasimpática a través del nervio vago, las ramas izquierdas y derechas de este nervio se bifurcan cerca del diafragma en ramas dorsal y ventral, los dos pares de ramas dorsales se unen en un tronco dorsal único y las ramas ventrales hacen lo mismo formando el tronco ventral, la rama dorsal va a inervar al rumen y la curvatura menor del abomaso, la rama ventral que ya viene dividida, atraviesa el diafragma y va a inervar el omaso y la curvatura mayor del abomaso; la irrigación del estómago proviene de la arteria celíaca y la sangre venosa es recogida por la vena esplénica y la gastroduodenal, las cuales desembocan en la vena porta (Relling et al., 2003).

El rumiante nace con un aparato digestivo el cual se asemeja al de un no rumiante en cuanto a estructura y funcionalidad, el neonato tiene un aparato digestivo adaptado a una dieta láctea, por esa razón los DE no son funcionales, son de un tamaño pequeño y el cierre de la gotera esofágica desvía la leche directamente al abomaso, bajo condiciones normales, la alimentación de los DE se van desarrollando mientras empiezan a volverse funcionales a partir de la octava semana de vida, donde el animal ya se alimenta a partir de sólidos y permiten una dieta fermentativa propia de un adulto (Relling et al., 2003).

La transición de lactante a rumiante es un proceso que se da casi siempre después de las ocho semanas de nacido, esto implica una serie de adaptaciones que tiene que hacer tanto en morfología, cambios metabólicos y así mismo en su funcionalidad. El desarrollo del aparato digestivo tiene muchas variables, entre ellas el tipo de dieta ya que los animales que siguen lactando y no empiezan a consumir sólidos paulatinamente desde la cuarta semana, pueden presentar un sistema digestivo de lactante y DE rudimentarios hasta después de las trece semanas, ya que con un consumo mayor de alimento sólido a más temprana edad, generará un sistema digestivo adulto en más corto tiempo (Relling et al., 2003).

El desarrollo de las papilas ruminales es mediado por los cambios de concentración de los ácidos grasos volátiles (AGV), como método de adaptación para aumentar la superficie de absorción, una dieta baja en energía genera un bajo desarrollo papilar en cambio las dietas con cantidades correctas de energía pueden ser muy beneficiosas para el desarrollo de las papilas ruminales (Relling et al., 2003).

Los rumiantes nacen con una flora bacteriana que se va desarrollando a medida que los DE también, en la primera semana se puede encontrar bacterias celulolíticas en los DE primitivos, durante las tres primeras semanas aumenta la flora encargada de producir el

lactato y en la sexta semana anormalmente ya se puede encontrar las especies de flora bacteriana que se encontraría en un adulto. La flora intestinal también presenta cambios dependiendo del calostrado, ya que antes de este es común encontrar bacterias como *E. coli*, *Streptococos* y *Clostridium welchii*, mientras que después del calostrado los lactobacilos predominan (Relling et al., 2003).

La flora lactogénica del rumen tiene sus inicios debido al escape esporádico de leche de la gotera esofágica, estos escapes propician un descenso temporal en el pH del rumen que aún está involucionado, esto retrasa el crecimiento de los protozoos los cuales presentan una sensibilidad muy alta al pH ácido, y su única forma de desarrollarse en el rumen es a través del “contagio” desde otro adulto ya sea por el alimento sólido o por el agua, si este evento no ocurre, es muy probable que los rumiantes no desarrollen o desarrollen muy poco su fauna ruminal. Metabólicamente, la principal fuente de energía que se absorbe pasa de ser glucosa a ser AGV, por lo cual se generan cambios metabólicos que incluyen la gluconeogénesis y la alternativa de utilizar el acetato como fuente energética o cetogénica (Relling et al., 2003).

Los microorganismos que se responsabilizan de la digestión fermentativa incluyen bacterias, protozoos y hongos. Las bacterias representan la fracción más importante de la flora ruminal durante la vida del animal, como se muestra en la Tabla 3, existen una gran variedad de bacterias y sus respectivas clasificaciones, en base a los sustratos que emplean y los productos finales de su fermentación:

Tabla 3. Clasificación de las bacterias ruminales

Grupo de bacterias	Característica funcional	Principales productos finales de su metabolismo
Celulolíticas	fermentan hidratos de carbono estructurales de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y pectinas)	AGV (especialmente acetato)
Amilolíticas	fermentan hidratos de carbono de reserva de granos (almidón)	AGV (especialmente propionato)
Sacarolíticas	fermentan hidratos de carbono simples (azúcares vegetales)	AGV (especialmente butirato)
Lactolíticas	metabolizan el lactato	AGV (especialmente propionato)
Lipolíticas	metabolizan las grasas	Ácidos grasos libres y AGV (especialmente propionato)
Proteolíticas	degradan las proteínas	AGV y amoníaco (NH ₃)
Metanógenas	producen metano	Metano (CH ₄).
Ureolíticas	hidrolizan la urea	CO ₂ y NH ₃ .

La importancia de las bacterias es que ellas son las encargadas de la mayor parte de la actividad celulolítica del rumen y también son capaces de sintetizar sus proteínas a partir de compuestos nitrogenados no protéicos (NPN), especialmente el amoníaco (NH₃) (Relling et al., 2003).

Los protozoos son la microfauna ruminal, se desarrollan favorablemente a pH superior a 6 y no son imprescindibles para la función ruminal, ni para la supervivencia del animal, estos tienen una baja capacidad celulolítica, pero facilitan la fermentación amilolítica ya que consumen a estas bacterias y además engloban trozos de almidón que pasan al intestino dentro del protozoo y evitan la fermentación ruminal, siendo de esa forma una fuente directa de glucosa para el animal (Relling et al., 2003).

Los hongos abarcan alrededor del 8% de toda la biomasa ruminal y poseen una gran actividad celulolítica, sobre todo cuando el animal consume forrajes demasiado maduros, los hongos son poco predominantes en el rumen ya que su tasa de multiplicación comparada con la de las bacterias es muy baja, incluso habiendo bacterias como el *Ruminococcus spp* que reprime su crecimiento (Relling et al., 2003).

Los hidratos de carbono poseen una degradación diferente dependiendo del tipo que sea, están los de reserva, los estructurales y los azúcares. Por su estructura los hidratos de carbono se pueden clasificar en polisacáridos de reserva, como el almidón, polisacáridos estructurales como es el caso de la celulosa, la hemicelulosa y la pectina y los azúcares en los cuales se encuentran los disacáridos y los monosacáridos (Relling et al., 2003).

El almidón es un polímero de moléculas ordenadas de D-glucosa como una cadena lineal de enlaces glucosídicos alfa 1-4 en la amilosa, alfa 1-6 en la amilopectina con ramificaciones a partir de las uniones glucosídicas. Al igual que todos los almidones, por ser del tipo alfa, son desdoblados por los microorganismos amilolíticos del rumen como por la amilasa pancreática del animal. El almidón está presente principalmente en los granos, poseen bajas cantidades de agua y aportan energía en poco volumen, este es atacado por las bacterias Amilolíticas las cuales desdoblan la glucosa para producir AGV, sobretodo propionato, el almidón posee una capacidad altamente digestible en el rumen y la porción que llega al intestino puede ser degradada por la amilasa pancreática y así se puede absorber como glucosa y favorece al rumiante al ser una fuente directa de esta (Relling et al., 2003).

La celulosa, hemicelulosa y la pectina, que son los hidratos de carbono estructurales, reciben este nombre debido a que sirven de estructura y sostenimiento del vegetal ya que se disponen de un modo parecido al tejido conjuntivo animal, la celulosa, se asemejaría al colágeno y la hemicelulosa, la pectina y la lignina actuaría de forma similar al ácido hialurónico en los animales. Cuando el forraje es tierno, sus paredes celulares están recubiertas mayormente por pectinas, y a medida que van madurando, la celulosa y hemicelulosa le brindan una mayor resistencia. Entre los componentes de la pared celular se encuentran también cadenas de glucoproteínas. La celulosa es un polímero de

glucosas unidas por enlaces glucosídicos beta 1-4 y gracias a su estructura fibrilar, se unen a través de puentes de hidrógeno dándole a las fibrillas una gran resistencia, la hemicelulosa y la pectina son más heterogéneas que la celulosa ya que incluyen monosacáridos neutros y ácidos como el ácido galacturónico (Relling et al., 2003).

Las uniones glucosídicas tipo beta no pueden ser desdobladas por enzimas digestivas, únicamente pueden ser atacadas por las enzimas microbianas que liberan la flora ruminal, la degradación de estos hidratos de carbono estructurales comienza cuando los microorganismos celulolíticos se adhieren a la superficie de los trozos de la fibra vegetal que han sido previamente cortadas por la masticación, mezclado y rumia del animal con el fin de hacer evidente la pared celular del forraje, posteriormente, los microorganismos ruminales se encargan de liberar en el medio ruminal celulasas, las cuales se encargan de la digestión extracelular de la celulosa produciendo residuos entre los cuales el más común es la celobiosa que es un disacárido, la celobiosa se incorpora a la bacteria y es atacada por la celobiasa la cual se encarga de desdoblarla y formar dos glucosas, esta glucosa es utilizada como energía por los microorganismos por medio de la glucólisis y se generan AGV como producto final, principalmente acetato, el cual es eliminado del soma bacteriano. En cuanto a estructura, la lignina no es propiamente un hidrato de carbono unidades fenil propano con un elevado peso molecular y una estructura bastante compleja y en la mayoría de rumiantes no es digestible ni por las enzimas digestivas del animal ni por las enzimas microbianas del rumen por lo cual nutricionalmente es prácticamente inútil y además bloquea el acceso de los microorganismos a los hidratos de carbono de la pared (Relling et al., 2003).

Los hongos poseen propiedades particulares para la degradación de los hidratos de carbono estructurales, por ejemplo es capaz de degradar celulosa unida a la lignina, lo cual se debe al efecto mecánico de las hifas, las cuales se introducen en las paredes celulares lignificadas y cuando estas se dividen la rompen y dejan expuesta la pared celular de los hidratos de carbono estructurales, por eso, los hongos adquieren importancia en dietas donde el animal tiene más acceso a praderas lignificadas (Relling et al., 2003).

La digestión ruminal de las pectinas difiere bastante de la de los otros hidratos de carbono estructurales, su pared celular es poco desarrollada ya que se encuentra en grandes cantidades en los forrajes tiernos y además las pectinas son ricas en ácido galacturónico el cual le otorga una gran solubilidad y las hace completamente digestibles (Relling et al., 2003).

Los hidratos de carbono simples o azúcares representan generalmente menos del 10%, salvo en los rebrotes del forraje en donde puede alcanzar hasta un 20% de la materia seca, estos se encuentran dentro de las células vegetales y son rápidamente solubles en el líquido ruminal, por lo cual se degradan fácilmente en el rumen y son difíciles de encontrar (Relling et al., 2003).

Por otro lado, los grupos amino (-NH₂) libres se convierten por adiciones de H⁺ en amoniaco (NH₃) y luego en amonio (NH₄), razón por la cual las concentraciones de este último sirve como indicador de la actividad proteolítica en el rumen, muchas especies de la flora bacteriana ruminal pueden cubrir sus requerimientos proteicos usando el amoniaco como única fuente de nitrógeno, en cambio, los protozoos no lo pueden hacer y dependen de una fuente de aminoácidos preformados (Relling et al., 2003).

El amoniaco presente en el rumen se absorbe completamente a través de su pared en forma de amonio, el cual no puede difundir porque su carga le aporta hidrosolubilidad y es absorbido por mecanismos destinados a la absorción de potasio, como canales de potasio. Como el amoniaco es un compuesto tóxico para el organismo, este se une a una partícula de dióxido de carbono para formar la urea. Esta transición se realiza en el hígado a través del ciclo de Krebs, esta urea, normalmente se elimina como producto del desecho proteico en los animales no rumiantes por medio de la orina, pero los rumiantes lo utilizan como fuente de nitrógeno para los microorganismos ruminales. La urea llega al rumen secretada con la saliva o directamente a través de la pared ruminal, una vez en el rumen la urea se desdobla como amoniaco y CO₂ por la flora ureolítica del rumen y se cierra el ciclo rumino-hepático de la urea (Relling et al., 2003).

Los lípidos en los vegetales son muy escasos, en cambio, poseen una gran cantidad de ácidos grasos esenciales, tanto los forrajes como las semillas poseen un elevado porcentaje de ácidos grasos insaturados como lo son el linoleico y el linolénico, además del ácido araquidónico que es clave para la producción de prostaglandinas y que puede ser sintetizado a partir del linoleico (Relling et al., 2003).

En el rumen ocurren cuatro procesos con los lípidos: la hidrólisis, biohidrogenación, síntesis y saponificación de ácidos grasos, de estos procesos, la hidrólisis, la biohidrogenación y la saponificación ocurren en forma sucesiva, la síntesis está directamente relacionada a la cantidad de ácidos grasos consumidos. El proceso de hidrólisis comienza con la digestión de las grasas a partir de lipasas bacterianas, que se ubican en la superficie de los microorganismos, por lo cual es necesario que la bacteria se adhiera al alimento, los principales productos derivados de la hidrólisis son los ácidos grasos y el glicerol, sumados a alcoholes aminados que derivan de los fosfolípidos y galactosa de los galactolípidos, estos últimos en compañía del glicerol son metabolizados y convertidos en AGV que posteriormente se absorben por la pared ruminal (Relling et al., 2003).

Después de la hidrólisis viene la biohidrogenación, especialmente por las bacterias adheridas al alimento, eso se debe por un lado a que los ácidos grasos disminuyen la digestibilidad de los alimentos al ser moléculas bipolares debido a que los extremos hidrofílicos se unen al alimento dejando expuestos a los extremos hidrofóbicos y así dificulta el acceso de las enzimas digestivas bacterianas; por otro lado, los ácidos grasos insaturados alteran la permeabilidad y la tensión superficial de las membranas bacterianas perjudicando a la flora celulolítica. Muchas veces la biohidrogenación no es

completa y deja productos intermedios que tienen funciones metabólicas, este porcentaje de hidrogenación depende principalmente de la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados que lleguen al rumen y del pH ruminal, a mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados, menor va a ser la proporción de biohidrogenación, al igual que cuando el pH ruminal es bajo (Relling et al., 2003).

Debido al pH en el rumen los líquidos se saponifican y forman unos jabones de calcio y de magnesio que son insolubles, esta es la forma en la que se eliminan casi todos los lípidos del rumen, el resto de lípidos llegan en forma de fosfolípidos al abomaso. Lípidos como los triglicéridos no pueden ser almacenados por los microorganismos ruminales, por eso, deben sintetizar sus membranas plasmáticas para lo cual deben emplear ácidos grasos provenientes del rumen o que se sintetizan en el soma, creando una gran variedad de ácidos grasos los cuales al reciclarse en el rumen por muerte bacteriana, representan un factor de crecimiento importante para otros microorganismos, incluso ayudan a determinar las características organolépticas de la leche, como su olor y sabor (Relling et al., 2003).

7. Reproducción de la búfala

Debido a las bondades del búfalo, este se ha vuelto bastante popular en el sector ganadero, tanto así, que presenta un crecimiento anual del 12% en Suramérica (Palma, 2008).

Incorrectamente se han comparado las características y valores reproductivos de las búfalas con las hembras bovinas como se ve en la tabla 4, a continuación se mostrarán las diferencias que existen entre estas:

Tabla 4. Diferencias reproductivas entre búfalas y

Característica	Vaca	Búfala
Ovario	3,5-4,5 cm	2,5-3 cm
Cuerpo lúteo	Amarillo claro	Marrón – Rojizo
Oviducto	25-26 cm	19-24 cm
Cuernos uterinos		Más rígidos que los bovinos
Cuerpo del útero	6-12,7 cm	5,3-8 cm
Cérvix	2-4 anillos	3-5 anillos rígidos
Tipo de placenta	Cotiledinaria, epiteliocorial	Cotiledinaria, epiteliocorial
Folículos primordiales	60000-100000	12000-20000
Duración del ciclo	20-24 días	20-24 días
Duración del celo	12-25 horas	8-32 horas

Síntomas del celo	Pronunciados	Poco pronunciados
Duración gestación	265-280 días	293-335 días
Progesterona en F. lútea	6-7 ng/ml	1,5-2,6 ng/ml
17 beta estradiol	25-30 pg/ml	8-30 pg/ml
LH	15-65 ng/ml inicio celo	0,72-2 ng/ml inicio celo
FSH	12 ng/ml en el celo	60 ng/ml en el celo

Adaptado de Palma (2008) tomado de Baruselli (2000)

7.1 Pubertad

La pubertad en las búfalas se define como el periodo dentro del desarrollo sexual en donde los órganos sexuales se vuelven funcionales, cuando la hembra comienza con su primera ovulación a veces acompañada de un celo visible y termina con la adquisición de la ciclicidad propia de la especie y es capaz de llevar a cabo una gestación (Crudeli, 2008).

Cockrill (1991), realizó diversos estudios sobre la edad de la pubertad en las búfalas productoras de leche y encontró que la madurez sexual de las búfalas era de unos 24 meses y en algunos casos hasta 36 meses, en estos estudios, las bubillas que estaban alimentadas óptimamente lograban alcanzar la pubertad a una edad de 15 a 17 meses con un peso entre 260 a 290 y la madurez sexual a los 24 meses. Hay casos en los que se han reportado preñeces de bubillas de tan solo 12 a 15 meses de edad (Crudeli, 2008).

7.2 Estacionalidad

Los búfalos son considerados poliéstricos estacionales, esto quiere decir que son fértiles todo el año, por su actividad sexual aumenta cuando las horas de luz disminuyen, aunque la eficiencia reproductiva permanece alta aun con las horas luz altas; el búfalo proviene de zonas tropicales en donde la disponibilidad de alimento coincide con la disminución de horas de luz y los animales paridos en verano y destetados en otoño e invierno tienen ventaja por selección natural (Baruselli, Oliveira y Mattos, 1998).

La importancia de la luz día está muy bien demostrada en donde el fotoperiodo actúa a través de una señal de la glándula pineal (melatonina) y activa la secreción de la hormona LH tónica, la cual es la responsable junto a la FSH de la secreción de estradiol de los folículos maduros, acto que se revierte en el caso de aumentar las horas luz ya que se invierte el sistema de retroalimentación y consecuentemente no habrá ovulación (Zicarelli, 1994).

7.3 Ciclo estral

Una vez que se establece la ciclicidad propia de la especie, el ciclo estral de la búfala dura aproximadamente unos 21 días en promedio, en un rango de 18 a 25 días, dependiendo de la raza principalmente (Baruselli, 1993).

Según Crudeli (2008), el ciclo estral se divide en tres fases:

- Fase folicular
- Fase periovulatoria
- Fase luteal

Fase folicular: esta fase inicia con la luteolisis y las concentraciones de progesterona que decaen de forma abrupta a valores menores a 1 ng/ml en sangre, en consecuencia los pulsos de LH se ven aumentados, al igual que la FSH y se produce el estradiol para iniciar el celo (Schams, 1987).

Fase periovulatoria: esta se produce en el inicio del celo y ovulación, en esta fase los niveles de estradiol aumentan hasta que alcanzan los niveles máximos el día previo a la aparición del celo, lo cual provoca el comportamiento característico del celo e induce la descarga preovulatoria de LH que causa la ovulación (Hurnick, 1987).

Fase luteal: después de la ovulación se forma el cuerpo lúteo y las concentraciones de progesterona se elevan en los días 3 o 4 y alcanzan un pico alrededor del día 10 o 12 y luego disminuyen hasta las concentraciones basales antes del próximo estro, esto como respuesta a la secreción uterina de PGF2 α y en ausencia de un embrión viable en el útero (Fitz, Mayan, Sawyer y Niswender, 1982).

El celo se encuentra dentro de la fase folicular y se puede definir como el periodo comprendido entre la primera aceptación de la monta hasta el primer rechazo, los cambios que ocurren en el balance hormonal mediados por la progesterona y el estrógeno, determinan cambios morfológicos los cuales afectan el tracto reproductivo y el comportamiento como se pueden evidenciar en la tabla 5, en donde también se van a ver diferencias con el bovino, como las que plantea Vale, Weitze y Grunert (1984) a continuación:

Tabla 5. Síntomas presentados por Búfalas en celo y su evidencia

Síntoma	Evidente	Poco evidente	Ausente
Se deja montar por el toro	100	-	-
Se deja montar o	19,3	8,6	72,1

monta hembras	otras		
Mugidos o gruñidos frecuentes	59,5	8,6	31,9
Orinar frecuente	54	18,7	27,3
Movimientos de cola	50	15,3	34,7
Cérvix abierto	77,3	18,7	4
Aumento del tono uterino	73,3	24	2,7
Exteriorización de moco de la vagina	60,6	18,6	20,8
Edema vulvar	42	7,3	50,7

Adaptado de Palma (2008) tomado de Baruselli (2000)

El rango de duración del celo es muy amplio habiéndose observado celos de 4 hasta 30 horas, como ejemplo, la duración de celos según algunos autores: 20,5 horas (Hafez, 1954); 48 horas (Bhattacharya y Nandy, 1988); 36 horas (Rao, 1970); 19,20 horas (Kanai y Shimizu, 1983); 21,7 horas (Vale et al., 1984); 13,16 horas (Jacomini, 1989); y 14,78 horas (Baruselli, 1992).

Después de la aceptación de la monta se produce la ovulación, este periodo en las búfalas tiene una variabilidad bastante amplia con un promedio de 16, 92 horas, los resultados de algunos estudios en cuanto su duración son los siguientes: 18 horas (Baruselli et al., 1992); 20 horas (Rao et al., 1968) y 10, 19 horas (Luktuke y Ahuja, 1961).

7.4 Gestación y parto

La gestación en las búfalas varía dependiendo de la raza, la raza Murrah es alrededor de unos 300 a 306 días, mientras la raza Mediterránea de unos 311 a 315 días y para la raza Jafarabadi podría llegar a los 330 días (Crudeli et al., 2008).

Los signos de que el parto es inminente, son similares a los de la vaca, donde se puede mostrar signos de dolor abdominal, el animal se postra en posición lateral o esternal, en la vulva aparece el amnios, aumentan las contracciones hasta que nace el bucerro, que dependiendo la raza puede llegar a pesar de 35 a 55 kg dependiendo la raza y las membranas fetales son expulsadas a las 4 o 5 horas post parto (Hafez, 2002).

7.5 Puerperio

Del mismo modo que en las vacas, las búfalas experimentan la involución uterina para la reanudación del ciclo estral antes de que ocurra la concepción, esta se completa a los 28 días en búfalas de pantano y 45 días en las búfalas de río, las hembras que amamantan presentan una mayor rapidez en la involución y las hembras más productoras de leche y

las menos productoras van a tardar un poco más en completar esta fase (Hafez, 2002). El intervalo entre partos de estas hembras puede ser de 14 a 15 meses bajo un buen manejo post parto y una nutrición adecuada (Baruselli, 1992).

8. Producción de leche de búfala

8.1 Producción mundial

Según la FAO (2007), la producción mundial de leche ha alcanzado las 629,2 millones de toneladas, de las cuales la leche de búfala representa el 12,2% de esta cifra, siendo también la de mayor crecimiento en los últimos cincuenta años, ya que según esta institución ha sido del 301%.

Los principales países productores de leche de búfala (expresados en toneladas) según la FAO (2007) son: India (50,7 millones), Pakistán (19,7 millones), China (2,5 millones), Egipto (2,3 millones), Nepal (894.591), Irán (235.000), Italia (167.000), Turquía (48.000) y Vietnam (31.000).

8.2 Leche de búfala vs leche bovina

La leche de búfala es notablemente diferente a la de la vaca en cuanto a composición principalmente, actualmente gracias al desarrollo tecnológico se ha podido dar como resultado una amplia gama de usos para esta leche y la producción de diferentes tipos de subproductos y derivados que son altamente codiciados en el mercado, sobre todo los quesos que se pueden hacer a partir de esta (Crudeli, 2008).

Ganguli (1979), dice que la formación de sabor y aroma es menos pronunciado en los productos derivados de la leche bufalina que los preparados con la leche de vaca.

Durante la maduración de los productos derivados de la leche de búfala la hidrólisis es más lenta, tanto en lo que se refiere a la actividad lipolítica como a la proteolítica que son las responsables de darle el sabor y el aroma característico a los productos terminados (Hühn, Nascimento, Moura, Carvalho, Vieira y Junior 1986).

Respecto a las características físicas de la leche de búfala comparadas con la de las vacas hay bastantes variaciones como se aprecia en la tabla 6; se ve una acidez titulable mayor que en el bovino, un pH similar (Patiño et al, 2001); su composición química presenta mayores niveles de sólidos totales, proteína, grasa, lactosa y calorías, con valores de cenizas similares (Fundora et al., 2001).

Según Verruga y Salgado (1994), la leche de búfala tiene un 25,5% más de aminoácidos esenciales que la leche de vaca, a excepción de cistina y triptófano.

Tabla 6. Comparación de la composición química de la leche bubalina, bovina, caprina y ovina (en %)

Especie	Sólidos totales	Grasa	Proteína	Lactosa
Búfalo (<i>Bubalus bubalis</i>)	17.96	7.64	4.36	4.83
Bovino (Bos Taurus)	12.83	3.90	3.47	4.75
Cebú (Bos indicus)	13.45	4.97	3.18	4.59
Cabra	13.32	4.07	3.80	4.80
Oveja	12.85	4.44	4.16	4.60

Adaptada de Cervantes (2010), tomada de Sandu (1985).

Las características que más destacan en la leche de búfala es su coloración que es blanca opaca, lo cual es resultado de la ausencia de pigmentos carotenoides (Hühn, Carvalho Moura y Junior, 1981), la ausencia de estos pigmentos proporciona una manteca blanca, cristalina y más consistente que la que se obtiene de la vaca (Hühn et al., 1979).

Según Furtado (1979) y Ganguli (1979), la grasa bufalina posee una mayor densidad y temperatura de fusión más elevada (32-43,5°C) que la bovina, pero el índice de yodo es inferior que en la leche de vaca.

Verruga et al, (1994), realizaron estudios en búfalas en Brasil, donde encontraron que la búfala tiene mayor cantidad de calcio y hierro que la de la vaca, también encontraron que la caseína de la leche bufalina existe principalmente en forma micelar las cuales son de mayor tamaño que la de los bovinos, son más opacas, tienen menos nitrógeno, menos ácido sialico, pero más calcio y fósforo.

La leche bufalina es altamente nutritiva y es excelente para la preparación de derivados lácteos y posee un óptimo rendimiento en la elaboración de los mismos como se comprueba en la tabla 7, en derivados como el yogurt, quesos, dulce de leche y manteca se ha ahorrado cerca de un 20 a 40% en materia prima en comparación con la leche de vaca (Crudeli, 2008). El producto por excelencia que se deriva de la leche de búfala es el queso Mozzarella, el cual adquiere ciertas características únicas que lo hacen más apetecible cuando se hace con esta leche (Yunes y Benedet, 2000).

Tabla 7. Rendimiento para diferentes productos con leche de búfala vs leche de vaca

Producto	Rendimiento para 1 kg de producto		Economía de materia prima (%)
	Búfala (Lt)	Vaca (Lt)	
Yogurt	1,2	2,0	40
Queso	5,5	8 a 10	39
Dulce de leche	2,5	3,5	29
Manteca	15	20	25
Queso Provolone	7,43	8 a 10	20

Adaptada de Patiño (2003)

8.3 Composición de la leche de búfala

En el continente americano, la leche de búfala se ha estudiado en diferentes países, entre ellos están Brasil, Argentina, Venezuela, Trinidad y Tobago, Cuba y Colombia (Crudeli, 2008).

Los factores que pueden afectar la composición físico-química de la leche según Rastogi L y Rastogi R (2004), incluyen principalmente la raza, la etapa de lactación en que se encuentre, la alimentación condiciones medioambientales y número de ordeños.

8.4 Características físicas de la leche de búfala

Las características físicas de la leche de búfala en el continente americano, después de varios estudios, se pudo comprobar que la densidad oscila entre 1.031 y 1.034; la acidez titulable entre los 17,60 y 20,11° Dornic y el pH entre 6,66 y 6,75 (Crudeli, 2008). La característica física que mayor variabilidad presenta es la acidez titulable, la cual va aumentando a medida que avanza el ciclo productivo y se ve más obvia en las razas Murrah, Mediterranea y Nili Ravi (Briñez, 2000). Esta elevada acidez titulable se debe principalmente a la gran cantidad de caseína que hay en la leche de búfala, a comparación con la de la vaca.

8.5 Composición química

Los valores medios de la leche bufalina, teniendo en cuenta los estudios hechos en el continente americano por Hühn, Guimaraes, Nascimento, Moura, Carvalho, Moreira y Junior (1979), Furtado (1980), Patiño (2004) y Bastos (2005), se hayan valores medios que oscilan entre 16,31 a 17,49%; grasa de 6,37 a 7,34%; proteína de 3,93 a 4, 42%; lactosa 3,83 a 5,55% y cenizas de 0,75 a 0,85%.

Entre los componentes químicos que se estudiaron, los que presentan una mayor variabilidad son la grasa y los sólidos totales, ya que estos son los más sensibles a la etapa de lactación y la raza de las búfalas (Hühn et al, 1981)

8.6 Ácidos grasos

Los estudios realizados por Patiño, Jacobo, Méndez, Giorgi, Cipolini, Stamatti y Guanziroli (1999) y Patiño, Judis, Guanziroli, Pochon, Cedres, Doval, Romero, Faisal y Rebak (2008), hechos en Brasil y Argentina, muestran que las búfalas de raza Murrah y Mediterránea alimentadas sobre pasturas naturales y suplementadas con 2 kilogramos de heces de malta por animal/día, arrojo los resultados que se mostrarán a continuación:

- Ácidos grasos de cadena corta: butírico 1,29%, caproico 1,23%, caprílico 0,70%, cáprico 1,33%, láurico 1,92%.
- Ácidos grasos de cadena larga: mirístico 9,77%, miristotélico 0,82%, palmítico 28,86, palmitoleico 2,14%, esteárico 17,50%, oleico 30,78%, linoleico 1,05% y linoléico 2,61%

En un estudio hecho por Patiño et al, (2008), donde búfalas de raza Murrah y cruces de Murrah con Mediterránea eran alimentadas sobre pasturas naturales se vio que el contenido de ácidos grasos de la leche fue de 56,91% de saturados y 43,68% de insaturados (siendo 37,24% monoinsaturados y 5,84% poliinsaturados), a los mismos animales de este estudio se les suplementó la dieta con 2 kilogramos de maíz por día y los resultaron mostraron que el 57,1% de los ácidos grasos fueron saturados y el 42,89% insaturados; y que de estos últimos, el 36,92% fueron monoinsaturados y los poliinsaturados correspondían a un 5,97%.

8.7 Minerales

Los minerales presentes en la leche son muy importantes ya que de ellos dependen propiedades como la estabilidad al calor y su capacidad para coagular, de vital importancia a la hora de los diversos procesos a la que la leche es sometida para lograr los derivados (Crudeli, 2008).

Estudios realizados en Argentina por Patiño, Pochon, Faisal, Cedres, Mendez y Guanziroli (2006) con búfalas alimentadas sobre pasturas naturales, dieron como resultado los siguientes datos sobre valores en leche de búfalas de raza Murrah, Jafarabadi, Mediterránea y mestizas de macrominerales tales como calcio, fósforo, magnesio, potasio y sodio, y de elementos traza como cobre, manganeso, zinc y hierro:

Macrominerales: Ca 1,12 g/kg; P 0,99 g/kg; Mg 0,08 g/kg; K 0,92 g/kg y Na 0,35 g/kg
Elementos traza: Cu 0,35 g/kg; Mn 0,27 g/kg; Zn 4,10 g/kg y Fe 1,61 g/kg

Las etapas de la lactación influyen significativamente sobre el contenido de minerales como el Ca, P, K y Cu ya que sus concentraciones en la leche bajaron un 24% en el segundo tercio de la lactación y un 14% en el tercer tercio (Anilkumar, Mohan, Ally y Sathian, 2003).

Vale la pena recordar que los niveles minerales en el suelo juegan un papel importante en la regulación de la concentración en los minerales del cuerpo animal, por lo tanto el contenido mineral de la leche está directamente relacionado con los minerales que haya en el alimento que consume (Anilkumar, 2003).

8.8 Vitaminas

Las vitaminas son sustancias orgánicas que en cantidades vestigiales permiten el crecimiento, el funcionamiento y también el mantenimiento del organismo, estas deben ir en la dieta ya que el organismo por sí mismo no puede sintetizarlas (Veysseyre, 1980).

Estas son clasificadas en dos grupos que son según la solubilidad en grasa o en agua, las liposolubles son: A (Retinol), D (Calciferol), E (Tocoferol) y K. Y las hidrosolubles son: B1 (Tiamina), B2 (Riboflavina), B6 (Piridoxina), B12 (Cobalamina) y C (Ácido ascórbico) (Walstra y Jenness, 1987).

Los valores de vitaminas en la leche de búfala son resultado de una investigación de Patiño et al, (1999) que fueron los siguientes: vitamina A 90,35 UI/mL; Vitamina E 1,98 mg/mL; B1 0,0899 mg/mL; B2 0,157 mg/mL; B6 0,05 mg/mL.

8.9 Producción de leche bajo uno y dos ordeños diarios

La frecuencia de ordeño en las explotaciones de leche puede incrementar la producción láctea, aunque también los costos de producción, por eso el incrementar la frecuencia de ordeño sería viable si la producción de leche que se aumenta es significativa (Thomas, 2009).

Según Thomas (2008), los búfalos son animales que se han adaptado positivamente a los cambios en sus rutinas, ya sea de el paso de un ordeño a dos, o a su estabulación total. Estudios realizados en países como Italia, Pakistán e India, indican que los búfalos que han sido sometidos a doble ordeño aumentan su producción de leche de un 30 a un 40% más que las búfalas que son sometidas a un solo ordeño diario.

Salama, Such, Caja, Rovai y Casals (2003), a través de estudios realizados en cabras, descubrieron que estas al ser ordeñadas dos veces al día pueden aumentar su producción de un 6 a un 35%, a su vez las vacas lecheras pueden aumentar su producción de leche bajo la influencia de dos ordeños de 7 a un 38% con respecto a un ordeño diario según Stelwagen y Knight (1997) y de 15 a 48% en ovejas (Negrao, Marnet y Labussiere, 2001).

9. Fisiología de la lactación

La fisiología de la lactación es el desarrollo que tiene la glándula mamaria desde la etapa fetal, hasta la edad adulta, al igual que su desarrollo durante la preñez y todos los sucesos adaptativos, metabólicos y comportamentales que tienen que ocurrir cuando la hembra está lactante (Glauber, 2007).

Al iniciarse la preñez el sistema endocrinológico sufre cambios bastantes drásticos, la glándula mamaria crece por acción de la hormona del crecimiento (hc) y la prolactina (prl), estrógeno y progesterona, gastrina y secretina del sistema gastrointestinal (Glauber, 2007).

Cuando la lactancia comienza, el flujo sanguíneo aumenta de forma considerable, igualmente aumenta la producción cardiaca, el flujo de sangre en la ubre, en el sistema gastrointestinal y también a nivel hepático, de donde se proveen a la glándula mamaria varios nutrientes y hormonas para la producción de leche. El reflejo de eyección se activa cuando hay presencia de leche en la glándula y la oxitocina actúa en la contracción de las células mioepiteliales, mientras más veces se estimule la ubre, más leche se obtendrá (Glauber, 2007).

Se ha demostrado que la vasopresina tiene un lugar en la eyección de la leche, la oxitocina mejora su respuesta cuando se alimenta a la hembra durante el ordeño y esta influye también en su comportamiento maternal y en el metabolismo (Glauber, 2007).

9.1 Desarrollo de la glándula mamaria

La glándula mamaria se inicia en el feto como en todas las especies mamíferas, se inicia en el ectodermo, donde las líneas mamarias son visibles a partir del día 35, alrededor del tercer mes se forman los conductos excretorios, los canales mamarios y posteriormente se forman los alveolos y el sistema excretorio se completa al final del segundo trimestre de la vida fetal (Glauber, 2007).

En el estadio post natal, la glándula mamaria tiende a crecer al mismo ritmo que el resto del organismo, pero después del tercer mes, esta empieza a crecer de forma más rápida, de dos a cuatro veces, hasta que llega a la pubertad, previo a la pubertad, el crecimiento de la glándula mamaria es mediada por factores de crecimiento y hormonas (Glauber, 2007).

Cuando la hembra llega a la edad adulta, el ciclo de la lactación se puede dividir en varios periodos consecutivos, como son la mamogénesis, lactogénesis, galactopoyesis y la involución, en donde cada fase es controlada muy minuciosamente por hormonas que se pueden caracterizar en tres grupos: hormonas reproductivas (estrógenos, progesterona,

lactógeno placentario, prolactina y oxitocina) las cuales actúan directamente sobre la glándula mamaria; hormonas metabólicas (hormona de crecimiento, corticoesteroides, tiroides, insulina) las cuales funcionan en distintas partes del cuerpo y normalmente tienen efecto sobre la glándula; hormonas de producción local que incluyen la hormona de crecimiento, prolactina, para-tiroidea-peptídica (PTHrp) y leptina (hormona con síntesis en el tejido adiposo pero también en la glándula mamaria) (Glauber, 2007).

9.2 Mamogénesis

En esta etapa, las hormonas metabólicas, los factores de crecimiento y la prolactina son necesarias para que la glándula se desarrolle normalmente, sobretodo bajo la influencia de las hormonas sexuales. Cuando ocurre la gestación, las hormonas sexuales como los estrógenos y la progesterona son las encargadas de que el epitelio mamario proliferen, en la Mamogénesis y en la lactogénesis, los receptores para estas hormonas son escasos, por lo cual las dos hormonas interactúan entre sí y se refuerzan, de igual modo, los estrógenos estimulan la secreción del factor de crecimiento de la insulina IGF-I a partir de las células estromáticas en la glándula mamaria y causa el crecimiento de las células epiteliales, la Mamogénesis no puede ocurrir si hay ausencia de prolactina y hormona del crecimiento (Glauber, 2007).

9.3 Lactogénesis y galactopoyesis

La producción de leche está controlada principalmente por dos hormonas lactogénicas, la prolactina y la hormona del crecimiento, estas dos hormonas son esenciales para la transición de proliferativo a glándula mamaria lactando, por el dominio de la hormona del crecimiento sobre la prolactina en la galactopoyesis. En el mantenimiento de la producción de leche, la prolactina tiene una importancia significativa, la acción de esta va a través del epitelio mamario en forma directa o por factores de transcripción, semejante a la hormona del crecimiento que actúa de forma directa en la glándula, o indirectamente con la producción de IGF-I en el hígado o de forma local (Glauber, 2007).

9.4 Involución

La involución es la parte de la lactación, en donde la glándula hace una regresión gradual después de cumplir sus funciones durante la lactancia, este evento es bastante importante ya que tiene una relación directa con la próxima lactancia y esta se puede ver afectada en tal caso que la involución no suceda adecuadamente. Al igual que las otras fases, esta está mediada por hormonas, donde las células epiteliales de la glándula van disminuyendo por medio de la apoptosis, ya que los niveles que van bajando de hormonas como la hormona del crecimiento y la IGF-I la inducen, normalmente, la hormona del crecimiento estimula la síntesis de la IGF-I la cual favorece la acción de la prolactina ya que crea una acción supresora sobre la hormona IGFBP-5, la cual es inhibidora de la IGF-I, como consecuencia del descenso en las concentraciones de hormona del crecimiento, la IGF-I disminuye y la IGFBP-5 aumenta, dando como

consecuencia la involución de la glándula mamaria. Otro factor FIL o inhibidor de la lactancia ha sido propuesto como participe en la reducción de síntesis de la leche durante el cese de la lactación y la involución (Glauber, 2007).

Según Crudeli (2008), este esquema fisiológico se puede extrapolar de vacas a búfalas, pero teniendo en cuenta diferencias como el almacenamiento de la leche, que a diferencia de las vacas no ocurre en su mayoría en la cisterna, sino en los alveolos y las concentraciones en sangre de las hormonas.

10. Curva de lactancia de las búfalas

La curva de lactancia de las búfalas depende significativamente de su raza, el alimento que estén consumiendo, el manejo, el número de ordeños por día y el medio ambiente (Crudeli, 2008). Según Moiola et al, (2005) el rango de duración de la lactación de las búfalas es muy amplio si se quiere generalizar, por eso mismo, realizó un estudio en donde se comparaban los tiempos de lactancia de búfalas de la misma especie bajo condiciones similares y se promedió la duración de las lactancias; para la raza Nili Ravi 305 días; Murrah 305 días; Jafarabadi 350 días; Mediterránea 270 días; Kundi 320 días; Surti 350 días; Meshana 305 días y Nagpuri 243 días.

Debido a la cantidad de ejemplares de raza Murrah, Nili Ravi, Jafarabadi y Mediterránea que existen en el continente americano, autores como Méndez y Fraga (2009), estudiaron la duración de la lactancia de 500 búfalas y como promedio se obtuvo 305 días de lactancia con un pico entre el mes y medio y los dos meses de iniciada la lactancia tal como se ve en la Imagen 5.

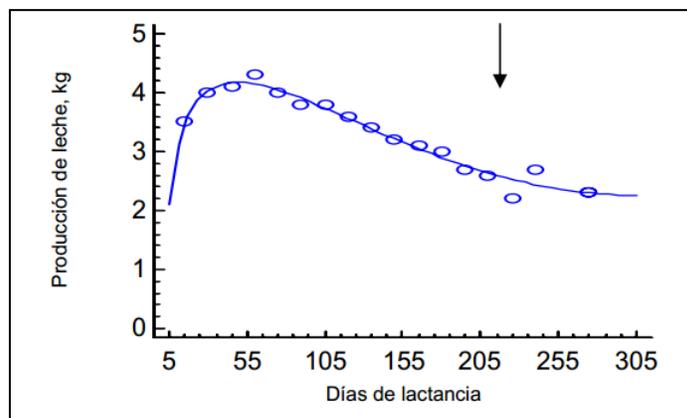


Imagen 5. Curva de lactancia bufalina; tomado de Méndez y Fraga (2009)

Es normal que los bubillos acompañen a sus madres durante toda la lactancia, en muchos casos los bubillos se van destetando a medida que las búfalas no se dejan estimular por la cría y se presenten agresivas cuando estas lo intentan (Crudeli, 2008). Por otra parte hay autores que sugieren que los bubillos se desteten lo más pronto posible después de que acaben de beber el calostro, en estos casos, los bubillos son llevados a unos corrales de reconocimiento, en donde están en contacto con su madre en potreros diferentes divididos por una cerca, cuando estos dejan de seguir buscando a su madre son separados de este corral de reconocimiento y empiezan a ser manejados en diferentes potreros ya lejos de la madre (Crudeli, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El proyecto se llevó a cabo en el municipio de Pelaya (Cesar), ubicado a 50 msnm, con una temperatura promedio entre 35 grados Celsius y ubicado a los 08° 41' 30'' Latitud norte y a los 73° 39' 59'' latitud (Alcaldía de Pelaya – Cesar, 2013), en la Bufalera Las Tapias, con una muestra de 59 búfalas en lactancia y productivamente activas.

Población y muestra

Se hizo el estudio en 59 búfalas lactantes (en su tercera etapa de lactancia), tomadas de una población total de aproximadamente 300 búfalas en producción. Estas 59 búfalas cuyas lactancias son muy aproximadas entre ellas (ya que tuvieron las crías en fechas cercanas) se distribuyeron de la siguiente manera:

- 30 búfalas bajo un ordeño diario
- 29 búfalas bajo dos ordeños diarios

Se midió la cantidad de leche producida por las 59 búfalas en los dos grupos experimentales, dicha medición se realizó diariamente durante diez semanas por medio de pesajes de la leche producida por cada animal. Así mismo, se midió el impacto que tuvo el número de ordeños al día en el peso al destete (270 días) de los bucerros, este peso de los bucerros se obtuvo por medio de registro planeado de los pesos de los animales destetados

Variables

Producción de leche de las búfalas (medida diariamente en kilogramos con báscula de reloj)

Peso al destete de los bucerros (al inicio y al final del estudio con cinta de pesaje y báscula)

Tratamientos

Tabla 8. Tratamientos, Número de búfalas y modo de práctica en la investigación

Tratamientos	Número de búfalas
Un ordeño al día	30
Dos ordeños al día	29

Manejo animal y nutricional

La recolección de leche se hizo por medio de ordeño manual y se pesó diariamente en una báscula de reloj, donde se recolectaron todos los datos obtenidos de dicho pesaje, estos ordeños se hicieron cada 12 horas. Los bucerros con una edad promedio seis meses al inicio del estudio, se ubicaban en un corral aparte de la madre a la hora del ordeño y eran liberados uno por uno (dependiendo del número de ordeñadores) y este identificaba a su madre y procedía a estimularla. El primer ordeño empezaba a las 3 am, donde se ordeñaban tanto el grupo de un solo ordeño como el de dos ordeños, en este ordeño se dejaba que los bucerros estimularan a la madre alrededor de un minuto y posteriormente se procedía a ordeñar la búfala, en donde el ordeño duraba aproximadamente de tres a cinco minutos por búfala. Al terminar de ordeñar la búfala se soltaba junto con el bucerro y se llevaba a los respectivos potreros, un potrero de aproximadamente 35 hectáreas para las búfalas de un ordeño y otro potrero de iguales proporciones y características forrajeras y de agua similares para las búfalas de doble ordeño, los bucerros eran llevados al mismo potrero donde sus respectivas madres, pero se separaban dentro del mismo potrero.

En el ordeño de la tarde, a las 3 pm, se realizaba el mismo proceso que por la mañana, pero únicamente con las búfalas del grupo de dos ordeños diarios.

El trabajo de campo se llevó a cabo en las últimas 10 semanas de lactancia ya que el propietario de la finca solo permitió hacer el proyecto en ese rango de tiempo. Las 59 búfalas en los potreros se alimentaron con pasto *Brachiaria plantaguinea* (Pasto Braquipara), sal 500 gr/día aproximadamente y agua *at libidum*, bajo un sistema de pastoreo continuo en un potrero de 35 hectáreas aproximadamente para cada grupo de búfalas, pero con condiciones de forraje muy similares.

Métodos y procedimientos

El estudio tuvo una duración de 57 días, donde, se tomaron medidas diarias de la cantidad de leche producida por las 59 búfalas en litros y se realizó al final una comparación de los dos grupos en cuanto a su producción y así mismo su impacto sobre el peso al destete, en el cual se tomó los datos pesando a cada cría (al comienzo y al final del estudio) de cada búfala del estudio, estando estas crías con una edad aproximada de 270 días; el análisis, se realizó por medio de la estadística descriptiva y pruebas de comparación de medias, análisis de varianza y desviación estándar utilizando el paquete estadístico *Statgraphics Centurion IV®*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se mostrarán los resultados obtenidos sobre la producción de leche bajo uno y dos ordeños diarios durante un periodo de aproximadamente 10 semanas, los pesos al inicio del estudio y al destete de los bucerros y la relación entre la producción de leche bajo uno y dos ordeños diarios y su correlación con el peso al destete de los bucerros con su respectiva discusión.

1. Producción de leche

En cuanto a la producción de leche, se puede ver la diferencia en los litros diarios producidos bajo un ordeño diario y bajo dos ordeños diarios, en la tabla 6 se muestra la producción total que tuvo cada búfala durante el estudio y el total de litros que se obtuvieron, estos datos dan como resultado que la producción de leche bajo dos ordeños diarios es un 50,64% más, que la producción de leche bajo un solo ordeño, como se aprecia en la tabla 9. Era de esperarse que la producción de leche aumentara ya que estudios hechos por Thomas (2008) en Italia, India y Pakistán en búfalas lecheras arrojan evidencia de que la producción de leche tiende a aumentar de manera considerable. Los resultados de este proyecto a diferencia del estudio de Thomas (2008), en donde la producción de leche aumentó en un rango de 30 a 40%, se ve que la producción aumentó más del 50%, esto puede ser por el tipo de razas que se manejaron en los diferentes estudios ya dependiendo de la raza la producción de leche varía (Moioli et al., 2005) o por el medio ambiente en el que fue realizado (Thomas, 2009).

Según autores como Stelwagen et al, (1997), el número de ordeños que se realizan está directamente relacionado a la producción de leche, el encontró en un estudio realizado en la especie bovina en donde los animales que son puestos a dos ordeños diarios tienen mayor rendimiento en la producción que las que solo se ordeñan una vez al día, se encontró en este estudio que esas vacas que fueron doblemente ordeñadas al día aumentaban su producción de un 7 a un 38%, como era de esperarse; otros estudios como los realizados por Salama et al, (2003), en donde también se comparaba la producción de leche bajo uno y dos ordeños diarios, pero esta vez en la especie caprina, arrojó resultados muy similares en cuanto al aumento porcentual en litros de leche que los obtenidos por Stelwagen et al, (1997), ya que las cabras que fueron sometidas al doble ordeño diario aumentaron su producción entre un 6 a un 35% en comparación con las que no.

Estudios en donde se evidencia en el porcentaje de aumento de la producción de leche bajo dos ordeños diarios es cercano al obtenido en este proyecto, es uno realizado por Negrao et al (2001), en donde la diferencia fue de hasta un 48% en comparación a las de un solo ordeño diario, este estudio fue realizado en ovejas productoras de leche. Aunque muchos estudios sobre la producción de leche en base al número de ordeños diarios abarcan varias especies domésticas, encontramos que el común denominador en todos estos es el aumento en la producción si se ordeña dos veces al día, esto se puede explicar fisiológicamente ya que según Glauber (2007), mientras más se estimule la glándula mamaria más leche va a producir, ya que la leche dentro del animal siempre va a estar produciéndose constantemente mientras este esté en lactancia, lo único que se necesita es un estímulo para que los mediadores hormonales encargados de la eyección de la leche se activen, tales como la oxitocina, la prolactina y demás componentes.

Vale la pena resaltar que los resultados de este proyecto fueron con búfalas alimentadas únicamente con pasto *Brachiaria plantaguinea* (Pasto Braquipara), no se utilizó ningún tipo de suplemento ni concentrado para mejorar su productividad, ya que Patiño (1999) y (2008), plantea que las búfalas que son sometidas a dietas, en donde además de forraje se complementa la dieta con concentrados o suplementos energéticos, la cantidad de leche que estas búfalas van a producir va a ser mayor que las que solamente se alimentan de pasto, menciona que no solo la producción de leche se va a ver mejorada en cuanto a litros producidos, sino a la calidad de la misma, ya que una dieta rica en energía por aporte de concentrados y suplementos, aumentan la cantidad de grasa, proteína y ácidos grasos en la leche.

Como era de esperarse, estadísticamente la diferencia entre ambos ordeños fue muy significativa, como se demuestra en la tabla 9, en donde el promedio total entre ambos ordeños resulto con una producción de más del doble de leche para el grupo bajo doble ordeño al día.

Tabla 9. Resultados de la producción de leche de los tratamientos según su producción promedio diaria y su producción total.

Variable	Tratamiento			
	Dos ordeños			Un ordeño
	Mañana	Tarde	Total	
Producción promedio/día (Lt)	2,7 ± 0,35	2,6 ± 0,20	5,3 ± 0,46	2,5 ± 0,42
Producción total periodo (Lt)	4468,18	4245,48	8713,66	4325,51

En la tabla 9, podemos ver que mientras el grupo control tuvo una producción promedio diaria de 2,5 Lt con una desviación estándar de ± 0.42 , siendo un poco bajo comparado con estudio hechos por Thomas (2008) en donde el rango de producción de leche bajo un ordeño en búfalas es de 3 a 4 litros por día, aunque por encima de otro estudio hecho por Cabrera M, Perez R y Parodi J (1996) donde el promedio de producción de leche fue de

1,952 Lt \pm 0,25 bajo un ordeño diario. El grupo de búfalas que fueron sometidas a doble ordeño diario dio un promedio más alto, de 5,3 Lt con una desviación estándar de \pm 0,46 lo cual quiere decir que es mucho más viable este sistema en cuanto a producción de leche por día, ya que estudios realizados por Patiño E et al. (2004) y Thomas (2008 y 2009), encontraron que la producción de leche tiende a aumentar a medida que se aumente la frecuencia de ordeño y que esto, según Thomas (2009) aporta no sólo a nivel productivo sino a nivel económico para las ganaderías bufalinas dedicadas a la lechería.

Estos datos obtenidos en la investigación a pesar de ser un poco altos (en cuanto al grupo de búfalas de doble ordeño diario), en comparación con los estudios realizados por Thomas (2008 y 2009) en búfalos y Stelwagen et al (1997) y Salama et al (2003) en otras especies domésticas destinadas a la producción de leche, concuerdan en el aumento de la producción de leche en cuanto se aumente el número de ordeños por día.

2. Peso al destete

Los resultados muestran que el peso al destete de los bucerro de las búfalas que fueron ordeñadas dos veces al día, es mayor que el peso de los bucerros de las búfalas que fueron ordeñadas una vez al día como se evidencia en la tabla 10, que comprueba que los bucerros cuyas madres están bajo dos ordeños obtienen una mayor ganancia de peso en comparación con los bucerros cuyas madres están bajo un ordeño al día. Esto se debe a que los animales lactantes que empiezan a ingerir mayores cantidades de forraje tienden a ganar más peso (Couto, 2005), cuando los bucerros dejan de consumir la leche de la madre empiezan a ingerir alimentos sólidos en la dieta como forrajes (Relling et al, 2003), lo que se vio en el proyecto fue que los bucerros de las búfalas que estaban sometidas a dos ordeños diarios, iniciaron más rápido su consumo de forraje en comparación de los bucerros cuyas madres fueron ordeñadas una sola vez por día. No existe mucha información acerca de cómo afecta el número de ordeños en el peso al destete en las búfalas, pero según Couto (2005), los bucerros que se alimenten más de fuentes forrajeras que de la leche materna tienden a tener mayores ganancias de peso con respecto a los que no.

El desarrollo del rumen en los bucerros empieza cuando cambian su dieta paulatinamente de leche a sólidos, si este cambio sucede más rápidamente (como se observó en los bucerros cuyas madres se ordeñaban dos veces al día) va a dar como resultado unos animales con un rumen funcional y mejor desarrollado que los de animales que no empiecen a consumir forrajes en su etapa lactante (Zicarelli, 2006) y en consecuencia un mayor peso al destete.

Tabla 10. Ganancia de peso diaria y en el periodo (57 días del último tercio de la lactancia) de los tratamientos según su sexo

Tratamiento	Sexo	Ganancia de peso periodo (kg)	Ganancia de peso diaria (kg)
Un ordeño al día	Macho	53,6 ± 3,8	0,9 ± 0,1
	Hembra	63,5 ± 6,2	1,1 ± 0,1
Dos ordeños al día	Macho	66,5 ± 5,8	1,2 ± 0,1
	Hembra	72,4 ± 7,1	1,3 ± 0,1

Como se evidencia en la tabla 10, las ganancias de peso diarias oscilan entre los 0,9 y 1,3 kilogramos diarios con una desviación estándar de $\pm 0,1$. Estas ganancias de peso si las comparamos con otros estudios, por ejemplo uno realizado en Perú por Cabrera M et al (1996) en donde en condiciones de pastoreo similares en ambos estudios, los bucerros ganaron en promedio casi 400 gramos por día (0,4 kilogramos/día), es una diferencia bastante grande entre ambos estudios pero se puede explicar por factores como la raza, ya que en el estudio de Cabrera M et al (1996), los bucerros eran de raza Mediterránea y ganan menos peso que otras como la Jafarabadi. Otra explicación puede ser el tipo de alimentación y la edad en que los bucerros empezaron a alimentarse de pasturas ya que según (Relling et al, 2003), estos dos factores asociados a la alimentación son determinantes para que los rumiantes tengan una mayor ganancia de peso diaria.

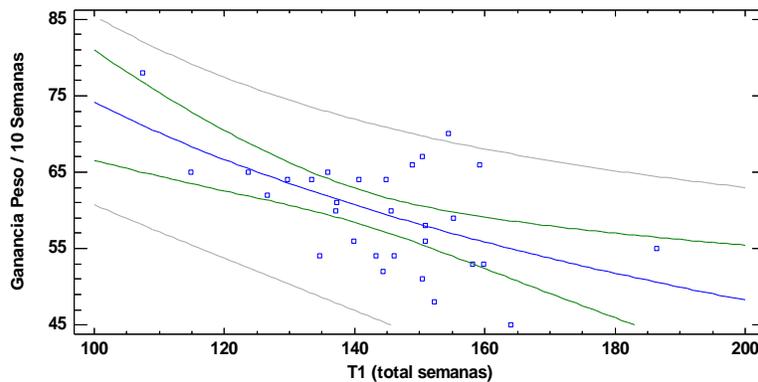
En investigaciones realizadas por Couto (2005), los bucerros a una edad aproximada de tres meses ya comienzan a alimentarse de praderas y a depender de los forrajes como fuente principal del alimento, dejando la leche materna como adicional a su ganancia de peso, en este proyecto, se vio que los bucerros hijos de las búfalas que estaban bajo un ordeño diario seguían tomando leche materna y era muy poco el pasto que consumían, por lo cual se podría atribuir a esto su menor ganancia de peso a diferencia de los bucerros hijos de las búfalas empleadas para dos ordeños diarios, que como se ha venido explicando, tuvieron una mayor cantidad de alimentación influida por los forrajes.

La mayor ganancia de peso por parte de las hembras en ambos grupos en comparación de los machos como se aprecia en la tabla 10, puede deberse a factores principalmente asociados a la raza, tal como lo describen Cabrera M, et al. (1996), en donde algunas razas como la Jafarabadi tienden a tener una mayor ganancia de peso en la lactancia a comparación de otras. Aunque el objetivo del estudio no contempla la raza como variable, para explicar este comportamiento en cuanto a las ganancias de peso, lo que más correspondería es el factor racial.

3. Relación de peso al destete vs producción de leche bajo un y dos ordeños diarios.

Los resultados que se evidenciaron cuando se comparó la producción de leche bajo un ordeño y su relación al peso del destete en los bucerros, como se observa en la Figura 3 fue que a medida que la búfala seguía produciendo leche durante su lactancia, la ganancia de peso de los bucerros era cada vez menor, esto se comprueba ya que el coeficiente de correlación es negativo (CR: 0,578783) y es inversamente proporcional, esto se puede deber a que los bucerros de estas búfalas bajo un ordeño, tenían una dieta donde la leche de la búfala era determinante para su alimentación y no tanto el forraje ya que a esa edad como lo muestra Couto (2005), en sus investigaciones, los bucerros que consumen más leche materna y menos alimento sólido después de aproximadamente 90 días de edad o 70 kilogramos de peso, tienden a tener un menor peso de los bucerros que empiezan a comer pasturas a más temprana edad. Esto se puede comprobar, ya que a través del método estadístico de regresión simple, se pudo ver que la R-cuadrado que en este caso representa el porcentaje del peso vivo del animal que es por consumo de leche fue del 33,499%, es decir que un tercio del peso de los bucerros hijos de las búfalas bajo un ordeño es debido al consumo de leche.

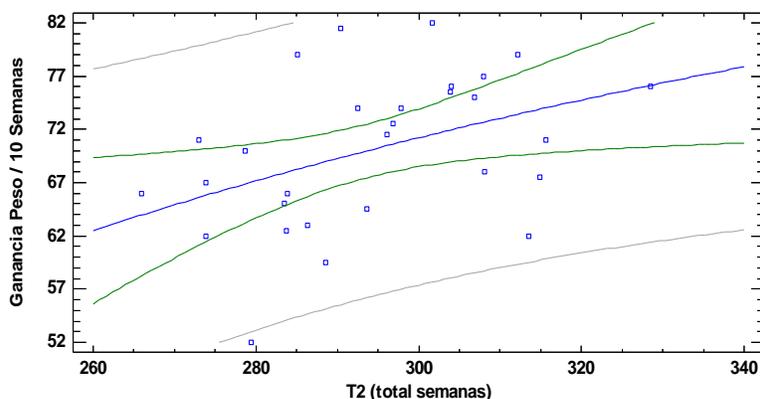
Gráfico 3. Relación de la producción de leche bajo un ordeño/día y la ganancia de peso de los bucerros



Este alto consumo de leche materna por parte de los bucerros implica un lento desarrollo del rumen debido a que tiene muy poca actividad por ausencia de consumo de materia sólida (Relling et al., 2003), esto, además de afectar la ganancia de peso del bucerro como ya se había mencionado, tiene implicaciones aún más severas sobre el hato en general, ya que los animales que no tienen las ganancias de peso adecuadas, son animales cuya madurez sexual se verá más tardía, en consecuencia a esto, su tiempo para la reproducción se verá afectado y por ende la producción de leche en caso de las hembras y la ganancia de peso para producción de carne en caso de los machos (Thomas 2008).

En cuanto al sistema de 2 ordeños al día, lo que se obtuvo comparando la relación entre la producción de leche bajo dos ordeños diarios y como esto afectaba el peso al destete de los bucerros, como muestra la figura 4, fue una relación directamente proporcional entre la producción de leche y la ganancia de peso ya que tiene un coeficiente de correlación de 0,578, que indica que las dos variables se correlacionan en sentido directo. Esto quiere decir que a medida que la búfala seguía produciendo leche durante su lactancia, el bucerro ganaba más peso, la explicación a esto es que se observó que los bucerros cuando sus madres fueron sometidas a doble ordeño, empezaron a consumir menos leche materna y comenzaron a llevar una dieta donde su alimento principal era el forraje, dejando la leche en segundo plano, la prueba de estos es que la R-cuadrada la cual como se explicó anteriormente representa el porcentaje del peso vivo del animal que es por consumo de leche, fue de 17,78 %, es decir que menos de un quinto del peso de los bucerros se debía a la alimentación por leche lo cual confirma el comportamiento observado en los bucerros durante el proyecto.

Gráfico 4. Relación de la producción de leche bajo dos ordeños/día y la ganancia de peso de los bucerros



A pesar de que existe muy poca información sobre el tipo de comportamiento que adquieren los bucerros dependiendo del número de ordeños diarios de la madre, los que sí se puede evidencia es que cuando los animales empiezan su alimentación con forraje, presentan mayores ganancias de peso a comparación de los que no, estos bucerros hijos de las búfalas sometidas a doble ordeño diario, mostraron un patrón similar de lo que establece Couto (2005), en su investigación y es que los bucerros que desarrollan más rápido su rumen, debido a la ingesta de forrajes o alimento sólido presentan mayores ganancias de peso cuando empiezan esta actividad aproximadamente a los tres meses de edad y a los 70 kilogramos de peso; aunque las edades y los tiempos no fueron los mismos que los que planteo Couto (2005), se puede evidenciar la influencia que tiene en los bucerros lactantes el empezar a consumir materia seca a más temprana edad. Estos bucerros serán maduros sexualmente según lo indicado en los estudios de (Relling et al., 2003) y (Thomas, 2008), más rápido que los bucerros cuyas madres fueron expuestas a

un solo ordeño al día por su mejor desarrollo ruminal y mejores ganancias de peso al destete.

IMPACTO E INDICADORES

Este estudio puede influir en gran medida en la producción lechera bufalina colombiana, ya que no sólo se demostró que al incrementar a dos ordeños diarios bajo las mismas condiciones que se estaba haciendo bajo un ordeño diario, la producción de leche aumento de forma significativa y no tuvo consecuencias con el peso al destete de los bucerros, es más, en promedio fueron más pesados los de doble ordeño.

Esto tiene repercusiones enormes, ya que se puede optimizar la producción de leche de búfala sin afectar al ganadero de forma económica, ya que los gastos que tiene que hacer para poner en marcha este sistema de doble ordeño son mínimos y no generan pérdidas, sino ganancias en la rentabilidad de la finca.

Al igual que en las ganaderías convencionales de bovinos, los ganaderos suelen ser escépticos a cambiar los sistemas de producción que ellos tienen por diferentes razones, entre ellas el miedo al cambio, el no tener una base de que el nuevo sistema va a funcionar o simplemente porque la idiosincrasia del ganadero es así. Con este estudio, se puede dar una base científica y física de que el doble ordeño en búfalas productoras de leche es beneficioso productivamente y viable económicamente; los resultados de este proyecto se pueden presentar a las asociaciones regionales de criadores de búfalos o incluso a la asociación nacional de criadores de búfalos para que ellos verifiquen por si mismos de la viabilidad de este sistema de doble ordeño diario y de lo que ellos mismos pueden hacer en sus ganaderías y así poco a poco ir creando una cultura ganadera más progresista, con miras a los nuevos sistemas y tecnologías disponibles en el mercado y no mirando hacia atrás en donde la producción es baja y completamente rudimentaria.

En conclusión, con este estudio se puede abrir la mente de los productores de búfalos, con evidencia real, científica y de campo, que el doble ordeño en las búfalas lecheras es un sistema fácil de aplicar, el cual no implica mayores costos, y tiene beneficios económicos significativos. Pero sobretodo la posibilidad de mostrar a los ganaderos escépticos que la especie bufalina es una excelente opción, con beneficios tangibles y que se proyecta como una especie productora de leche con gran cabida en nuestro país.

REFERENCIAS

1. Anilkumar K, Mohan K, Ally K y Sathian C, 2003, Composition and mineral levels of the milk of Kuttanad Dwarf buffaloes of Kelara, Buff Bull, 22: 67-70.
2. Baruselli P, 1992, Atividade ovariana e comportamento reproductivo no period parto em búfalos (*Bubalus bubalis*), Tesis de maestría, Faculdade de Medicina Veterinaria e Zootecnia USP, Brasil.
3. Baruselli P, Oliveira J, Mendes M, Jorge A, Fujii T y Palazzo J, 1993, Diagnóstico da bubalinocultura do Vale do Ribeira, Documento técnico CATI, 94(16).
4. Baruselli P, Oliveira J y Mattos J, 1998, Eficiencia reproductiva de búfalos criados no Vale do Ribeira, X congresso Brasileiro de Reprodução Animal, Belo Horizonte, Brasil, 2:285.
5. Baruselli P, 2000, Control farmacológico del ciclo estral y de la superovulación en bufalinos, USP, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Departamento de Reproducción Animal, p 190-254
6. Bastos P, 2005, Constituição fisico-quimica, celular e microbiológica de leite de búfalas (*Bubalus bubalis*) criadas no estado de São Paulo, Boletim Do búfalo, 2(38)
7. Bernal J, 2003, Pastos y forrajes tropicales producción y manejo, 4ª Edición, Colombia, Ideagro
8. Bhattaacharya N y Nandy D, 1988, Present status of embryo transfer in buffaloes, II World Buffaloes Congress, Nueva Delhi, p 598-602
9. Borghese A y Mazzi M, 2005, Buffalo population and strategies in the world, Buffalo production and research, Chapter I, p 1-39, Instituto Sperimentale per la Zootecnia, FAO, Roma, 315 p.
10. Briñez W, 2000, Características microbiológicas de la leche de búfala en el municipio de Maira, Venezuela, I Simposio internacional de búfalos, 31-45, Maracaibo, Venezuela.
11. Cabrera M, Perez R y Parodi J, 1996, Estudio Sobre El Búfalo De Agua En Jenaro Herrera, Documento técnico N°23, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.
12. Cervantes E, Espitia P y Prieto M, 2010, Viabilidad de los sistemas bufalinos en Colombia, Revista colombiana de ciencia animal, 2 (1), 215-224.
13. Cockrill W, 1991, O Búfalo, Ministerio de Agricultura y Reforma Agraria, Asociación Brasileira de Criadores de Búfalos, Brasilia, Brasil, p 5-50.
14. COLANTA. 2008. Ecolanta. Mejores pagos de leche Colanta por plantas. Revista de la cooperativa Colanta. Ed. 23
15. Couto A, 2005, Manejo de bezerros bubalinos em uma pecuária de leite, circular técnica 1: 03-14, Alagoas, Brasil.
16. Crudeli G, Patiño E, Couto A y Mendes J, 2008, Lechería Bupalina, 1ª Edición, Editado por los autores, Corrientes, Argentina.
17. FAO, 2007, Agricultura Database, Disponible en <http://apps.fao.org/page/collections.Subsety=agriculture>.

18. FAO, 2014, Agricultura, disponible en: <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/produccion-lechera/animales-lecheros/bufalosdeagua/es/#.VNKtVtKG809>
19. Fitz T, Mayan M, Sawyer H y Niswender G, 1982, Characterization of two steroidogenic cell types in the ovine corpus luteum, *Biology and Reproduction* 27:703
20. Fundora O, Gonzales M, Lezcano O, Montejo A, Pompa N y Enriquez A, 2001, estudio comparativo de la composición y estabilidad de la leche de búfalas de río Murrah y vacas Holstein en pasto estrella, *Revista cubana de ciencia animal*, 3(35): 229
21. Furtado M, 1979, Leite de búfala, características e fabricação de queijos, Juiz de Fora, EPAMIG, Minas Gerais, Brasil, 60p
22. Furtado M, 1980, Composicao centesimal do leite de búfala na zona da Mata Mineira, *Rev. Do instituto de Laticinios Candido Testes, Juiz de Fora*, 35(211): 43-47.
23. Ganguli N, 1979, Tecnología de la leche de búfala, *Revista mundial de Zootecnia*, 30:2-10
24. Glauber C, 2007, Fisiología de la lactación de la vaca lechera, *Veterinaria Argentina* 24(234), 274-281
25. Hafez E, 1954, Oestrus and some related phenomena in the buffalo, *Journal Agricultural Sci. Cambridge*, 44(2) 165-172
26. Hafez E, Hafez B, 2002, Reproducción e Inseminación Artificial en animales, Séptima Edición, Editorial: McGraw Hill Interamericana, México.
27. Hühn S, Guimaraes M, Nascimento C, Moura B, Carvalho L, Moreira E y Junior J, 1979, estado comparativo da composição do leite de zebuinos y bubalinos, *Anais do encontro sobre bubalinos, SBZ*, 234p.
28. Hühn S, Junior J, Moura B Y Carvalho L, 1981, Características do leite de búfalas da raça Mediterraneo, e mestiças Murrah-Mediterraneo, *EMBRAPA-CPATU, Boletim de pesquisa*, 28:1-17
29. Hühn S, Junior J, Moura B, Carvalho L, Nascimento C y Vieira L, 1986, Aproveitamento do leite de búfala em productos derivados, I simposio do trópico húmido, *Anais, Brasilia* 5: 265-269.
30. Hurnik J, 1987, Sexual behavior of female domestic mammals, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 3: 423-461.
31. Jacomini J, 1989, Aspectos do ciclo estral e do comportamento sexual de búfalas (*Bubalus bubalis*), Tesis maestría, Escola de Veterinaria, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.
32. Kanai Y y Shimizu H, 1983, characteristics of the estrus cycle of the swamp buffalo under temperate conditions, *Theriogenology, Los Altos*, 19(4): 593-602
33. Kennedy P, 1992, Intake and digestion in swamp buffaloes and cattle. 2. The comparative response to urea supplements in animals fed tropical grasses. *Journal of Agricultural Science*, 119: 243-254.
34. Luktuke S y Ahuja L, 1961, Studies on ovulation in buffaloes, *Journal of Reproduction and Fertility, Cambridge*, 2(2): 200-201

35. Mendes A, Lima J y Caroline F, 2011, Aspectos nutricionales del búfalo, revista especial, tecnología en marcha vol. 24 (5).
36. Méndez M y Fraga M, 2009, La curva de lactancia de búfalas (*Bubalus bubalis*) en la provincia de Granma a través de modelos matemáticos, Revista electrónica veterinaria REDVET, vol. 10 (4).
37. Moiola B, Borghese A, 2005, Buffalo breeds and management systems, Buffalo production and research, Chapter III, 51-76, Instituto Sperimentale per la Zootecnia, FAO, Roma, 315 p.
38. Nascimento C, 1993, Generalidades en criação de búfalos, alimentação, manejo, melhoramiento, e instalações, Capítulo I, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Brasília 403p.
39. Negrao J, Marnet G, and Labussiere J, 2001, Effect of milking frequency on oxytocin release and milk production in dairy ewes, Small Ruminant Res. 39:181–187.
40. Palma G, 2008, Biotecnología de la reproducción. Segunda edición. Reprobiotec. Argentina.
41. Patiño E, Jacobo R, Méndez F, Giorgi E, Cipolini F, Stamatti G y Guanziroli M, 1999, Fatty acids, minerals and vitamins of water buffalo milk in Argentina, Buffalo Newsletter, Italia, 13:8-9
42. Patiño E, Jacobo R y Mendez F, 2001, Composición comparada de leches bubalina y bovina en Tambos de Corrientes, Argentina, Revista Veterinaria Argentina, 175:336-360
43. Patiño E, 2003, Rendimiento de productos derivados de la leche bubalina y bovina. Revista Veterinaria Argentina.16 (1): 40-42.
44. Patiño E, 2004, Factores que afectan las propiedades físicas y la composición química de la leche de búfalas (*Bubalus bubalis*) en Corrientes, Argentina, Revista veterinaria Argentina, 15:21-25
45. Patiño E, Pochon D, Faisal E, Cedres J, Mendez F y Guanziroli M, 2006, Influencia de la raza, estación del año y etapa de lactación sobre el contenido mineral de leche de búfalas, Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias UNNE, 17:2, 98-102
46. Patiño E, Judis M, Guanziroli M, Pochon D, Cedres J, Doval M, Romero A, Faisal E y Rebak G, 2008, Determinación de ácidos grasos en la leche bubalina (*Bubalus bubalis*) en Corrientes, Argentina, Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias UNNE, 19:1
47. Paul S, Mandal A y Pathak N, 2002, Feeding standards for lactating riverine buffaloes in tropical conditions, Journal of Dairy Research 69: 173-180
48. Rao A, 1970, Oestrus in village herds of Indian water buffaloes, Indian Veterinary Journal, Madras, 47(11): 742-748
49. Rao A y Rao S, 1968, A study on oestrus and conception rate in buffaloes in Andhra Pradesh, Indian Veterinary Journal, Madras, 45: 846-852
50. Rastogi L y Rastogi R, 2004, Milk production, milk composition and meat production from buffaloes (buffalypso) in Trinidad, West Indies, 7th World Buffalo Congress, Vol II, 524-528.

51. Relling A y Mattioli G, 2003, Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes, Fac. Cs. Veterinarias UNLP, Argentina.
52. Saini B y Ray S, 1964 Comparative utilization of coarse fodders in cattle and buffaloes. NDRI Annual Report.
53. Salama A, Such X, Caja G, Rovai M y Casals R, 2003, Effects of Once Versus Twice Daily Milking Throughout Lactation on Milk Yield and Milk Composition in Dairy Goats, Journal Dairy Science 86:1673–1680
54. Sandu C, 1985. Características físicas y composición química de la leche de búfala vs otras especies domésticas. Brasil Veterenary Journal. 55 (7): 570-574.
55. Schams D, 1987, Luteal peptides and intercellular communication, Journal of Reproduction and Fertility, 34: 87-99
56. Stelwagen K y Knight C, 1997, Effect of unilateral once or twice daily milking of cows on milk yield and udder characteristics in early and late lactation, Journal of Dairy Res. 64:487–494.

57. Suen G y Weimer P, 2011, The Complete Genome Sequence of *Fibrobacter succinogenes* S85 Reveals a Cellulolytic and Metabolic Specialist, PloS one vol. 6(4).
58. Thiago L, Silva J, 2001, Suplementação de bovinos em pastejo, Circular Técnica 27. CNPGC – Embrapa Gado de Corte
59. Thomas C, 2008, Efficient dairy buffalo production, DeLaval international, Tumba, Suecia.
60. Thomas C., (2009), Housing and management of lactating buffaloes, V Simpósio de Búfalos das Américas, Brasil.
61. Vale W, Weitze K y Grunert E, 1984, Estrous behavior and ovarian function in water buffaloes (*Bubalus bubalis*) under amazon condition, International Congress of Animal Reproduction and Artificial Insemination, Urbana, University of Illinois, 2:154
62. Verruma M y Salgado J, 1994, Análise química do leite de búfala em comparação do leite de vaca, Sci. Agric, Piracicaba 51(1):131-137
63. Veysseyre R, 1980, Química y física lactológica, Editorial Acribia, Zaragoza, España.
64. Walstra P y Jenness R, 1987, Vitaminas en química y física lactológica, Editorial Acribia, Zaragoza, España.
65. Yunes V y Benedet H, 2000, Experimental development of a fresh cheese from buffalo's milk, Ciencia y tecnología alimentaria, 20(3): 285-290.
66. Zicarelli L, 1994, Management in different environmental conditions, IV Congreso Mundial de Criadores de Búfalos, p 88-112, Sao Paulo, Brasil.
67. Zicarelli L, 2006, Buffalo calf weaning and production, Segundo simposio de búfalos Europa y América, Medellín, Colombia.

ANEXOS

Anexo 1. Producción total de leche de cada búfala bajo uno y dos ordeños al día durante 57 días

	ID búfala	Total producido 1 ordeño/día		ID búfala	Total producido 2 ordeños/día
1	410-04	145,55	1	1772-07	273,9
2	1340-07	144,35	2	118-1	266
3	166-2	126,65	3	516-05	328,55
4	1710-07	152,3	4	1070-06	286,35
5	1984-08	155,15	5	1160-06	273,8
6	1686-07	146	6	286-03	296,85
7	2322-09	159,81	7	535-00	292,55
8	508-05	140,6	8	2262-09	278,65
9	218-03	134,55	9	444-04	293,65
10	1006-06	137,3	10	774-05	306,92
11	1180-06	114,9	11	105-01	283,45
12	1442-07	107,45	12	586-05	301,65
13	542-05	139,85	13	982-97	303,95
14	96-102	135,85	14	46-03	279,45
15	142-1	163,95	15	268-03	313,58
16	420-04	186,35	16	426-04	314,9
17	2046-08	144,85	17	1494-07	273
18	392-04	150,85	18	704-05	304,05
19	1658-07	159,15	19	318-04	307,98
20	328-04	158,05	20	788-05	290,4
21	952-06	150,9	21	130-1	312,2
22	122-1	154,35	22	636-05	288,55
23	2102-08	123,6	23	2058-08	315,58
24	310-04	133,45	24	398-04	283,75
25	230-03	137,05	25	352-04	308,05
26	262-03	143,25	26	2096-08	283,85
27	1226-06	148,9	27	354-04	296,15
28	2290-09	150,4	28	782-06	297,8
29	216-03	150,35	29	430-04	285,15
30	2238-09	129,75		Total Lt	8540,71
	Total Lt	4325,51			

Anexo 2. Peso de los bucerros de las búfalas al inicio del proyecto y al destete

	ID búfala un ordeño/día	Peso cría kg (inicio estudio)	Peso cría kg (destete)		ID búfala dos ordeños/día	Peso cría kg (inicio estudio)	Peso cría kg (destete)
1	410-04	95	155	1	1772-07	101	163
2	1340-07	118	170	2	118-1	104	170
3	166-2	81	143	3	516-05	80	156
4	1710-07	105	152,5	4	1070-06	102,5	165,5
5	1984-08	98	157	5	1160-06	102	169
6	1686-07	110	164	6	286-03	85,5	158
7	2322-09	100,5	153,5	7	535-00	81	155
8	508-05	82	146	8	2262-09	103	173
9	218-03	112	166	9	444-04	113	177,5
10	1006-06	96	157	10	774-05	77	152
11	1180-06	77	142	11	105-01	129	194
12	1442-07	93	171	12	586-05	92	174
13	542-05	97	153	13	982-97	73,5	149
14	96-102	78	143	14	46-03	103	155
15	142-1	95	139,5	15	268-03	105	167
16	420-04	103,5	158	16	426-04	95	162,5
17	2046-08	83	147	17	1494-07	111	182
18	392-04	102	160	18	704-05	78	154
19	1658-07	81	147	19	318-04	76	153
20	328-04	128	181	20	788-05	75	156,5
21	952-06	101	157	21	130-1	89	168
22	122-1	73	143	22	636-05	102,5	162
23	2102-08	80,5	145,5	23	2058-08	80	151
24	310-04	83	147	24	398-04	109,5	172
25	230-03	84	144	25	352-04	87	155
26	262-03	125	178,5	26	2096-08	85	151
27	1226-06	79,5	145	27	354-04	78,5	150
28	2290-09	104,5	155	28	782-06	99	173
29	216-03	81	148	29	430-04	81	160
30	2238-09	81	145		Total kg	2698	4728
	Total kg	2827,5	4613,5			Ganancia peso total (kg)	2030
		Ganancia peso total (kg)	1786				

Anexo 3. Promedios diarios totales de producción de leche , Desviación estándar y Valor $-p$ de los tratamientos.

Día	Un ordeño		Dos ordeños		Valor -P
	Promedio (lt)	Desv. Est. \pm	Promedio(lt)	Desv. Est. \pm	
Día 1	3,08	0,65	6,96	0,79	0.0000
Día 2	3,36	0,67	6,88	0,96	0.0000
Día 3	3,22	0,71	5,64	0,42	0.0000
Día 4	3,14	0,62	5,63	0,39	0.0000
Día 5	3,2	0,68	5,62	0,64	0.0000
Día 6	3,13	0,58	5,66	0,49	0.0000
Día 7	2,92	0,71	5,52	0,47	0.0000
Día 8	3,02	0,45	5,61	0,72	0.0000
Día 9	3,03	0,61	5,55	0,43	0.0000
Día 10	3,05	0,49	5,59	0,56	0.0000
Día 11	2,88	0,72	5,49	0,49	0.0000
Día 12	3,06	0,59	5,5	0,54	0.0000
Día 13	2,81	0,6	5,51	0,53	0.0000
Día 14	2,82	0,74	5,54	0,53	0.0000
Día 15	3	0,58	5,46	0,52	0.0000
Día 16	2,98	0,64	5,55	0,65	0.0000
Día 17	2,69	0,6	5,56	0,61	0.0000
Día 18	2,86	0,6	5,49	0,63	0.0000
Día 19	2,76	0,55	5,55	0,72	0.0000
Día 20	2,77	0,61	5,47	0,59	0.0000
Día 21	2,79	0,58	5,41	0,51	0.0000
Día 22	3,02	0,57	5,42	0,51	0.0000
Día 23	2,8	0,67	5,51	0,65	0.0000
Día 24	2,83	0,66	5,45	0,64	0.0000
Día 25	2,41	0,6	5,28	0,73	0.0000
Día 26	2,53	0,48	5,28	0,66	0.0000
Día 27	2,42	0,54	5,55	0,79	0.0000
Día 28	2,4	0,54	5,3	0,71	0.0000
Día 29	2,5	0,58	5,46	0,71	0.0000
Día 30	2,47	0,82	5,36	0,65	0.0000
Día 31	2,45	0,77	5,24	0,51	0.0000
Día 32	2,36	0,31	5,27	0,62	0.0000
Día 33	2,27	0,28	4,85	0,89	0.0000
Día 34	2,26	0,34	4,82	0,98	0.0000
Día 35	2,33	0,24	4,77	0,79	0.0000

Día 36	2,4	0,29	5,14	0,87	0.0000
Día 37	2,25	0,3	4,7	0,4	0.0000
Día 38	2,4	0,36	4,7	0,77	0.0000
Día 39	2,33	0,17	4,93	0,42	0.0000
Día 40	2,14	0,27	4,73	0,68	0.0000
Día 41	2,12	0,38	5,1	0,6	0.0000
Día 42	2,09	0,29	5,1	0,34	0.0000
Día 43	2,18	0,22	5,1	0,41	0.0000
Día 44	2,15	0,17	5	0,44	0.0000
Día 45	2,25	0,16	4,89	0,42	0.0000
Día 46	2,24	0,27	5,01	0,3	0.0000
Día 47	2,01	0,19	5	0,64	0.0000
Día 48	2,06	0,16	5,07	0,41	0.0000
Día 49	2,02	0,14	4,82	0,46	0.0000
Día 50	2,04	0,17	4,88	0,43	0.0000
Día 51	2,06	0,16	4,91	0,3	0.0000
Día 52	1,97	0,1	4,92	0,35	0.0000
Día 53	1,96	0,17	4,83	0,39	0.0000
Día 54	1,94	0,13	4,78	0,36	0.0000
Día 55	1,91	0,21	4,69	0,33	0.0000
Día 56	1,91	0,21	4,58	0,28	0.0000
Día 57	1,91	0,2	4,51	0,27	0.0000

