

**SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICO-PROTEICA DE BÚFALAS (*Bubalus bubalis*) EN  
FASE DE LACTANCIA EN LA GRANJA VILLA MARINA, NORTE DE SANTANDER  
UBICADA EN EL TROPICO MEDIO**

Miguel Arturo Manrique González

Código: 1094273477

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Agrarias

Programa de Zootecnia

Pamplona

2019

**SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICO-PROTEICA DE BÚFALAS (*Bubalus bubalis*) EN  
FASE DE LACTANCIA EN EL TRÓPICO MEDIO**

Miguel Arturo Manrique González

Código: 1094273477

MVZ., Esp., M.Sc., Ph.D. Román Enrique Maza Ortega

Docente

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Agrarias

Programa de Zootecnia

Pamplona

2019

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado 1

---

Firma del Jurado 2

Pamplona, Norte de Santander 18 de Diciembre de 2019

## **Dedicatoria**

A Dios por darme las fuerzas y bendiciones para seguir adelante. A mi madre por ese gran amor, el apoyo incondicional, por todos los esfuerzos y sacrificios; una persona fundamental en mi vida a quien le debo todo lo que tengo hoy en día. A mi padre por apoyarme siempre y confiar en mí, un ejemplo de persona seria y trabajadora. Quien me ha guiado y orientado con sus consejos en los momentos más oscuros. A mis hermanos por el apoyo incondicional A mi mujer quien me apoya incondicional mente y siempre está a mi lado en los malos y buenos momentos. A mi hija Emilia Isabella Manrique Mantilla mi razón de ser. A mi hijo Juan Rafael por ser una motivación para seguir adelante.

Y a todas esas personas que me ayudaron y tendieron la mano en los momentos en que más lo necesitaba.

## **Agradecimientos**

Manifiesto mi agradecimiento a Román Enrique Maza Ortega MVZ, Especialista en producción Bovina tropical, MSc y PhD en Zootecnia. Brindar su conocimiento el cual fue fundamental para la elaboración de este trabajo.

.Deilen Paff Sotelo Moreno MVZ, MSc y PhD en Zootecnia. Por aportar su conocimiento y apoyar en las practicas realizadas.

Rolando Enrique Rojas Tolosa MSc, Zootecnista quien me brindó su apoyo en la granja experimental villa marina.

## Contenido

Dedicatoria .....	IV
Agradecimientos.....	V
Resumen .....	XII
Abstract .....	XIII
Introducción .....	14
1. Justificación .....	16
2. Objetivos .....	18
2.1 Objetivo general .....	18
2.2 Objetivos específicos.....	18
3. Hipótesis .....	19
4. Marco teórico .....	20
4.1 Origen .....	20
4.2 Taxonomía.....	20
4.3 Características fisiológicas: .....	21
4.4 Jafarabadi.....	22
4.5 Murrah .....	22
4.6 Mediterráneo.....	23
4.7 Valor nutricional de la leche de búfala.....	23
4.8 Lactosa.....	24

4.9 Grasa.....	24
10 Proteína.....	25
4.11 Solidos no grasos.....	25
4.12 Densidad.....	25
4.13 Pastoreo.....	25
4.15 Suplementación.....	26
4.16 Salvado de arroz.....	26
4.17 Salvado de trigo.....	27
4.18 Urea.....	27
4.19 Torta de presión de palmiste.....	28
4. 20 Maíz.....	29
4.21 Sal mineralizada.....	29
5. Material y métodos.....	30
5.1 Localización.....	30
5.2 Animales.....	30
5.3 Diseño experimental y dietas.....	30
5.4 Manejo animal.....	31
5.5 Muestras de forraje y de suplemento.....	32
5.6 Muestras de leche.....	32
5.7 Análisis de laboratorio.....	33

5.8 Análisis estadístico .....	33
6. Resultados y discusión.....	34
7. Conclusiones .....	40
8. Recomendaciones .....	41
9. Bibliografía.....	49
10. Anexos.....	53
.....	75

## Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 Cuernos de la raza Jaffarabadi, Murrah y Mediterránea; fuente:Bavera (2005). .....	22
Ilustración 2 Rev Colombiana Cienc Anim 2016; 8(2):177-186. ....	23
Ilustración 3 Consumo suplemento búfalas tratamiento 2; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique. 53	
Ilustración 4 Elaboración de suplemento; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.....	53
Ilustración 5 Suplemento; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique. ....	54
Ilustración 6 Pesaje de suplemento en bolsas de 2 kilos para consumo diario;.....	54
Ilustración 7 búfala 0452-1 Consumiendo suplemento; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique. ....	55
Ilustración 8 búfala 0459-6 Consumiendo suplemento; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique. ....	56
Ilustración 9 Toma de muestra de pasto para respectivas análisis; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique. ....	57
Ilustración 10 Transporte de muestras refrigeradas; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique. ....	58
Ilustración 11 Análisis lactoscan búfala número 0452-1 fecha 02/12/2019; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.....	59
Ilustración 12 Análisis lactoscan búfala número 0459-6 fecha 02/12/2019; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.....	60
Ilustración 13 Análisis lactoscan búfala número 0450-5 fecha 25/11/2019; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.....	61
Ilustración 14 Análisis lactoscan búfala número 0450-5 fecha 02/12/2019; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.....	62
Ilustración 15 análisis lactoscan búfala número 0459-6 fecha 25/11/2019; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.....	63
Ilustración 16 Análisis lactoscan búfala número 0457-0 fecha 25/11/2019; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.....	64

Ilustración 17 Análisis lactoscan búfala número 0457-0 fecha 02/12/2019; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.....	65
Ilustración 18 Análisis lactoscan búfala número 0452-1 fecha 25/11/2019; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.....	66
Ilustración 19 Pesaje de la leche fecha 02/12/2019, búfala 0459-6; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique. ....	67
Ilustración 20 Pesaje de la leche fecha 02/12/2019, búfala 0450-5; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique. ....	68
Ilustración 21 Pesaje de la leche fecha 02/12/2019, búfala 0452-1; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique. ....	69
Ilustración 22 Pesaje de la leche fecha 02/12/2019, búfala 0457-0; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique. ....	70
Ilustración 23 Pesaje de la leche fecha 25/11/2019, búfala 0459-6; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique. ....	71
Ilustración 24 Pesaje de la leche fecha 25/11/2019, búfala 0450-5; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique. ....	72
Ilustración 25 Pesaje de la leche fecha 25/11/2019, búfala 0452-1; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique. ....	73
Ilustración 26 Pesaje de la leche fecha 25/11/2019, búfala 0457-0; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique. ....	74
Ilustración 27 Peso del recipiente de la leche vacío; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique. ....	75

## Lista de tablas

Tabla 1 Clasificación taxonómica del búfalo); Fuente: Elaboración a partir de Peary, 1990. ....	21
Tabla 2 Composición porcentual del suplemento consumido por los animales durante el período experimental .....	31
Tabla 3 Composición nutricional del forraje y suplemento consumido por los animales durante el periodo experimental.....	35
Tabla 4 Efecto de la suplementación energético-proteica sobre la producción de leche y producción de leche corregida para el 4% de grasa en búfalas en fase de lactancia en el trópico medio. ....	37
Tabla 5 Efecto de la suplementación energético-proteica sobre la composición nutricional de la leche en búfalas en fase de lactancia en el trópico medio. ....	38

## Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó con el fin de profundizar un poco más en el tema de nutrición de búfalas en lactancia debido a que la composición nutricional en la leche es superior a la composición nutricional de la leche de vacuno, genera una importante área de trabajo para estudiar la calidad composicional de dicha leche y evaluando el efecto de una suplementación de un alimento energético-proteico sobre la producción láctea.

Se trazo como objetivo evaluar el efecto de la suplementación energético proteica sobre el desempeño productivo y composición de la leche en búfalas en fase de lactancia.

Para este trabajo fueron seleccionadas 4 búfalas con un peso promedio de 487,25 kilogramos al inicio de la fase experimental. Los animales se seleccionaron aleatoriamente y fueron asignados a los dos grupos experimentales: control (T1) donde los animales consumen pasto de pradera, y pasto de corte como normal mente se maneja la granja. Un tratamiento suplementando con dicho alimento energético-proteico (T2) en el cual se racionan 2 kg/día este al mentó al momento del ordeño. Se realizaron pesajes de los animales para sacar un peso promedio posterior a esto se hizo una colecta individual de leche en los días 7,14,21 del experimento, se realizó análisis de composición nutricional de los pastos. La composición de la leche fue determinada mediante un lactoscan julie C3 Scope Electric.

### **Abstract**

This research work was carried out in order to delve a little deeper into the issue of breastfeeding buffalo nutrition because its nutritional composition in milk is superior to the nutritional composition of beef milk, it generates an important area of work to study the compositional quality of said milk and evaluating the effect of a supplementation of an energy-protein food on milk production.

The objective was to evaluate the effect of protein energy supplementation on the productive performance and composition of milk in buffaloes during lactation.

For this work, 4 buffaloes with an average weight of 487.25 kilograms were selected at the beginning of the experimental phase. The animals were randomly selected and assigned to the two experimental groups: control (T1) where the animals consume prairie grass, and cut grass as the farm is normally managed. A treatment supplementing with said energy-protein food (T2) in which 2 kg / day is rationed to the chin at the time of milking. Weighing of the animals was carried out to obtain an average weight after this an individual milk collection was made on days 7,14,21 of the experiment, nutritional composition analysis of the pastures was performed. The composition of the milk was determined by a lactoscan julie C3 Scope Electric.

## Introducción

En Colombia, a partir de 1970 la población de búfalos ha venido aumentando de forma prominente, en virtud de que pueden ser una alternativa de producción en zonas geográficas que pueden ser poca explotadas en los sistemas de explotación de bovinos. Según la Asociación Colombiana de Criadores de Búfalos (ACB) citado por (Bustamante 2011), en Colombia actualmente existen aproximadamente 130.000 Búfalos, distribuidos principalmente en el Magdalena medio, Córdoba, Llanos Orientales, Cauca, Valle y Caldas.

Los sistemas de producción ganadera en Colombia se manejan principalmente en sistemas basados en pastoreo; sujetos a la estacionalidad climática que causa estacionalidad de producción. Esto que ocasiona una gran variación en el aporte de nutrientes en la alimentación de los bovinos y afectan la calidad del pasto, lo que limita el consumo de energía, proteína y minerales, produciendo consecuentemente, menor producción de leche y carne (Arenas *et al.*, 2010). Los recursos basales desempeñan un papel fundamental en la nutrición y alimentación de rumiantes, debido que estos evolutivamente han desarrollado una relación simbiótica con sus microorganismos y enzimas para utilizar los carbohidratos fibrosos de los forrajes (Wilkins, 2000). Sin embargo, en los países tropicales la eficiencia de la utilización de la de los carbohidratos fibrosos del forraje es limitada por los rumiantes es baja, siendo normal observar digestibilidades alrededor del 50% (Barahona *et al.*, 2005).

De acuerdo con lo anterior, una de las herramientas disponibles para aumentar la el consumo de nutrientes por parte de los rumiantes es la suplementación nutricional, la cual

permite suplir el déficit de nutrientes en los animales generados por las pasturas y aumentar los índices productivos.

## 1. Justificación

Según la *Food and Agriculture Organization* (FAO) (2009), predice que para el 2050 la población aumentará para 9,306 billones de personas en el planeta, 2,410 billones más que en el año 2010. Continentes como Asia y África, concentraran el 89,1% del número adicional de habitantes del planeta, junto con algunos países de América Latina, siendo todos compuestos por países en desarrollo. Este panorama, trae como consecuencia un incremento en la demanda de alimentos, principalmente, proteínas de origen animal

A nivel mundial, se estima que dos billones de rumiantes contribuyen a la seguridad alimentaria de los seres humanos; dichos animales proporcionan el 70% del total de la proteína animal consumida, 80% de la leche consumida y 10% de la fibra natural utilizada por los humanos (Barahona et al., 2005). De acuerdo Fahey (1997), en los próximos 25 años habrá necesidad de duplicar la producción de proteína de origen animal, principalmente, de los rumiantes con el objetivo de asegurar el consumo de proteína de una población mundial que está en aumento constante.

Dentro los sistemas de producción de rumiantes, los búfalos pueden ser utilizados como una alternativa a la producción de bovinos en zonas geográficas poco aprovechadas por los vacunos. Adicionalmente, la leche de búfala en relación a la leche de vaca presenta una mejor calidad composicional, con mayor concentración de proteína y grasa. De esta forma, evaluando la necesidad de los productores de incrementar tanto la producción como la calidad de la leche a nivel nacional e internacional, la leche de

búfala sería una alternativa para aumentar los precios obtenidos por bonificación que es dada da por los sólidos en leche.

Por otro lado, en Colombia la principal fuente de alimentos para búfalos y bovinos son las pasturas tropicales, sin embargo, las pasturas tropicales presentan varias limitaciones nutricionales, generando un desbalance nutricional y metabólico en los animales, lo que trae como consecuencia, disminución de la productividad de los animales. Así, se hace necesario establecer estrategias de suplementación que permita suplir los aportes de nutrientes por las praderas y así satisfacer las exigencias nutricionales para mantenimiento y producción de los animales; de esta manera, la suplementación permite contornar las deficiencias de los pastos e incrementar el consumo de nutrientes, lo que produce un mayor desempeño productivo y productividad de las empresas ganaderas.

En ese contexto, la utilización de productos y subproductos agroindustriales que tienen gran potencial nutricional para la alimentación animal se torna importante para la preparación de suplementos de búfalos en fase de lactancia, con el objetivo de incrementar la productividad y calidad de los productos generados en esta actividad.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Evaluar los efectos de la suplementación energético-proteica (grano de maíz molido, salvado de arroz, salvado de trigo, torta de palmiste, sal mineralizada y urea) sobre el desempeño productivo y composición de la leche en búfalas en fase de lactancia en el trópico medio.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto de la suplementación energético-proteica sobre la producción de leche en búfalas en fase de lactancia en el trópico medio.
  
- Determinar el efecto de la suplementación energético-proteica sobre la composición de la leche en búfalas en fase de lactancia en el trópico medio.

### **3. Hipótesis**

1.1 La suplementación energético-proteica aumenta la producción y composición de la leche y perfil metabólico de búfalas en fase de lactancia en el trópico medio.

## 4. Marco teórico

### 4.1 Origen

Con respecto al origen de los búfalos Zava (1982), expone que los búfalos se originaron al Norte de India, Sur de China y Pakistán. Siendo estas poblaciones ubicadas de los ríos Éufrates, Tigris, Indus y Yantze las primeras en domesticar esta especie. Esta especie es descendiente del *Bubalus paleindicus*, cuya existencia fue en el período Plioceno y del búfalo salvaje, *Bubalus arnee*, de Italia y Mesopotamia (Tabla 1). Los búfalos fueron domesticados en la India y el Medio Oriente aproximadamente a los 6.000 años A.C.

### 4.2 Taxonomía

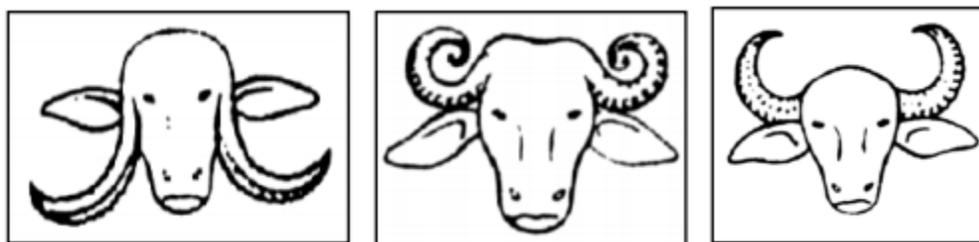
Reino	Animal
Clase	Mamíferos
SUB - Clase	Ungulados
Orden	Artiodáctilos
Sub - Orden	Rumiantes

Infra - Orden	Pécora
Super - Familia	Bóvidos
Familia	Bovidae
Subfamilia	Bovidos
Género	Bubalus
Especie	Bubalus bubalis, Bubalus bubalis var. kerebau

*Tabla 1 Clasificación taxonómica del búfalo); Fuente: Elaboración a partir de Peary, 1990.*

#### 4.3 Características fisiológicas:

De forma general, los búfalos presentan las siguientes características fenotípicas: cuello largo, poco musculoso, cruz poco elevada, tórax de sección ojival, relativamente profundo. Adicionalmente, presenta un cuerpo totalmente musculoso, recubierto de una piel gruesa, lisa y pigmentada, recubierta de una lana que se pierde a medida que el animal va creciendo. En la fase adulta presenta un pelaje corto, ralo de color oscuro o negro. En el sudeste de Asia es común el llamado búfalo blanco, que no es albino, ya que tiene ojos oscuros y piel rosada (Bavera, 2005).



*Ilustración 1 Cuernos de la raza Jaffarabadi, Murrah y Mediterránea; fuente: Bavera (2005).*

#### **4.4 Jafarabadi**

La raza jafarabadi, deriva de una ciudad en la India que presenta el mismo nombre. Estos animales poseen un color negro y es posible la presencia de manchas blancas en la cabeza y en la parte inferior de las patas. Su característica principal en la presencia de una frente prominente. Adicionalmente, presenta cuernos anchos y pesados que se extienden hacia abajo, en forma de espiral en la parte posterior de los ojos y terminando hacia atrás (Bavera, 2005). Normalmente, las hembras presentan un peso promedio de hembras 650 a 900 Kg y los machos de 700 a 1.500 Kg. Esta raza se considera como la de mayor tamaño, además presentan una característica muy especial, ya que presentan unas ubres con una excelente conformación (Bavera, 2005).

#### **4.5 Murrah**

Bavera, G. A. (2005) afirma que el nombre Murrah proviene de una palabra hindú que significa “espiralado” y está asociado a la forma de sus cuernos. Se originó en Punjab, India. Se caracteriza por presentar un color negro azabache, cuernos de color negros y se comienzan a espirar desde su misma base. Estudios reportan que el peso de los animales adultos es de 600 a 800 Kg en machos y 500 a 600 Kg en hembras.

Presentan ubres bien desarrolladas, con venas marcadas y cuartos bien cuadrados.

(Bavera, 2005)

#### 4.6 Mediterráneo

Esta raza se originó en Italia, a partir de la raza Surti, definidos como raza en Europa y demás costas del Mediterráneo. Comúnmente, presenta tonalidades que van del negro, gris oscuro, marrón oscuro y negro pizarra. Adicionalmente, presenta cuernos medianos dirigidos hacia atrás y hacia los costados con las puntas cerradas hacia arriba y hacia adentro formando una media luna. El cuerpo es compacto, macizo y profundo, con ubres de tamaño mediano, bien formadas, con cuartos bien cuadrados. En relación al peso adulto, los machos presentan un peso promedio de 700 a 800 Kg y las hembras de 600 Kg las hembras (Bavera, 2005)

#### 4.7 Valor nutricional de la leche de búfala

La leche de búfala es caracterizada por su alto valor nutricional, presentando alta concentración de sólidos totales, grasa, lactosa y proteína. Esta característica le confiere un gran potencial para desarrollar derivados alimenticios de alta calidad, que la postulan de forma competitiva en el mercado (Rodríguez, 2017).

Especie	Muestra	% lactosa	% grasa	% proteína	% ST	% SNG	MUN (mg/dl)
Vaca	1	4,49	3,42	2,95	11,71	8,22	17,4
	2	4,5	3,77	3,09	12,15	8,37	18,8
	Promedio	4,50 ± 0,01	3,60 ± 0,25	3,02 ± 0,1	11,93 ± 0,31	8,30 ± 0,11	18,10 ± 0,99
Cabra	3	4,21	4,22	3,21	12,66	8,2	32,4
	4	4,19	4,65	2,8	12,52	7,77	24,3
	Promedio	4,20 ± 0,01	4,44 ± 0,30	3,01 ± 0,29	12,59 ± 0,10	7,99 ± 0,30	28,35 ± 5,73
Búfala	5	5,07	7,49	4,22	17,18	10,07	21,1
	6	5,05	6,98	3,93	16,45	9,76	16,9
	Promedio	5,06 ± 0,01	7,24 ± 0,36	4,08 ± 0,21	16,82 ± 0,52	9,92 ± 0,22	19 ± 2,97

ST: Sólidos Totales; SNG: Sólidos No Grasos; MUN: Nitrógeno Ureico en Leche

De acuerdo con la (ilustración 2) podemos observar que la leche de las búfalas posee una composición nutricional superior a las demás especies en términos generales.

La leche de búfalas tiene una demanda muy grande para la elaboración de derivados lácteos como yogurt, quesos, dulce de leche y mantequilla debido a que hay un mayor aprovechamiento y rendimiento por su composición nutricional (Rodríguez, 2017).

En la actualidad, hay mayor consumo por parte de las personas de los productos elaborados con leche de búfala, cambiando la tradición del consumo habitual de productos elaborados a bases de leche bovina. Uno de los principales productos es el queso Mozzarella que adquiere unas características diferentes al ser realizado con leche de búfalas (Rodríguez, 2017).

#### **4.8 Lactosa**

La lactosa es un disacárido formado por glucosa y galactosa que son mosacáridos o azúcares simples. La lactosa es considerada el principal azúcar presente en la leche y los derivados lácteos. La lactosa es hidrolizada por la enzima lactasa hasta glucosa y galactosa, siendo utilizada como fuente de energía para el organismo (Rodríguez, 2017).

#### **4.9 Grasa**

La grasa en la leche se encuentra presente en pequeños glóbulos suspendidos en agua o en emulsión. Cada glóbulo se encuentra rodeado de una capa de fosfolípidos, que evitan que los glóbulos se aglutinen entre sí repeliendo otros glóbulos de grasa y atrayendo agua ([www.agrobit.com](http://www.agrobit.com)).

#### **4.10 Proteína**

Las proteínas de la leche al igual que las demás proteínas están formadas por aminoácidos, unidos por enlaces peptídicos. De acuerdo a la combinación y proporción de estos aminoácidos se generan varias proteínas como: Caseína, Beta-lactoglobulina, Alfa-lactoalbúmina, Lactoferrina, Lactoperoxidasa, Inmunoglobulinas y Lisozima)

([www.agrobit.com](http://www.agrobit.com))

#### **4.11 Sólidos no grasos**

El contenido no graso, son de gran importancia en la leche ya que le proporciona una textura más firme, un cuerpo más cremoso y esponjoso con mayor volumen

([www.portalechero.com](http://www.portalechero.com))

#### **4.12 Densidad**

La densidad o masa específica de una sustancia se define como la masa por unidad de volumen (g/mL) y se estima por pesaje.

La densidad de la leche es afectada por factores como temperatura y presión. Sin embargo, la temperatura debe especificarse junto con la densidad, la presión no es necesaria en el caso de líquidos y sólidos porque no son comprendidos totalmente. De acuerdo con Hurtado et al., (2005), quien estudió leche de búfala en distintas razas colombianas (1,033 a 1,035 g/mL).

#### **4.13 Pastoreo**

Es la colecta *in situ* del pasto por los animales, siendo la fundamental un manejo de praderas para suministrar un pasto de buena cantidad a los animales y de esta manera garantizar un buen tamaño de bocado (Minson, 1990).

Por otro lado, Allison (1985) menciona que en los sistemas de producción ente sistema rotacional y pastoreo continuo no hay diferencias significativas. Pero es muy relevante mencionar que, al aumentarse la intensidad de pastoreo, los animales van a tener una menor posibilidad de seleccionar su dieta. De esa forma, una alta intensidad en pastoreo disminuye la calidad de las dietas ya que el animal debe consumir partes más fibrosas de la planta y, consecuentemente, disminuye la ganancia individual de los animales, pero en contrapartida se aumenta la ganancia por hectárea.

#### **4.14 Suplementación**

Según Pasinato (2016), la suplementación es la complementación de nutrientes en una dieta base. El objetivo de la suplementación es corregir el déficit de nutrientes de las pasturas y generar un aumento en el consumo de materia seca, lo que acarrea aumento en el desempeño productivo de los animales.

Dentro de la suplementación encontramos dos factores muy importantes los cuales son: satisfacer las exigencias nutricionales de los animales y las características nutricionales de la dieta. Las exigencias nutricionales de los animales varían según la edad, estado fisiológico, sexo, entre otros (Pasinato, 2016).

#### **4.15 Salvado de arroz**

El salvado de arroz se constituye por una parte harinosa del grano, el germen y la capa aleurona, los cuales representan aproximadamente al 8% del peso del grano. La

composición nutricional del salvado puede ser afectada por varios factores como origen, procesamiento, entre otros, que afecta la concentración de grasa de esta materia prima. La concentración de grasa en el salvado de arroz puede variar de 22% en la MS en muestras Australianas hasta el 13,5% en la MS en muestras obtenidas en California. Sin embargo, en la mayoría de ocasiones el salvado de arroz utilizado en la alimentación animal son previamente desengrasados.

#### **4.16 Salvado de trigo**

El salvado de trigo es un subproducto de la molienda del trigo y cernido del trigo en el proceso de obtención de la harina, representando aproximadamente el 25% del peso del grano. El salvado de trigo presenta una concentración de almidón que varía del 20% hasta el 60%, la concentración contenido en fibra varía entre 2 al 10% de fibra, la proteína entre el 14,0-15,0% y el fósforo varía desde 1,0 hasta 0,4%. el de. Sin embargo, la composición nutricional de estos subproductos es muy variable, dependiendo del tipo y de la variedad de trigo utilizada, condiciones de cultivo, grado de madurez del grano, y, sobre todo, el proceso de fabricación que afecta la tasa de extracción de harina (FEDNA, 2019)

#### **4.17 Urea**

La urea es un producto artificial que puede ser utilizada como fuente de NNP para los rumiantes. El producto comercial tiene un contenido en N del 46% que equivale al 287,5% de proteína bruta (FEDNA, 2019).

El uso de la urea en la alimentación de rumiantes depende de la capacidad de la microbiota ruminal para incorporarla en la síntesis de proteína microbiana. La urea

aporta beneficios al animal como aumentar la cantidad de nitrógeno que llega al rumen, así, teniendo disponibilidad de forraje aunque de baja calidad se incrementará la tasa de degradación y de pasaje de la fibra por el tracto digestivo de los animales, lo que permite un aumento el consumo voluntario por parte de los animales (Fonseca, 2016).

Por otro lado, niveles inadecuados de urea en la dieta reducen la palatabilidad de los alimentos y pudiendo acarrear problemas de toxicidad en los animales. Sin embargo, actualmente existen productos comerciales de urea protegida con una matriz orgánica que permite su liberación lenta a nivel ruminal, equilibrando las raciones en N y reduciendo el riesgo de toxicidad (FEDNA, 2019).

#### **4.18 Torta de presión de palmiste**

Según FEDNA (2019), la torta de palmiste es el residuo de la extracción del aceite de la semilla de la palma africana (*Elaeis guineensis*) que es cultivada países tropicales, como Nigeria, Zaire, Camerún, Indonesia, Malasia, y Sur América. Del prensado de la pulpa carnosa del fruto de la palma se obtiene también aceite que es mucho más abundante y el que normalmente se comercializa para concentrados.

Generalmente, la torta de palmiste comercializada para la fabricación de alimentos para animales es extraída por solventes y presenta entre un 8 y un 10% de extracto etéreo, 14% e PB y más del 40% de fibra en detergente neutra (FDN). Al igual que las otras materia primas, su valor nutricional varía en función del tipo y condiciones de procesado y de la cantidad de fibra que se extrae o se mezcla con el producto final.

#### **4.19 Maíz**

El grano de maíz (*Zea mays*) es uno de las principales materias primas utilizados en la elaboración de alimentos balanceados destinados a la alimentación animal. Es considerado el principal alimento energético, presenta alta palatabilidad y baja variación nutricional y contenido en factores anti nutricionales. Actualmente, pueden ser observado diferentes tipos de grano: dentado, flint (duro), harinoso, dulce, pop y ornamental (pod), siendo el más utilizado en alimentación animal el dentado. Últimamente, se han seleccionado otras líneas que presentan alto contenido de grasa de 10%, azúcar de 10% (considerado maíz dulce), amilosa de 80% (considerado amilo maíz), proteína de 26%, sin embargo, es poco utilizado comercialmente debido a su baja productividad (FEDNA, 2019).

#### **4.20 Sal mineralizada**

La sal mineralizada es una mezcla constituida por Cloruro de Sodio (sal blanca), macrominerales como Ca y P, Mg, K, S y micro minerales como Se, I, Zn, Cu, Mn, Mo, entre otros. De esa forma, la sal mineralizada es una fuente equilibrada de macro y micro minerales que tiene un gran valor nutricional para los animales, principalmente, los rumiantes (CORPOICA, 2002).

## **5. Material y métodos**

### **5.1 Localización**

El experimento fue realizado en la granja Experimental Villa Marina, localizada en el municipio de Pamplonita, departamento de Norte de Santander. Fue desarrollado entre noviembre y diciembre, referente a la época de lluvias y tuvo una duración de 21 días.

### **5.2 Animales**

Para este estudio fueron utilizadas 4 búfalas mestizas en fase de lactancia, con edad y peso corporal inicial promedio de 6 años y 487,25 kg, respectivamente.

### **5.3 Diseño experimental y dietas**

Los animales fueron distribuidos en un diseño completamente aleatorio, con dos tratamientos y dos repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: Control (no suplementado) y, suplementado (2 kg/animal/día de suplemento). El suplemento estaba compuesto por grano de maíz molido, salvado de arroz, salvado de trigo, torta de soja, urea y sal mineral (Tabla 1). El suplemento fue formulado para presentar el 20% de PB y 2,78 Mcal de EM/kg con base en la materia natural. La cantidad de 2 kg/animal/día de suplemento tuvo como objetivo suministrar 400 g de PB/día, que corresponde al 35% de las exigencias de proteína para una vaca en lactación de 500 kg de peso corporal, ganancia media diaria de 0.1 kg y producción de leche de 6 kg/día

Ítem	Suplemento
Ingredientes % (como alimento)	
Grano de maíz molido	40,0
Salvado de trigo	20,0
Salvado de arroz	22,0
Torta de palmiste	10,0
Urea	3,0
Sal mineralizada	5,0

Tabla 2 Composición porcentual del suplemento consumido por los animales durante el período experimental

#### 5.4 Manejo animal

Los animales fueron sometidos a 7 días de adaptación al área y a la dieta experimental. Al inicio del experimento los animales fueron pesados en ayuno alimenticio de 14 hs. Posteriormente, las búfalas fueron alojadas en potreros de 5 ha, que estaban cubiertos uniformemente de *Panicum* sp., y equipados con bebederos conjuntos.

Adicionalmente, se realizó el manejo tradicional de la finca que consistió en ordeño diario de los animales a las 6h00, luego, los animales eran conducidos a los potreros con sus respectivas crías, finalmente, a las 4h00 las búfalas eran llevadas a los corrales para separar las crías hasta el próximo ordeño y ser alimentadas con *Pennisetum* sp., picado a voluntad en comederos conjuntos.

El suplemento fue suministrado a los animales al momento del ordeño y en presencia de sobras, éstas eran suministradas en horas de la tarde después de la

separación de las crías. Todos los animales tenían con acceso irrestricto a agua y sal mineralizada.

### **5.5 Muestras de forraje y de suplemento**

Para evaluar la composición nutricional del forraje consumido por los animales, a los 9 días del experimento, fue realizada una simulación manual del pastoreo, adicionalmente, se tomó una segunda muestra de *Pennisetum sp.*,

Finalmente, se colectó una tercera muestra de pasto para estimar la disponibilidad de materia seca (MS) por hectárea. Cuatro muestras fueron aleatoriamente colectadas en cada potrero y cortadas a ras del suelo usando un cuadrado de PVC (0.5 x 0.5m) y con auxilio de tijeras para cortar pasto.

Al momento de la preparación del suplemento, fue obtenida una muestra para evaluar la composición nutricional del mismo. Todas las muestras fueron secadas a 60°C y molidas en un molino de cuchillas tipo Wiley (model 3; Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA) a 1 mm, para posterior análisis de laboratorio.

### **5.6 Muestras de leche**

Las búfalas fueron ordeñadas a los 7, 14 y 21 días del experimento para estimar la cantidad de leche producida. Sin embargo, la producción de leche total producida durante el día fue estimada de acuerdo con Mageste *et al.*, (2018). Paralelamente, se obtuvo una muestra de leche de cada animal para evaluar el porcentaje de lactosa, grasa, proteína, sólidos no grasos, sólidos totales y densidad de la leche, dicha muestra fue colectada y posteriormente analizada.

## 5.7 Análisis de laboratorio

Muestras de pasto y de suplemento molidas a 1 mm fueron analizadas para materia seca (MS) (secado por 16 h a 105°C; método ISO 6496 de 2016), cenizas (combustión completa en mufla a 600°C por 4 h; método AOAC 942.05 de 2019), proteína bruta (PB; Kjeldahl procedimiento; método AOAC 960.52 de 2019), extracto etéreo (Randall procedimiento; método AOAC 2003.06 de 2019), fibra en detergente neutrón (FDN; método ISO 16422 de 2016).

La producción de leche corregida para el 4% de grasa fue calculada de acuerdo a la ecuación descrita por NRC (2001):

$$\text{Leche}_{4\%} (\text{kg}) = 0.4 \times (\text{producción de leche}) + [15 \times (\text{grasa en la leche} \times \text{producción de leche}/100)]$$

La lactosa, grasa, proteína, densidad, sólidos no grasos, y solidos grasos contenidos en la leche fueron analizados usando un espectrofotómetro (Julie C3, Scope Electric).

## 5.8 Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados utilizando el procedimiento MIXED del SAS 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). La producción de leche fue sometida a ANOVA adoptando el peso corporal inicial como covariable. La composición de la leche fue analizada usando el procedimiento para medidas repetidas de acuerdo con el día de colecta. Significancia estadística fue considerado cuando  $P \leq 0,05$ .

## 6. Resultados y discusión

En este estudio, la disponibilidad de MS fue de 436,72 kg/ha, representando una oferta de 22,85 g de MS/kg de peso corporal. Los valores encontrados en este estudio son inferiores a 40 a 60 g de MSpd/kg recomendados por Paulino et al., (2008) para explotar el mérito genético y optimizar el desempeño productivos de los animales.

El pasto consumido por los animales presentó un valor promedio de 9,46% de PB (Tabla 3), siendo este valor inferior a lo recomendado por Detmann et al. (2014) para maximizar el consumo de forraje en condiciones tropicales.

En la tabla , puede ser observada la composición nutricional del suplemento suministrado a los animales. De acuerdo con lo anterior, se percibe que por cada kilogramo de MS de suplemento era suministrado 229 g de PB y 2,78 Mcal de EM, siendo estos nutrientes esenciales limitantes y prioritarios, respectivamente, para rumiantes alimentados con forrajes tropicales.

Ítem	Suplemento	<i>Panicum sp</i> <sup>1</sup>	<i>Pennisetum</i> <sup>2</sup>
	%		
Materia seca total (MST)	-	14.27	24.72
Materia seca (MS)	94.82	97.16	96.91
Materia Orgánica (MO) <sup>3</sup>	92.94	77.42	85.07
Proteína bruta (PB)	22,90	9.57	9.35
Extracto etéreo (EE)	0.05	0.96	1.46

Fibra en detergente neutral (FDN)	24,71	56.48	64.86
Materia mineral	7.06	22.58	14.93
Carbohidratos no fibrosos (CNF) <sup>4</sup>	45,28	10.41	9.4

*Tabla 3 Composición nutricional del forraje y suplemento consumido por los animales durante el periodo experimental*

<sup>1</sup>Pasto obtenido por simulación manual de pastoreo

<sup>2</sup>Pasto picado ofrecido *ad libitum*

<sup>3</sup>MO = 100% - %MM

<sup>4</sup>CNF = 100 - (%PB + %EE + %FDN + %MM)

En este estudio, la suplementación incrementó el desempeño productivo de los animales, que puede ser verificado por aumento en la producción de leche y producción de leche corregida para el 4% de grasa ( $P < 0.05$ ; Tabla 4).

El mayor desempeño productivo para los animales suplementados en comparación a los del grupo control, puede ser atribuido a la inclusión de suplemento (fácil digestión) en la dieta, lo que posiblemente posibilitó un mayor consumo de MS y PB por parte de los animales suplementados. Adicionalmente, la suplementación energético-proteica suministra nutrientes esenciales para el crecimiento de los microorganismos ruminales, lo que estimula la actividad de las enzimas fibrolíticas e incrementa la utilización de los carbohidratos fibrosos del forraje de baja calidad (Costa et al. 2008; Detmann et al. 2008). Estos resultados refuerzan la idea que la suplementación de rumiantes en pastoreo con el objetivo de aumentar la concentración de PB de la dieta aumenta la digestibilidad y consumo de MS y, consecuentemente, el desempeño productivo de los animales. Sin embargo, aunque en este experimento no se

evaluó la digestibilidad y consumo de MS por parte de los animales, la teoría descrita anteriormente puede explicar la mayor producción de leche y producción de leche corregida para el 4% de grasa por parte de los animales suplementados.

Resultados inferiores fueron reportados por Bustamante (2011), quien realizó un estudio con búfalas lactantes y manejó un grupo control (sin suplementación) y dos grupos suplementados con 1 kg harina de palmiste, 1 kg torta de palmiste y 0.35 kg de melaza/animal día, obteniendo una producción de leche promedio de 2.69 vs. 3.61 kg/día, para grupo control y grupos suplementados, respectivamente.

Los resultados obtenidos en este estudio también son superiores a los reportados por Medina y García (2008) en un trabajo con levaduras en búfalas de agua (*Bubalus Bubalis*) en el departamento de Sucre, donde encontraron valores de 4,49 vs. 3,72 litros/búfala/día para animales en pastoreo suplementados y no suplementados respectivamente.

El mayor desempeño productivo de los animales en este estudio en relación a los reportados por otros autores, puede ser debido al mayor consumo de suplementos (de fácil digestión), que aportan carbohidratos solubles, proteínas y minerales, los cuales promueven un óptimo crecimiento de los microorganismos ruminales, mayor degradación y consumo de los carbohidratos fibrosos de los pastos y, consecuentemente, mayor desempeño productivo.

Ítem	Tratamientos		P-value
	Control	Suplementados	
	kg/día		
Producción de leche	5,78 ± 0,211	7,66 ± 0,211	<0,001
Producción de leche 4% grasa	7,89 ± 0,390	10,42 ± 0,390	0,001

*Tabla 4 Efecto de la suplementación energético-proteica sobre la producción de leche y producción de leche corregida para el 4% de grasa en búfalas en fase de lactancia en el trópico medio.*

En relación a la composición nutricional de la leche, no fue verificado interacción entre los tratamientos y los días de colecta ( $P > 0.05$ ; tabla 5). De igual forma, no fue observado efecto de la suplementación sobre la concentración de lactosa, grasa, proteína, sólidos no grasos y sólidos total y densidad de la leche ( $P > 0.05$ ; tabla 5). Finalmente, no fue verificado efecto de los días de colecta sobre la concentración de lactosa, grasa, proteína, densidad, sólidos no grasos, sólidos totales y densidad de la leche (Tabla 5).

El porcentaje de proteína y sólidos no grasos en la leche observados en este estudio son similares a los reportados por Bustamante (2011) quien observó valores de 3.54% y 9.48%, para proteína y sólidos no grasos, respectivamente, en la leche de búfalas.

Del mismo modo, El porcentaje de proteína observados en este estudio son similares a los reportados por Medina y Garcia (2008) quienes observaron valores de 3,53% de proteína en la leche de búfalas suplementadas con *Saccharomyces cerevisiae*.

En relación al porcentaje de grasa en la leche, Bustamante (2011) reportó valores de 7,4%, siendo este valor superior a los observados en este estudio, hecho que puede ser explicado por la mayor producción de leche de los animales en este estudio la cual produce un efecto dilución de la grasa y, consecuentemente, menor porcentaje de grasa en la leche.

De igual forma, estos valores son inferiores a los reportados por Hurtado et al., (2005), quien reportó valores de 7.36% de grasa en la leche en búfalas en pastoreo extensivo de gramíneas tropicales adicionadas con melaza.

	Tratamientos		SEM	P-value		
	Control	Suplementado		Trat	Col	Trat × Col
Lactosa (%)	5,05	5,17	0,194	0,719	0,719	0,819
Proteína (%)	3,48	3,56	0,124	0,699	0,715	0,801
Grasa (%)	6,47	6,41	0,721	0,960	0,798	0,715
Solidos no grasos (%)	9,29	9,52	0,343	0,692	0,712	0,840
Solidos totales (%)	15,58	15,73	0,424	0,814	0,963	0,822
Densidad (g/mL)	1,0309	1,0317	0,00018	0,785	0,592	0,702

Tabla 5 Efecto de la suplementación energético-proteica sobre la composición nutricional de la leche en búfalas en fase de lactancia en el trópico medio.

Por otro lado, los valores de sólidos totales observados en este estudio son inferiores a los reportados por Bustamante (2011), quien reportó valores de 16,86%. Este mayor valor reportado por Bustamante puede ser justificado por la mayor concentración de grasa en la leche ya que no hubo diferencia en los demás componentes de la leche.

De mismo modo, los valores de sólidos reportados en este estudio son inferiores a los obtenidos por Hurtado et al. (2005), quienes reportaron valores de 16,91% de grasa en la leche.

En relación a la densidad de la leche, Capdevilla et al. (2001) y Hurtado et al. (2005) reportaron valores de 1.0345 y 1.0342 g/mL, siendo estos ligeramente superiores a los observados en este estudio.

## **7. Conclusiones**

El uso de suplementos energético-proteicos incrementa la producción de leche y producción de leche corregida para el 4% de grasa de búfalas lactantes en el trópico medio.

La suplementación energético-proteica no mejora la composición nutricional de la leche de búfalas lactantes en el trópico medio.

## **8. Recomendaciones**

Se recomienda el uso de suplementos energético-proteicos en la alimentación de búfalas en fase de lactancia para optimizar el status nutricional y desempeño productivo de los animales.

Se recomienda la realización de futuras investigaciones en búfalos en Colombia ya que son pocos los datos encontrados en la literatura. Siendo ésta una especie promisoría en la pecuaria a nivel nacional debido a la cantidad y calidad de productos generados en dichos sistemas de producción.

## 9. Bibliografía

- Allison, C. D. (1985). Factors affecting forage intake by range ruminants: a review. *J. Range Manage.* 38:305.
- Bavera, G. A. (s.f.). RAZAS DE BÚFALOS. 234.
- FEDNA. actualizado Nov. 2019 Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal.
- Fonseca, P. 2016. *Contexto ganadero*. Obtenido de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/conozca-las-razas-de-bufalos-que-existen-en-colombia>.
- Capdevilla J, Zaldivar V, Ponce P & Martínez. 2001. Physical-chemical characterization of buffalo milk mixtures from Cuba: The effects of month and season. In: VI World Buffalo Congress pp 384-391.
- Costa VAC, Detmann E, Valadares Filho SC, Paulino MP, Henriques LT, Mantovani HC. 2008. Degradação in vitro da fibra em detergente neutro de forragem tropical de baixa qualidade em função de suplementação com proteína e/ou carboidratos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(3):494-503
- Detmann E, Paulino M. F, Valadares Filho S. C. 2010. Optimizing the use of basal forage resources. In Valadares Filho S, Paulino M, Paulino P, Marcondes M, Silva A, Prados L, Barros L, Fonseca M, Benedeti P (eds) 'In Proc'. 7th Symp. beef cattle Prod.', Vicosá, MG, Brazil. 191–240. (Viçosa: Vicosá, MG, Brazil).

- Detmann E, Valente ÉEL, Batista ED, Huhtanen P (2014) An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. *Livestock Science* **162**, 141–153. doi:10.1016/j.livsci.2014.01.029.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2009. Estado mundial de la agricultura y la alimentación 2009. Roma, Italia: Subdivisión de políticas y Apoyo en Materia de Publicación electrónica, 2009. 0251-1371.
- Hinojosa, C A. 2011. evaluación de la suplementación alimenticia en bufalas (*bubalus bubalis*), durante el primer tercio de la lactancia, en un sistema de producción en tropico humedo, en zona ecologia interandina en colombia. palmira.
- Hurtado N., Cerón M., Lopera M., Bernal A., Cifuentes T. 2005. Determinación de parámetros físico-químicos de leche Bufalina en un sistema de producción orgánica. *Livestock Research for Rural Development* 17 (1) 2005.
- Hurtado, L., Cerón, M., Gutiérrez, A. 2005. Estimates of genetic parameters of milk yield in test day analysis in buffaloes of the Colombian Atlantic coast. *Livestock Research for Rural Development*. 18 (39).
- Gonzalez, K. 2019. Pastos de corte en los sistemas intensivos. *zootecnia y veterinaria es mi pasión* .
- Mejía Haro, J. ( 2002). *Consumo Voluntario de Forraje por Rumiantes en Pastoreo*. Guanajuato, México: Universidad de Guanajuato.
- Mageste, D. Marcondes, M. I. Rennó, L. N. Barros, L. V. Cabral, C. H. Martins, L. S. Marquez, D. C. Saldarriaga1, F. V. Villadiego, F. C. Cardozo, M. A. Ortega. R. M. Cardenas, J. G. Brandão, L. N.

- Paulino, M. P. 2018. Estimation of daily milk yield of Nellore cows grazing tropical pastures. *Tropical Animal Health and Production*. doi.org/10.1007/s11250-018-1617-4
- Minson, J. D. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press. San Diego, CA.
- Ocampo G.;Gricardo, g. A. (2016). Estudio comparativo de parámetros composicionales y nutricionales en leche de vaca, cabra y búfala, Antioquia, Colombia. *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIA ANIMAL*, 179.
- Pasinato, A. (21 de abril de 2016). *Suplementación ganadera*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Patiño, P. D. (s.f.). *EL BÚFALO: CLASIFICACIÓN, ORIGEN Y SITUACIÓN EN AMÉRICA*.  
Obtenido de <http://www.produccion-animal.com.ar/>: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/razas\\_de\\_bufalos/54-bufalo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/razas_de_bufalos/54-bufalo.pdf)
- Paulino MF, Detmann E, Valente EEL, Barros L. 2008. Nutrition of grazing cattle. In Valadares Filho S, Paulino M, Paulino P, Figueiredo F, Barros L, Diniz L, Marcondes M, Chizzott M, Fonseca M, Benedeti P (eds) 'In Proc'. 4th Symp. Strateg. Manag. pasture', Vicosa, MG, Brazil. 131–169. (Viçosa: Vicosa, MG, Brazil).
- Rodríguez, Y. 2017. Evaluación de la tecnología del secado por aspersión para la obtención de leche en polvo de bufala (*bubalus bubalis*). Tesis Magíster en Ciencia y Tecnología de alimentos. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.
- Ruiz, A. M. (s.f.). *Las proteínas de la leche*. Obtenido de puleva: <https://www.lechepuleva.es/la-leche/proteinas-de-la-leche>

Salamanca, A. (2010). Suplementacion de minerales en la produccion bovina. *Revista Electrónica de Veterinaria*.

Salvado de arroz blanco rico en grasa (17% EE). (s.f.). *FEDNA*.

Zava M. (1982). Los Búfalos en la India, Bulgaria, Italia. En: I Curso de Búfalos. San Fernando de Apure, Venezuela. pp 33-35

## 10. Anexos



*Ilustración 3 Consumo suplemento búfalas tratamiento 2; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*



*Ilustración 4 Elaboración de suplemento; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*



*Ilustración 5 Suplemento; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*



*Ilustración 6 Pesaje de suplemento en bolsas de 2 kilos para consumo diario;*

*Fuente imagen tomada por Miguel Manrique*



*Ilustración 7 búfala 0452-1 Consumiendo suplemento; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*



*Ilustración 8 búfala 0459-6 Consumiendo suplemento; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*



*Ilustración 9 Toma de muestra de pasto para respectivas análisis; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*



*Ilustración 10 Transporte de muestras refrigeradas; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*

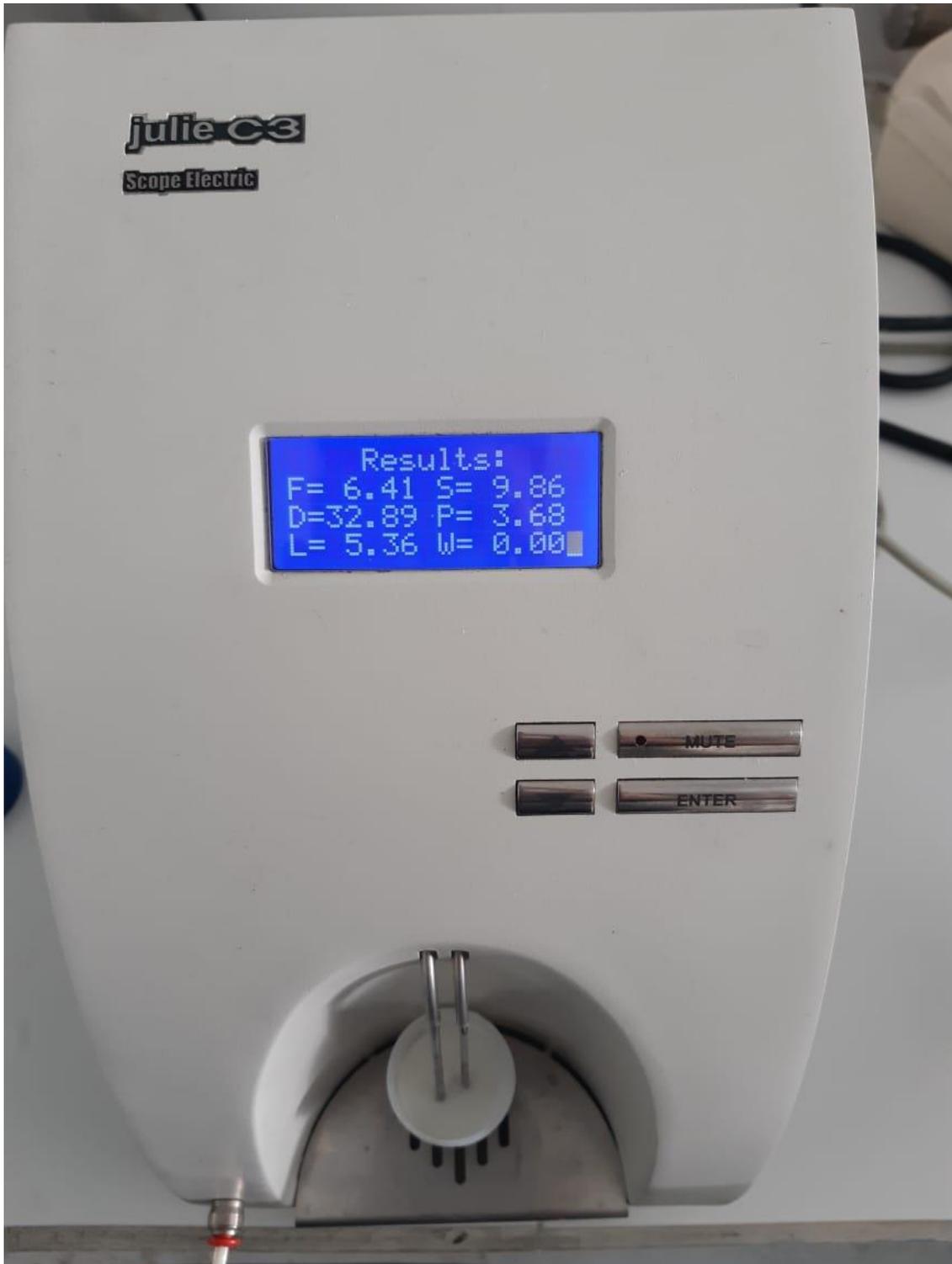


*Ilustración 11 Análisis lactoscan búfala número 0452-1 fecha 02/12/2019; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*



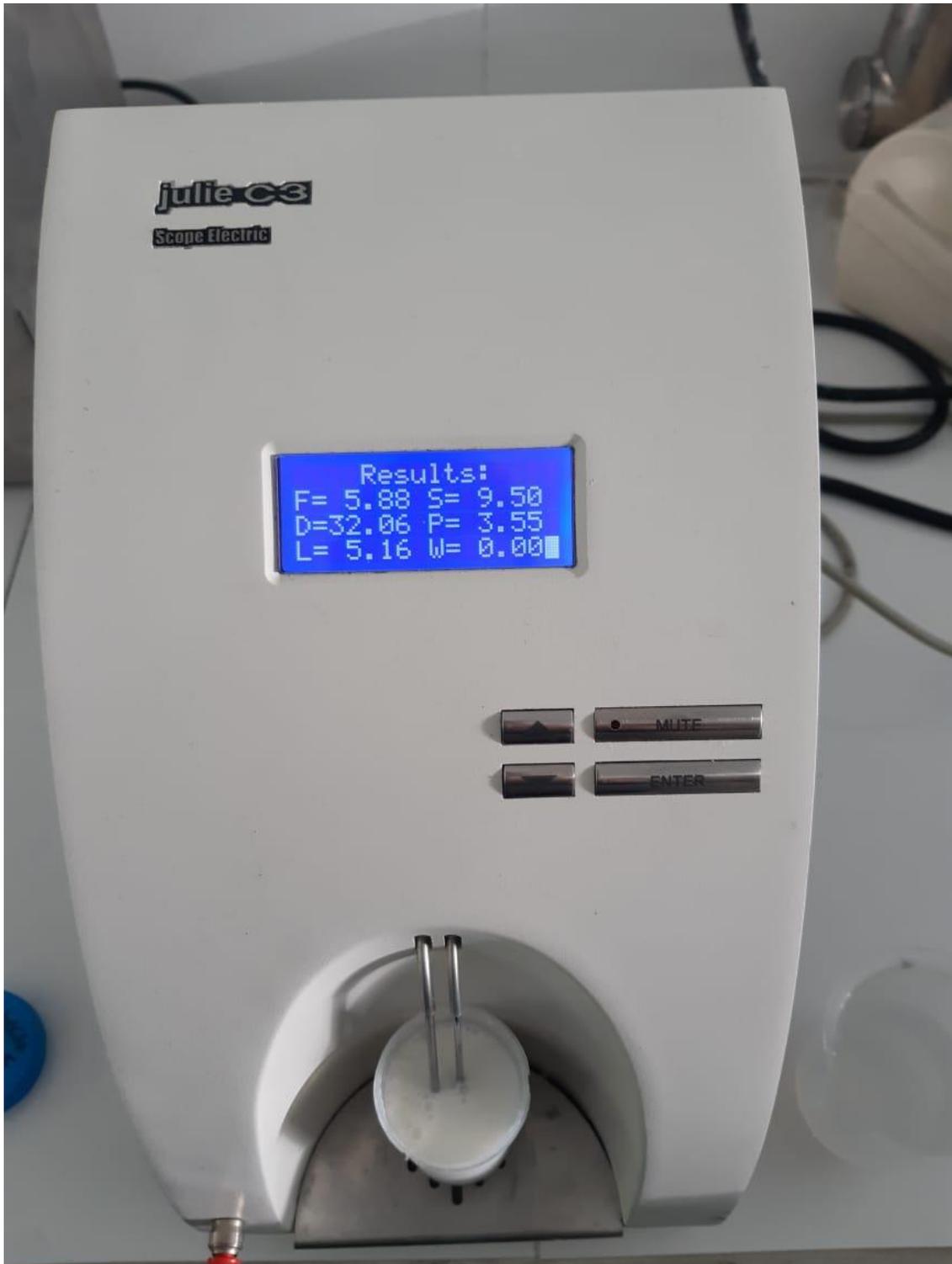
*Ilustración 12 Análisis lactoscan búfala número 0459-6 fecha 02/12/2019; Fuente imagen tomada por Miguel*

*Manrique.*

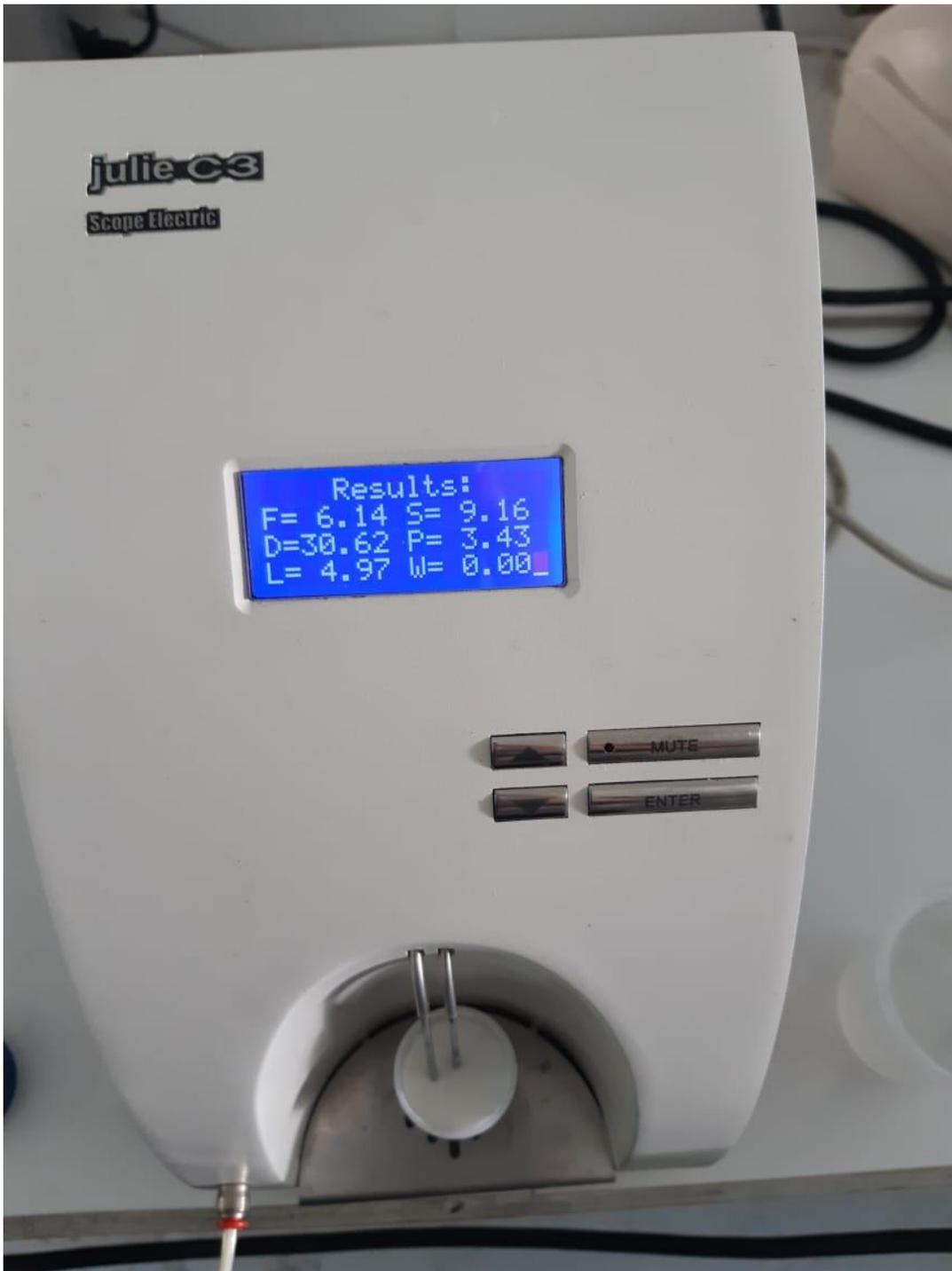


*Ilustración 13 Análisis lactoscan búfala número 0450-5 fecha 25/11/2019; Fuente imagen tomada por Miguel*

*Manrique.*



*Ilustración 14 Análisis lactoscan búfala número 0450-5 fecha 02/12/2019; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*



*Ilustración 15 análisis lactoscan búfala número 0459-6 fecha 25/11/2019; Fuente imagen tomada por Miguel*

*Manrique.*



*Ilustración 16 Análisis lactoscan búfala número 0457-0 fecha 25/11/2019; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*



*Ilustración 17 Análisis lactoscan búfala número 0457-0 fecha 02/12/2019; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*



*Ilustración 18 Análisis lactoscan búfala número 0452-1 fecha 25/11/2019; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*



*Ilustración 19 Pesaje de la leche fecha 02/12/2019, búfala 0459-6; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*



*Ilustración 20 Pesaje de la leche fecha 02/12/2019, búfala 0450-5; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*



*Ilustración 21 Pesaje de la leche fecha 02/12/2019, búfala 0452-1; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*



*Ilustración 22 Pesaje de la leche fecha 02/12/2019, búfala 0457-0; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*



*Ilustración 23 Pesaje de la leche fecha 25/11/2019, búfala 0459-6; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*



*Ilustración 24 Pesaje de la leche fecha 25/11/2019, búfala 0450-5; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*



*Ilustración 25 Pesaje de la leche fecha 25/11/2019, búfala 0452-1; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*



*Ilustración 26 Pesaje de la leche fecha 25/11/2019, búfala 0457-0; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*



*Ilustración 27 Peso del recipiente de la leche vacío; Fuente imagen tomada por Miguel Manrique.*