

# Aspectos nutricionales del búfalo

André Mendes Jorge<sup>1</sup>  
Caroline de Lima Francisco<sup>2</sup>

## Introducción

Los búfalos son animales herbívoros y, a pesar de años de domesticación, aún poco se sabe acerca de los requisitos nutricionales esta especie. La mayoría de los búfalos son criados por los pequeños productores, salvo en los países donde la actividad tiene mayor importancia (Italia, Siria, América del Sur). Los búfalos de río proporcionan la mayoría de la leche producida en la India y en muchos países tropicales.

Los requerimientos nutricionales de las búfalas lecheras pueden diferir de los bovinos lecheros de los países templados, principalmente por a las diferencias en las condiciones climáticas, la calidad de los alimentos e incluso en la eficiencia del uso de los nutrientes. Sabiendo de las características cualitativas de la leche de la búfala, muchos productores de bovinos lecheros tienen en sus propiedades, dos o tres cabezas de búfalas en el rebaño, haciendo una mezcla de leches de ambas

especies en un nivel aceptable por las leyes locales, con el fin de mejorar las características físicas de la leche producida.

Los patrones de alimentación adecuados para los búfalos no están claramente definidos y existen grandes diferencias (hasta de un 40%) en los requerimientos nutricionales prescritos por los diferentes patrones de alimentación. La mayoría de las normas existentes para búfalos (Sen *et al* 1978; Kearn, 1982, Pathak y Verma, 1993) se basa en uno o solo unos pocos intentos de alimentación.

Debido al pequeño y retringuido banco de datos, estas normas no reflejan las necesidades de las diferentes etapas de la nutrición pero la calidad de los alimentos o la variación de las necesidades de cada animal en condiciones tropicales.

Para el uso eficiente de los nutrientes de la dieta y también para la máxima explotación del potencial genético, los nutrientes necesarios por el animal deben estar presentes en cantidades óptimas

1. Profesor adjunto, Departamento de Producción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (Unesp), Universidad Estatal Paulista, Botucatu, SP, Brasil. Pesquisador CNPq. Correo electrónico: [andrejorge@fmvz.unesp.br](mailto:andrejorge@fmvz.unesp.br)
2. Máster en Zootecnia, Universidad Estatal Paulista, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (Unesp), Doctora en Zootecnia – Programa de Posgrado, Botucatu, SP, Brasil.

y balanceadas. El requerimiento de un determinado nutriente es la cantidad del nutriente necesario para mantener al animal en un estado saludable donde puedan expresar su potencial reproductivo de acuerdo con el nivel de producción deseado en condiciones específicas de ambientales y de alimentación (Paul & Lal, 2010). El presente texto fue escrito con la intención de abordar algunos aspectos nutricionales del búfalo, exponiendo lo más actual sobre el tema y de esa forma aclarar las posibles dudas sobre las normas de alimentación para esta especie.

### Consumo de materia seca (DMI) - Adaptación de Paul & Lal (2010)

Los bovinos y los búfalos presentan considerables diferencias fisiológicas con respecto al movimiento ruminal, volumen de líquido en el retículo-rumen, tasa de pasaje de alimento, eficiencia en la conversión de caroteno en vitamina A y, sobre todo, la composición de la leche de ambas especies.

Varios estudios demuestran comportamientos variables entre las dos especies en el consumo voluntario de materia seca. Los resultados de la mayoría de los experimentos de nutrición

realizados en bovinos y bufalinos lecheros en la India, indican que el consumo voluntario (expresado en porcentaje del peso corporal) es significativamente menor (2,59% en relación con 3,09%) en los bufalinos que en bovinos, con niveles similares de producción (Paul et al, 2003).

El consumo de materia seca de bovinos y los bufalinos, se presenta en el cuadro 1. Se expresa tanto en porcentaje del peso corporal, como en gramos por kilogramos de peso metabólico. De todos modos, el consumo fue significativamente ( $p < 0,001$ ) menor en las hembras bufalinas que en bovinas en todos los niveles de producción de leche.

### Digestibilidad de nutrientes, metabolitos ruminales, microbiología del rumen. Adaptado de Paul & Lal (2010)

Algunos aspectos como la menor ingestión de la de materia seca, el hábito de ingerir más lentamente y la menor tasa de pasaje del alimento contribuyen con una leve superioridad de la digestibilidad observada en el rumen de los búfalos (in vivo e in sacco). Sin embargo, en estudios in vitro con líquido ruminal, el mismo dato no es evidente por el hecho de que la

Cuadro 1. El consumo voluntario de materia seca en bovinos y bufalinos en lactación en diferentes niveles de producción.

Producción leche corregido (kg FCM)	DMI como % peso corporal			DMI (g/ W <sup>0,75</sup> )		
	Bovinos	Bufalinos		Bovinos	Bufalinos	
< 9	2,79 ± 0,05 (n=16)	2,32 ± 0,11 (n=16)	***	119,00 ± 2,31 (n=42)	107,03 ± 5,06 (n=16)	*
9 – 11	3,67 ± 0,28 (n=19)	2,67 ± 0,07 (n=16)	***	151,84 ± 8,76 (n=13)	122,65 ± 3,26 (n=16)	**
> 11	3,29 ± 0,12 (n=20)	2,67 ± 0,06 (n=16)	***	143,94 ± 3,85 (n=24)	125,37 ± 2,53 (n=16)	***
General	3,09 ± 0,07 (n=55)	2,57 ± 0,05 (n=55)	***	131,98 ± 2,70 (n=79)	119,10 ± 2,29 (n=55)	***

Adaptado: Paul & Lal (2010)\* $P < 0,05$  ; \*\* $P < 0,01$  ; \*\*\* $P < 0,001$ .

metodología para la estimación de la digestibilidad posee algunas limitaciones ya que no considera que la tasa de pasaje y la variación en la ingesta de materia seca.

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 búfalos que en bovinos sometidos a la misma dieta en la mayoría de los estudios (Tandon et al. 1972; Ludres y Razdan, 1981.1982; Punia y Sharma, 1988). Se sugiere que las mayores concentraciones de algunos metabolitos del rumen también se pueden atribuir a una tasa de menor tasa de pasaje y menor consumo de materia seca por estos animales.

Kennedy et al. (1992) encontraron una mayor transferencia de urea de la sangre para el rumen de los búfalos que en bovinos, lo cual indica una mayor tasa de reciclaje de nitrógeno en el rumen de los búfalos. Esto podría sugerir una mayor eficiencia en la utilización del nitrógeno por los búfalos.

La mayoría de los estudios microbiológicos del rumen, muestran que el número total de bacterias y la población de bacterias celulolíticas, proteolíticas, amilolíticas y lipolíticas son mayores en búfalos que en bovinos sobre condiciones idénticas de dietas (Pant y Roy, 1970; Homma, 1986; Singh et al., 1992). Bhatia et al. (1992) encontraron que los conteos de bacterias proteolíticas y amilolíticas fueron 7,5 veces mayor en los búfalos que en bovinos.

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 *ruminicocci*. No se verificó la presencia de *Ruminococcus albus* en el rumen de los búfalos.

La degradación de las fibras es mayor en los búfalos sometidos a dietas con niveles con bajo contenido de proteína al compararlos con los bovinos, porque las especies bacterianas celulolíticas predominantes en su rumen (*Fibrobacter succinogenes*) no necesitan de nitrógeno amoniacal para su crecimiento. Por otra parte, las especies bacterianas celulolíticas, predominantes en el rumen bovino (*R. albus*), necesitan de nitrógeno amoniacal para su crecimiento.

Las bacterias *Streptococcus bovis* y *Ruminibacter amylophylus* son las especies proteolíticas más frecuentes en los búfalos, mientras que *S. bovis* y *ruminicola Prevotella* predominan en bovinos. Hay una relación sinérgica entre bacterias *R. albus* y *P. ruminicola*. *R. albus* requiere de ácido 3-fenil propiónico para su crecimiento y degradación de la celulosa, la cual es sintetizada por *P. ruminicola*.

La prevalencia de las bacterias productoras de gas son menores en el búfalo (10%) que en el ganado bovino (20%), y por lo tanto, se espera una menor producción de metano en los búfalos.

### **Tasa de pasaje, balance de nitrógeno, eficiencia en la utilización de energía y de las proteínas. Adaptación de Paul & Lal (2010)**

La velocidad de paso de los alimentos en el tracto gastrointestinal depende de la relación forraje: si es concentrado, de la composición de la ración, del procesamiento de los alimentos, del nivel de ingesta, la edad de los animales y el método de estimación. Bartocci et al. (1997) encontraron que el búfalo retiene el consumo en el retículo-rumen por más tiempo que el bovino (40,65 x 33,44 hs,  $p < 0,05$ ), mientras que el bovino presenta un mayor tiempo de retención al tomar en cuenta todo el tracto digestivo (64,55 x 57,73 hs,  $p < 0,05$ ). Esto

puede ser debido a un mayor tiempo de permanencia de los alimentos en el tracto post-ruminal en el ganado.

Con base en los resultados anteriores se puede concluir que el búfalo adulto tiene una tasa de pasaje de los alimentos más lento que el adulto de la especie bovina. Sin embargo, existe una publicación disponible comparando crías de búfalos y de bovinos que contradice esta conclusión. Por lo tanto, las informaciones de las crías en crecimiento es insuficiente para permitir una conclusión definitiva sobre la tasa de pasaje de los alimentos.

La mayoría de los estudios indican que la retención de nitrógeno es mayor en los búfalos que en bovinos, al ingerir en niveles similares de nitrógeno y energía (Sainz y Ray, 1964, Sebastián et al., 1970, Ranjan y Krishnamohan, 1977). Este balance de nitrógeno más alto puede ser por la capacidad inherente de los búfalos para mantener más nitrógeno no proteico en la sangre. Se encontró que la concentración de urea en la sangre de los bucerros en crecimiento menores de dos años es casi el doble que la observada en los terneros bovinos, junto con una mayor concentración de amoníaco ruminal en el rumen de los búfalos (Ranjan y Krishnamohan, 1977) .

Todo indica que la mayor concentración de urea en sangre en los búfalos no es en vano, ya que puede reciclarse efectivamente en el rumen durante los periodos de deficiencia de nitrógeno en la dieta (Kennedy et al., 1992).

La diferencia en la utilización de la energía metabolizable entre las especies puede atribuirse a los diferentes requerimientos de mantenimiento, producción de leche y ganancia de peso. Después de analizar una gran cantidad de resultados experimentales, Udebyr (1998), llegó a la conclusión de que la eficiencia en la utilización de la proteína fue significativamente mejor en las crías de búfalo que las del ganado.

Las razones son desconocidas de la aparente eficacia de la utilización de nitrógeno en los búfalos, pero puede ser debido a la capacidad de los búfalos para mantener mayores niveles de nitrógeno no proteico en sangre y reciclarlo de nuevo en el rumen (y Krishnamohan Rajhi, 1977).

El búfalo, independientemente de su estado fisiológico, come más lentamente (Pradhan, 1994). La ingestión es más lenta y menor la tasa de pasaje de los alimentos en el rumen, lo cual proporciona más oportunidad para masticar y de forma más eficiente que el ganado y por lo tanto reduce la fracción de nitrógeno fecal (NMF) y aumenta la secreción de moco y la degradación en el epitelio intestinal. Más allá de lo discutido se encontró que la bacteria ruminal *Prevotella ruminicola*, responsable de la rápida división de los péptidos, no se encuentra o está presente en pequeñas cantidades en los búfalos de agua (Pradhan, 1964).

### **Requerimientos nutricionales de las búfalas lecheras.**

**Adaptado de Jorge (2008), en Patiño et al. (2008)**

Los requerimientos nutricionales de búfalas lecheras se dividen en requerimientos para mantenimiento y las exigencias para la producción de leche. Cabe señalar que el requerimiento de mantenimiento debe incluir las exigencias necesarias para gestación en curso. En los primeros noventa o cien días de lactancia hay una necesidad de aumentar el nivel energético de la dieta de la búfala, dado que en esta etapa se presenta una menor capacidad de consumo de materia seca la cual coincide con el aumento de la demanda alimenticia en función de mayor producción de leche.

Hay una gran variación en los requerimientos nutricionales recomendados en las diferentes normas (figuras 1 y 2). Estas diferencias pueden atribuirse a los métodos de estimación de los nutrientes y

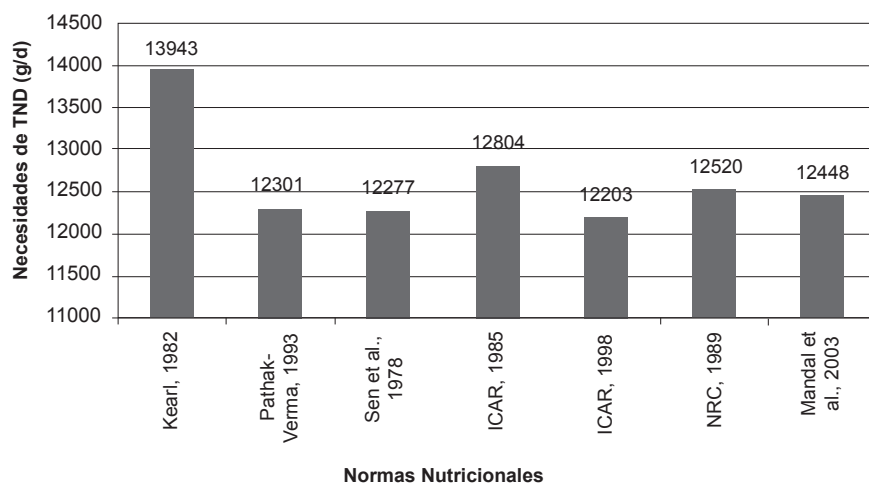


Figura 1. Requerimiento de energía (TND) para una búfala de quinientos kilos en lactancia produciendo veinte kilos de leche 6% FCM y una ganancia 300 g/d de peso corporal.

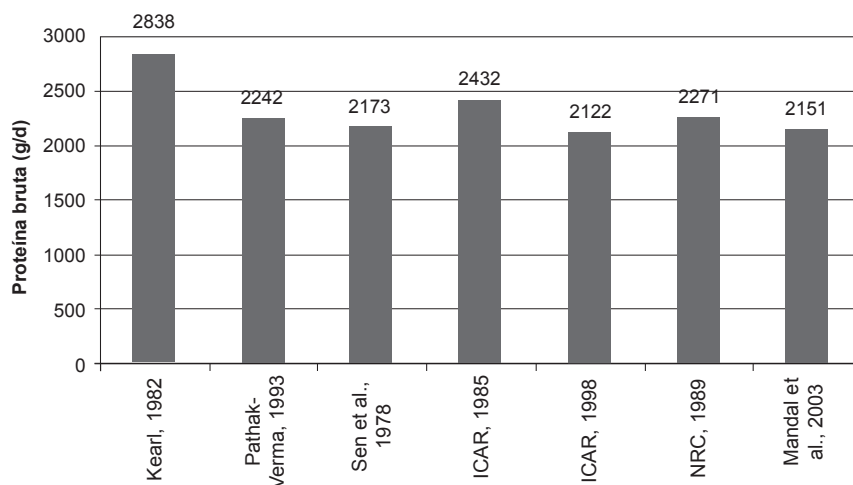


Figura 2. Requerimiento de proteína (PB con 70% de digestibilidad) para una búfala en lactancia, con quinientos kilos de peso vivo, produciendo veinte kilos de leche 6% FCM y una ganancia 300 g/d de peso corporal.

a variaciones ambientales en los estudios donde se originaron estas normas (Pablo y Mandal, 2002).

Las normas establecidas por Sen et al. (1978) y ICAR (1985,1998) se basaron en la combinación de los valores de los estudios en el ganado bovino y búfalos.

Un estudio reciente se llevó a cabo por Paul et al. (2002), donde los autores han recopilado datos de treinta y tres experimentos de alimentación llevados a cabo por diversas instituciones en la India. Estos datos fueron sometidos a un análisis de regresión múltiple con el fin de proponer nuevas necesidades nutricionales de búfalas lecheras (cuadro 2).

Cuadro 2. Requerimientos nutricionales diarios de los búfalos en lactancia para varias funciones.\*

Peso corporal, kg	MS (kg)	PB (g)	PD (g)	NDT (kg)	EM (Mcal)
	<i>Requerimiento para mantenimiento</i>				
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	6,80	617	357	4,01	14,5
600	7,26	658	380	4,28	15,5
650	7,70	699	404	4,55	16,4
700	8,15	739	427	4,81	17,4
Grasa, %	<i>Requerimiento para producción de 1kg leche de acuerdo con el % grasa</i>				
5,0	0,608	80,0	49,0	0,359	1,30
5,5	0,648	85,1	52,0	0,383	1,39
6,0	0,688	90,3	55,2	0,406	1,47
6,5	0,728	95,5	58,5	0,429	1,55
7,0	0,768	101,0	61,6	0,453	1,64
7,5	0,807	106,0	64,8	0,476	1,72
8,0	0,847	111,0	68,0	0,499	1,80
<i>Requerimiento para ganancia de 1 kg de peso corporal</i>					
	3,37	330	230	1,97	7,12

\*Adaptado de Paul et al. (2002). MS = Materia Seca; PB = Proteína Bruta; PD = Proteína Digestible; NDT = Nutrientes Digestibles Totales; EM = Energía Metabolizable.

Cuadro 3. Comparación de los requerimientos nutricionales diarios de la nueva norma de alimentación con los patrones de alimentación existentes.\*

	Norma de alimentación					
	1	2	3	4	5	6
<i>Exigencias para mantenimiento (g/kg Peso Vivo<sup>0,75</sup>)</i>						
MS (kg)	59,9	61,5	89,8	NA	77,6	NA
PB (g)	5,43	NA	NA	2,81	5,23	3,44
PD (g)	3,14	2,84	2,63	1,68	3,43	NA
NDT (kg)	35,3	34,3	39,9	29,0	38,7	35,2
<i>Exigencias por kg de leche (6% grasa)</i>						
MS (kg)	0,688	NA	NA	NA	NA	NA
PB (g)	90,3	NA	NA	110,0	108,0	90,0
PD (g)	55,2	57,0	68,0	66,0	76,0	NA
NDT (kg)	0,406	0,410	0,425	0,440	0,430	0,406
<i>Exigencias para 1 kg de ganancia de peso corporal</i>						
MS (kg)	3,37	NA	NA	NA	NA	NA
PB (g)	330	NA	NA	NA	NA	320
PD (g)	230	NA	NA	NA	240	NA
NDT (kg)	1,97	NA	NA	NA	3,65	2,26

\*1. Nueva Norma (Paul et al. (2002)); 2. Sen et al. (1978); 3. ICAR (1985); 4. Pathak & Verma (1993); 5. Kearl (1982); 6. NRC (1989). NF = No suministrado por la norma. MS = Materia Seca; PB = Proteína Bruta; PD = Proteína Digestible; NDT = Nutrientes Digestibles Totales. NA = No suministrado por la norma. Adaptado de Paul et al. (2002)



En el cuadro 3 se presentan las comparaciones de los requerimientos nutricionales diarios de la nueva norma propuesta por Paul et al. (2002), con los patrones de alimentación existentes en la actualidad. No hay correlación entre las normas de alimentación existentes para las diferentes funciones. Las posibles razones de las discrepancias son las diferencias en edad, el peso corporal, la raza, el estado fisiológico, las condiciones ambientales, la calidad de la dieta, la planificación de la nutrición, el diseño experimental y el método de análisis de datos experimentales

Por otra parte, la principal causa de las discrepancias parece ser la adopción de los valores obtenidos en estudios con búfalas secas o no lactantes o aquellos obtenidos a partir de estudios con el ganado, y la utilización de valores arbitrarios para establecer los requerimientos nutricionales de las búfalas en lactación.

Los datos sobre las necesidades nutricionales de las búfalas lactantes

obtenidas por Paul et al. (2002) fueron sustancialmente superiores a los valores reportados para búfalas seca (cuadro 4), reafirmando con varios estudios que muestran que el requerimiento de mantenimiento de las búfalas lactantes fue superior a las de las búfalas secas.

### Requerimientos de materia seca (MS)

Aunque la materia seca (MS) no está incluida en una categoría de nutrientes, se le considera un vehículo para otros nutrientes de la dieta. La formulación de una ración económica y balanceada requiere una estimación precisa del consumo ad libitum de materia seca (DMI), ya sea por el animal o por el grupo de animales. El conocimiento de la cantidad de alimento consumido por los animales permite tener una flexibilidad en el uso de ingredientes, optimiza el uso de forrajes y también ayuda en la planificación de las compras anuales de alimentos.

Cuadro 4. Comparación de los requerimientos nutricionales diarios de la nueva norma de alimentación con algunos reportados en varios estudios con búfalas lecheras de río.\*

Seca/ Lactación	Mantenimiento g/kg Peso Vivo <sup>0,75</sup>		Producción de leche g/ kg 6% grasa		Referencia
	Proteína	NDT	Proteína	NDT	
Lactación	PD 3,20	44,5	PD 53,0	585	1
Lactación	PD 3,47	33,6	PD 68,6	549	2
Lactación	----	----	----	430 (320-511)	3
Lactación	----	----	----	450	4
Lactación	PD 3,00 PB 5,83	----	----	----	5
Lactación	----	49,2	----	557	6
Lactación	----	----	----	427	7
Lactación	----	----	----	376 (344-400)	8
Lactación	PD 3,14 PB 5,43	35,3 ----	PD 55,2 PB 90,3	406 ----	12
Seca	----	28,9	----	----	7
Seca	PD 2,84	----	----	----	9
Seca	PD 2,48	27,5	----	----	10
Seca	PD 2,09	----	----	----	11

\* 1, Mudgal & Kurar (1978); 2, Siviah & Mudgal (1978); 3, Shukla et al. (1972); 4, Singh et al. (1972); 5, Tiwari & Patle (1997); 6, Tiwari & Patle (1983); 7, Srivastava (1970); 8, Gupta (1973); 9, Gupta et al. (1966); 10, Kurar & Mudgal (1981); 11, Singh (1965); 12. Novo Padrão (Paul et al. (2002)); PB = Proteína Bruta; PD = Proteína Digestible; NDT = Nutrientes Digestibles Totales. Adaptado de Paul et al. (2002).

Las normas vigentes para búfalos criados en regiones tropicales no separaron los requerimientos de materia seca para las diferentes funciones, sin embargo, la exigencia total de MS de la nueva norma propuesta o por Paul et al. (2002) es inferior a la propuesta por el ICAR (1985) y Kearn (1982) y muy próxima a la señalada por Sen et al. (1978) (véase el cuadro 3).

### **Requerimiento de Energía (NDT)**

La energía es el nutriente más limitante en la mayoría de los alimentos tropicales por ser estos cualitativamente pobres y fibroso. Debido a esa baja calidad, los alimentos generalmente son menos digestibles y permanecen por mucho tiempo en el sistema digestivo. Muchos factores afectan los requerimientos energéticos de los búfalos, entre ellos: tamaño, edad, gestación, producción, crecimiento y factores de estrés ambientales (Paul & Lal, 2010).

La nueva norma propuesta por Paul et al. (2002) reveló que el requerimiento de NDT para el mantenimiento es similar a la reportada por Siviah y Mudgal (1978) (tabla 3), Kearn (1982) y ICAR (1985) (tabla 2) para las búfalas en la lactancia, pero muy superior a los valores reportados para búfalas secas (cuadro 4).

### **Requerimientos de proteína**

La proteína es esencial para el mantenimiento, la reproducción, el crecimiento y la lactancia de los animales. Bajos niveles de proteína en la dieta afectan severamente el crecimiento y la fermentación microbiana en el rumen resultando en mayor tiempo de retención de nutrientes, reduciendo la capacidad de digestión de la materia orgánica y el consumo, que afectan al rendimiento de los animales (Paul & Lal, 2010).

Los requerimientos de proteína digestible (PD) para mantenimiento de la nueva norma propuesta por Paul et al. (2002) muestran que están cerca de los valores

reportados para búfalas en lactancia, pero superiores a los reportados para búfalas secas (cuadro 4).

De acuerdo con los datos en la tabla 2, el requerimiento de proteína digestible (PD) para mantenimiento de la nueva norma es 11,19% mayor que los valores reportados por Sen et al. (1978) y el ICAR (1985) para los pesos corporales.

El requerimiento de proteína bruta (PB) para el mantenimiento de la nueva norma, según Paul et al. (2002) está muy cerca de los valores propuestos por Kearn (1982), pero 57% por encima de los reportados en el ganado lechero por el NRC (1989). Este hecho era de esperarse ya que la digestibilidad de las dietas de las regiones templadas es más mayor al de las tropicales, ya que estos últimos tienen alto contenido de fibra de baja calidad. El requerimiento de proteína digestible para producir un kilo de leche corregido al 6% de de grasa de la nueva norma propuesta por Paul et al. (2002) se aproxima al valor propuesto por Kurar y Mudgal (1978) (cuadro 3).

Hay una amplia variación en los valores reportados para los requerimientos de proteínas en búfalos. Esta variación en las estimaciones se pueden atribuir a la diferencias en los métodos de cuantificación (Paul & Lal, 2010).

### **Requerimientos de vitaminas. Adaptación de Paul & Lal (2010)**

Las vitaminas son esenciales para mantener la vida, promover el crecimiento, producción, reproducción y resistencia a enfermedades, no solo en la especie búfalina, sino en todas las demás. La mayoría de las enfermedades por deficiencias de vitaminas se corrigen cuando la vitamina deficiente se suplementa

Hay poca información acerca de las necesidades de vitaminas en los búfalos. Los datos experimentales son insuficientes para establecer las normas para las vitaminas en los búfalos. Cuando se trata



de la necesidad de tejidos, los búfalos necesitan de las mismas vitaminas como los otros mamíferos. Pero la flora ruminal del búfalo tiene la capacidad de producir vitaminas del complejo B y vitamina K. La vitamina C también es sintetizada por el cuerpo de los búfalos y de esa forma, la vitamina C en la dieta en su mayor parte es destruida en el rumen. Así, la suplementación dietética de vitamina C no es esencial.

La mayor parte de las necesidades de vitamina D es suministrada por auto-síntesis realizada en la piel de los animales, el resto se encuentran en los alimentos. Precusores de la vitamina A y E no son sintetizados por el cuerpo o por la flora microbiana de los búfalos y deben ser suministrados en su dieta. Por lo tanto, las vitaminas para los rumiantes se pueden dividir en dos grupos: (a) de autoabastecimiento (K, C, D y grupo B) y (b), suministradas por la dieta (A y E). La toxicidad de las vitaminas es mayor para los altos niveles de exposición oral a las vitaminas A, D y colina, donde, dosis superiores a diez veces la recomendada pueden causar toxicidad.

### **Cálculo de un suplemento para búfalos. Adaptado de Thiago y Silva (2001)**

Para calcular si un suplemento es necesario debemos conocer de previo de cuatro factores:

- La composición nutricional de los pastos
- El consumo de pastos
- Identificación de las deficiencias nutricionales de los animales
- Composición de los ingredientes de suplementos

La composición de los pastos es determinada en el material recolectado con el fin de simular el pastoreo. La representatividad de la misma es clave para lograr mejores

resultados con la suplementación. La compra de los ingredientes que se utilizarán en el suplemento se debe realizar en función del costo unitario de los nutrientes que se proporcionaran. Esto se logra con el siguiente cálculo:

$$\text{Costo unitario de nutrientes (CUN)} = A \div (B \div 100 \times C \div 100),$$

Donde:

A = El precio de un kilo del ingrediente.

B = porcentaje de MS del ingrediente.

C = porcentaje del nutriente en base seca en el ingrediente.

Ejemplo: Cálculo del costo de la proteína cruda de la harina de soya.

Precio / kg = R\$ 0,35. (Reales)

Contenido de materia seca de la harina de soya = 89%

Contenido de proteína cruda de la harina de soya = 46%.

Por lo tanto,

$$\text{CUN} = [0.35 \div (89 \div 100 \times 46 \div 100)] = \text{R\$ } 0,85 / \text{kg de PC}$$

Este costo debe ser comparado con los valores calculados con otras fuentes de PC, tales como la harina de maní, algodón, girasol, etc.

La composición nutricional de algunos alimentos comunes que se encuentran en el cuadro 5.

Los requerimientos de energía, proteínas y minerales son proporcionados en tablas, como las elaboradas por el Consejo Nacional de Investigación (NRC). Un ejemplo de estas tablas se muestra en el cuadro 6.

A partir de esta información básica, se puede hacer el cálculo de un suplemento, de acuerdo con la secuencia que se muestra a continuación:

### **Situación**

- Pasto Marandu (*Brachiaria bryzantha*), estación seca.

Cuadro 5. Composición porcentual de algunos alimentos (en base MS)

Ingredientes	MS %	NDT	EM	Elm	Elg	PB	Degr.PB	PDR	Ca %MS	P %MS	Preço R\$/kg
		kg/kg		Mcal/kg MS							
Algodón, semilla	91	0,900	3,258	2,242	1,551	0,210	0,139	0,66	0,17	0,62	.
Algodón, salvado	91	0,685	2,480	1,589	0,987	0,310	0,174	0,56	0,22	0,76	.
Arroz, salvado integral	89	0,670	2,425	1,541	0,945	0,145	0,094	0,65	0,08	1,55	.
Bagazo caña hidrolizado	45	0,500	1,810	0,970	0,423	0,016	0,003	0,20	0,04	0,03	.
Bagazo caña in natura	50	0,330	1,195	0,338	-0,181	0,016	0,005	0,31	0,04	0,03	.
Caña de azúcar	26	0,630	2,281	1,411	0,828	0,040	0,026	0,65	0,23	0,06	.
Pasto elefante, 60 días	20	0,580	2,100	1,245	0,677	0,085	0,064	0,75	0,60	0,20	.
Maíz, germen (Refinazil)	88	0,750	2,715	1,792	1,167	0,230	0,161	0,70	0,30	0,70	.
Maíz, grano	88	0,850	3,077	2,950	1,427	0,095	0,043	0,45	0,03	0,30	.
Maíz, rolão (MDPS)	88	0,770	2,787	1,854	1,220	0,085	0,043	0,50	0,06	0,23	.
Maíz, ensilaje	33	0,630	2,281	1,411	0,828	0,072	0,054	0,75	0,31	0,22	.
Mezcla mineral (4% P)	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	5,10	4,00	.
Mezcla mineral (6% P)	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	7,70	6,00	.
Mezcla mineral (8% P)	100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	10,20	8,00	.
Pastura buena (nov./dic/ene.)	20	0,630	2,281	1,411	0,828	0,115	0,081	0,70	0,30	0,17	.
Pastura media (feb./mar./abr)	30	0,590	2,136	1,279	0,708	0,090	0,063	0,70	0,30	0,15	.
Pastura mala (mayo/jun./jul.)	40	0,550	1,991	1,143	0,584	0,065	0,044	0,68	0,30	0,13	.
Pastura. Muy mala (ago./set./oct.)	50	0,510	1,846	1,005	0,455	0,040	0,026	0,65	0,30	0,11	.
Pulpa cítricos	91	0,790	2,860	1,915	1,273	0,065	0,042	0,65	1,90	0,12	.
Pulpa cítrica húmeda	28	0,810	2,932	1,975	1,325	0,070	0,046	0,65	1,90	0,13	.
Residuo cervecería	21	0,660	2,389	1,509	0,916	0,230	0,120	0,52	0,29	0,54	.
Soja, casca	88	0,780	2,824	1,884	1,247	0,120	0,060	0,50	0,50	0,17	.
Soja, salvado	90	0,820	2,968	2,005	1,351	0,460	0,299	0,65	0,40	0,71	.
Soja, grano	89	0,910	3,294	2,271	1,576	0,380	0,266	0,70	0,25	0,55	.
Sorgo, grano	88	0,820	2,968	2,005	1,351	0,106	0,053	0,50	0,03	0,30	.
Sorgo, ensilaje	30	0,600	2,172	1,312	0,738	0,080	0,060	0,75	0,40	0,22	.
Sulfato de amonio	99	0,000	0,000	0,000	0,000	1,250	1,000	0,80	0,00	0,00	.
Trigo, salvado	88	0,710	2,570	1,668	1,057	0,170	0,124	0,73	0,13	1,20	.
Tyfton, heno medio	87	0,560	2,027	1,178	0,615	0,106	0,074	0,70	0,40	0,18	.
Tyfton, heno bueno	87	0,520	1,882	1,040	0,488	0,078	0,055	0,70	0,40	0,20	.
Urea (45% de nitrógeno)	99	0,000	0,000	0,000	0,000	2,810	2,248	0,80	0,00	0,00	.
Urea + sulfato de amonio <sup>1</sup>	99	0,000	0,000	0,000	0,000	2,600	2,080	0,80	0,00	0,00	.

<sup>1</sup>Mezcla de 85% de urea + 15% de sulfato de amonio; MS = materia seca; PB = proteína bruta; NDT = nutrientes digestibles totales; Degr. PB = degradación de proteína bruta; EM = energía metabolizable; PDR = proteína degradada en el rumen; Elm = energía líquida de mantenimiento; Ca = calcio; Elg = energía líquida de crecimiento; P = fósforo

Cuadro 6. Requerimientos nutricionales de bufalinos machos de cuatrocientos kilos de peso vivo

GDP kg	MS kg/d	NTD kg/d	PB kg/d	Ca g/d	P g/d
0,200	7,8	4,09	0,63	17	15
<b>0,400</b>	<b>8,2</b>	<b>4,61</b>	<b>0,70</b>	<b>20</b>	<b>16</b>
0,600	8,6	5,10	0,77	24	17
0,800	8,9	5,58	0,82	27	18
1,000	9,0	6,04	0,88	30	19
1,200	9,1	6,44	0,93	33	20
1,400	8,9	6,81	0,97	36	21

Adaptado del NRC (1984).

GDP = ganancia diaria de peso, MS = materia seca; NTD = nutrientes digestibles totales; PB = proteína bruta; Ca = calcio; P = fósforo.

- Buvillo de cuatrocientos kilos de peso vivo.
- Asumir un consumo de MS de pasto, equivalente al 1,8% del peso vivo.
- Meta propuesta → Ganancia de cuatrocientos gramos / animal / día.

### Composición del pasto (época seca)

Véase el cuadro 4, el ítem para pasto en la época seca, la composición en términos de:

MS	PB	PDR	Ca	P	TND
32,0 %	5,3 %	3,4 %	0,24 %	0,13 %	51,0 %

Debido a la diversidad de situaciones de un potrero, y consecuentemente las diferencias en su valor nutricional, lo ideal sería hacer un análisis de cada potrero. Para ello, debe hacerse un muestreo completo del forraje disponible, usando la técnica del pastoreo simulado.

Esta muestra se envía al laboratorio, donde se solicitan los siguientes análisis: proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FDN), fibra ácido detergente (FDA) y digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DIVMS).

A partir de la PB, se puede calcular la PDR (la tasa de degradación en el rumen,

que para los pastos, en general, puede considerarse equivalente al 70%).

El potencial de consumo de MS se puede estimar a partir del contenido de FDN (Patterson et al, 2000.), utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{CMS (\% del peso vivo)} = 120 \div \text{FDN\%}$$

Para que esta ecuación tenga un valor práctico, es necesario que la muestra del pasto sea bastante representativa y que la metodología de laboratorio utilizada para determinar el FDN sea confiable. Una alternativa para esta ecuación sería utilizar estimaciones de consumo, por ejemplo, 1,8% de peso vivo en verano y 2,4% del peso vivo para el periodo de lluvias.

El valor energético (TND) puede estimarse a partir de la DIVMO usando la ecuación:

$$\text{TND} = 0,99 \times \text{DIVMO}$$

o, de la FDA, según la ecuación:

$$\text{TND} = [88,9 - (0,779 \times \text{FDA \%})]$$

(Patterson et al., 2000)

### Cálculo del consumo diario de nutrientes vía pasto:

- MS =  $(400 \times 1,8) \div 100 = 7,200$  kg/animal/día
- PB =  $(7,200 \times 5,3) \div 100 = 382$  g/animal/día
- PDR =  $(7,200 \times 3,4) \div 100 = 245$  g/animal/día
- Ca =  $(7,200 \times 0,24) \div 100 = 17,3$  g/animal/día
- P =  $(7,200 \times 0,13) \div 100 = 9$  g/animal/día
- TND =  $(7,200 \times 51,0) \div 100 = 3,672$  kg /animal/día.

### Requerimientos de un búfalo de 400 kg para una ganancia diaria de 400 g, de acuerdo con la tabla 5 (adaptado de la NRC, 1984)

#### Consumo diario:

MS	PB	PDR	Ca	P	TND
8,2 kg	700 g	553 g	20 g	16 g	4,610 kg

En este caso, el valor del PDR se calculó como el equivalente al 12% de la ingesta total de TDN, según con el NRC (1996). Este balance proteína / energía en el rumen es esencial para maximizar la producción de proteína microbiana.

#### Cálculo del déficit nutricional:

La base de cálculo consiste en calcular la diferencia entre las necesidades de los animales (ítem 4) y la oferta de pasto (ítem 3) para los nutrientes de PB, TND, PDR, Ca y P:

$$PB = 318 \text{ g / animal / día } (700 - 382)$$

$$TDN = 938 \text{ g / animal / día } (4,610 \text{ a } 3,672)$$

$$PDR = 308 \text{ g / animal / día } (553-245)$$

$$Ca = 2,7 \text{ g / animal / día } (20 - 17,3)$$

$$P = 7 \text{ g / animal / día } (16-9).$$

### Escogencia lección de los ingredientes para hacer el suplemento

Esta escogencia debe hacerse de acuerdo con el costo unitario de los nutrientes que van a ser suplementados, conforme lo discutido previamente.

Suponiendo que hemos seleccionado los siguientes ingredientes: maíz molido, harina de soya, urea (85%) + sulfato de amonio (15%), piedra caliza, mezcla mineral y Rumensin (aditivo). La composición de ellos está en el cuadro 5, a excepción de los minerales y el Rumensin.

#### Formulación del suplemento:

Debe comenzar con la PDR, ya que este es un nutriente esencial para el buen desempeño de las bacterias ruminales y la eficiencia del proceso de utilización de la MS. Del total de PDR necesaria para hacer frente a la ingestión de TND (12% según lo calculado anteriormente) en este caso, 553 g/animal/día, se utiliza el 30% como nitrógeno no proteico (NNP) mediante la mezcla de urea + sulfato de amonio.

Por lo tanto,  $(553 \times 30) \div 100 = 166$  g/animal/día de RDP en la forma de NNP. En el cuadro 4, el valor de la PDR de la mezcla de urea + sulfato de amonio es de 208%.

Para convertir 166 gramos de PDR producto de la mezcla urea + sulfato de amonio, se divide  $(166 \div 208) \times 100 = 79,8$  gramos.

Este es el primer valor cuantitativo que se utilizará para la formulación del suplemento. Por lo tanto, dado el déficit de trescientos ocho gramos de PDR, ciento sesenta y seis gramos serán aportados a través del NNP. La diferencia de 142 g/animal/día PDR  $(308-166 = 142)$  gramos, será proporcionada en forma de harina de soya.

Sin embargo, el componente de energía a ser usado en este suplemento, el maíz, también aporta una cierta cantidad de PDR

(en este caso, 4,3%, ver tabla 4) y esto debe ser considerado en los cálculos.

La diferencia en el contenido de la PDR entre la harina de soya y el maíz es bastante alta, 29,9% y 4,3% respectivamente. Ahora, con respecto al TND, esta diferencia es muy pequeña (82% y 85% TND para la harina de soya y maíz, respectivamente).

Por lo tanto, el contenido de TDN será el criterio para el cálculo del suplemento a través de los siguientes pasos:

Usar el valor promedio de TND estos dos ingredientes, que es 83,5% (85 (maíz) + 82 (harina de soya) ÷ 2). Esto significa que el déficit de la oferta ya determinado por TND, que es 938 g/animal/día, con una mezcla de harina de soya y maíz molido, con un promedio TND = 83,5%, que será equivalente a 1.123,4 g/animal/día de esta mezcla ((938 ÷ 83,5) x 100).

También se sabe que esta cantidad de mezcla (maíz + harina de soya) debe suministrar 142 g de PDR /animal/día, por lo tanto, el nivel de PDR es igual a 12,64% ((142 ÷ 1.123,4) x 100).

A partir de este punto, se calculan las proporciones de maíz y harina de soya en la mezcla. Para esto, se puede utilizar el cuadrado de Pearson, que permite la determinación de las proporciones de dos componentes en una mezcla, en este caso, el maíz y la harina de soya, con un nivel deseado de nutrientes en el caso de 12,64% PDR.

Harina de soya 29,9%	8,34	32,57%
12,64% PDR +		
Maíz molido 4,3%	<u>17,26</u>	<u>67,42%</u>
	25,60	100%

Por lo tanto, las cantidades de maíz y harina de soya que se utilizarán en la formulación del suplemento, serán iguales a 757,4 g/animal/día ((1.123,4 x 67,42) ÷ 100) y 366 g/ animal/día (1.123,4 x 32,58) ÷ 100), respectivamente.

Los elementos restantes se agregarán a este suplemento según los siguientes criterios:

- Piedra caliza - suministrados sobre la base de cincuenta gramos por animal por día. Su función es corregir los valores de pH, y añadir calcio para mantener Ca: P estrecha relación de 2:1.
- Minerales de mezcla - dada la cantidad de sesenta gramos por animal por día para satisfacer todas las necesidades de macro y oligoelementos.
- Rumensin - seguir las recomendaciones del producto, es decir, dos gramos / animal / día.

Con esta información en la mano, podemos formular el suplemento, los valores expresados en porcentajes relativos a la materia seca (DMI, una base para la estimación de la ingesta de nutrientes) y materiales naturales (CMN, la base de componentes de pesaje de la mezcla), como el cuadro 7.

Para calcular el valor de PDR y TND en el suplemento solo es necesario expresar la cantidad total de cada uno de estos nutrientes en la MS total.

Ejemplo: Contenido de PDR = (308,0 ÷ 1 315,2) x 100 = 23,4%

Contenido de TND = (943,8 ÷ 1 315,2) x 100 = 71,8%

Por lo tanto, para lograr una ganancia de peso cercano a los cuatrocientos g/animal/día en los buvillos de cuatrocientos kg de peso vivo, en pastoreo B. brizantha durante la época seca, con buena disponibilidad y condiciones similares a las presentados en el cuadro 2, el mismo debería recibir un suplemento que contenga un 23,4% PDR y el 71,8% de TND, ofrecidos en la base de 1,460 kg/animal/día.

Observaciones:

El valor de la PDR se consideró en el balance del suplemento, con el fin de mantener un equilibrio frente a la ingesta de TND, en este caso un 12%.

Del total de PDR, el 30% se ofrece en forma de NNP.

**Cuadro 7.** Suplemento para cumplir con ganancia de cuatrocientos g / animal / día en terneros de búfalo de cuatrocientos kg de peso vivo en *Brachiaria brizantha* (pasto empalizada) durante la sequía.

Ingredientes	MS	PDR <sup>1</sup>	TND <sup>1</sup>	MN <sup>2</sup>	% <sup>3</sup>
Maíz	757,4	32,6	643,8	860,7	58,95
Harina de soya	366,0	109,4	300,0	406,7	27,86
Urea + Sulfato de amonio	79,8	166,0	0,0	80,6	5,52
Mezcla mineral	60,0	0,0	0,0	60,0	4,11
Calcio calcifico	50,0	0,0	0,0	50,0	3,42
Rumensin	2,0	0,0	0,0	2,0	0,14

MS, PDR, TND y CMN = materia seca, proteína bruta, total de nutrientes digestibles y materia natural, respectivamente.

1. Calculado con los valores del cuadro 4. Ejemplo: PDR del maíz =  $(757,4 \times 4,3) \div 100 = 32,6$  g/animal/día de PDR; etc.
2. Calculado con los valores de MS del cuadro 4. Ejemplo: MN del maíz =  $(757,4 \div 88) \times 100 = 860,7$  g/animal/día de maíz molido natural; etc.
3. El porcentaje de participación de cada ingrediente en el suplemento es calculado expresando la cantidad de cada uno en el total. Ejemplo: Porcentaje de maíz en el suplemento =  $(860,7 \div 1.460,0) \times 100 = 58,95\%$ , etc. Estos son los valores finales de la mezcla que se preparó, y que debe ser suministrada en base de 1.460 kg/animal/día.

Como el mineral esta siendo consumido en la base de 60 g/animal/día, el consumo de todos los minerales deben ser adecuados.

Como se puede verificar la relación Ca: P, que debería ser 2:1 y 4:1. Para esto, basta con calcular el consumo total de Ca y P (tanto en pastoreo, como en el concentrado), siguiendo mismos pasos ya indicados para PDR y TND.

En el caso del suplemento formulado (suponiendo una mezcla mineral con 6% de P y 7,2% de Ca), esta proporción quedo en 3:1.

### Consideraciones finales

La producción de búfalos está ganando popularidad en todo el mundo. El valor nutricional de sus productos nos permite decir que esta será la especie que suplirá la demanda de alimentos de origen animal. Así, el estudio de la nutrición tiene un papel fundamental en la producción de búfalos o de cualquier sistema de producción animal donde se defienda la máxima expresión

productiva y reproductiva sanitaria de los animales.

Parece haber consenso entre la comunidad científica de que los patrones o normas de alimentación existentes para las búfalas en lactancia a veces se sobrestiman y otras veces se subestiman los requerimientos de uno o más nutrientes.

Por otro lado, la nueva norma propuesta por Paul et al. (2002) y contenida en Paul & Lal (2010) parece estar de acuerdo con las necesidades de los investigadores para definir nuevas metodologías para determinar los requerimientos nutricionales de los búfalos en condiciones tropicales. Sin embargo, se deber tratar de probar y adaptar a las condiciones tropicales de las Américas, en particular del Sur y Central, donde potencialmente se encuentra la mayor cantidad de búfalos fuera de Oriente.



## Bibliografía

- Bartocci, G., et al. (1997) *Solid and fluid passage rate in buffalo, cattle and sheep fed diets with different forage to concentrate rations*. *Livestock Production Science*, 52: 201-208.
- BHATIA, S.K., et al. (1992) *Indian Journal of Animal Science*, 49:468.
- GUPTA, J. C. (1973) *Investigation on the utilization of farm fodders for milk production in cattle and buffaloes*. *Ph.D. Thesis*, Agra University, Agra, India.
- Gupta, S. S., Bhargava, V. N., Raina, N. N. & Singh, S. N. (1966) *Studies on endogenous and metabolic fecal nitrogen in buffaloes*. *Indian Journal of Veterinary Science* 36 90-93
- Homma, H. (1986) *Cellulase activities of bacteria in liquid and solid phases of the rumen digesta of buffaloes and cattle*. *Japanese Journal of Zootechnical Science*, 57:336-341.
- ICAR. (1998) *Nutrient Requirements of Livestock and Poultry*. New Delhi, India: Indian Council of Agricultural Research.
- ICAR. (1985) *Nutrient Requirements of Livestock and Poultry*. New Delhi, India: Indian Council of Agricultural Research.
- Kearl, L. C. (1982) *Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Countries*. Logan, Utah, USA: International Feed Stuffs Institute, Utah Agriculture Experimental Station, Utah State University.
- Kennedy, P.M., et al. (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.
- Kurar, C. K. & Mudgal, V. D. (1981) *Maintenance requirements for protein in buffaloes*. *Indian Journal of Animal Science* 51: 817-820.
- Ludri, R.S., Rajdan, M.N. (1981) *Total and particulate nitrogen in the rumen of cow and buffaloes*. *Indian Journal of Dairy Science* 34: 272-277.
- Ludri, R.S., Rajdan, M.N. (1981) *Effect of variable amount of dietary nitrogen on pH, VFA and total and particulate nitrogen in the rumen of cow and buffaloes on urea based diets*. *Indian Journal of Dairy Science* 35: 35-39.
- Mudgal, V. D. & Kurar, C. K. (1978) *Comparative utilization of dietary energy in lactating crossbred cows and buffaloes during early lactation*. *Proceedings of the XX International Dairy Congress, Paris*, p. 82.
- Neville, W. E. J. R. & McCullough, M. E. (1969) *Calculated energy requirements of lactating and non-lactating Hereford cows*. *Journal of Animal Science* 28 823-830.
- NRC. (1984) *Nutrient Requirements of Beef Cattle* (sixth ed.), National Academy Press, Washington, DC: National Academy of Sciences, National Research Council.
- NRC. (1989) *Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 6th ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, National Research Council.
- NRC. (1996) *Nutrient Requirements of Beef Cattle* (seventh ed.), National Academy Press, Washington, DC: National Academy of Sciences, National Research Council.
- Pant, H.C., Roy, A. (1970) *Studies on rumen microbial activity of buffalo and zebu cattle*. *Indian Journal Animal Science*. 40: 600-609.
- Pathak, N. N. & Verma, D. N. (1993) *Nutrient Requirements of Buffaloes*. Lucknow, India: International Books Distributors Co. Ltd.
- Patterson, T., Klopfenstein, T., Milton, T., Brink, D. (2000) *Evaluation of the 1996 beef cattle NRC model predictions of intake and gain for calves fed low or medium energy density diets*. *Nebraska Beef Report MP 73-A*, pp. 26-29.
- Paul, S. S.; Lal, D. (2010) *Nutrient Requirements of Buffaloes*. Azadpur, Delhi, India: Satish Serial Publishing House. 138 pp., 2010.
- PAUL, S.S., et al. 2003. *Comparative dry matter intake and nutrient utilization efficiency in lactating cattle and buffaloes*. *Journal of Science Food Agriculture (UK)*. 83: 258-267.
- Paul, S. S.; Mandal, A. B.; Pathak, N. N. (2002) *Feeding standards for lactating riverine buffaloes in tropical conditions*. *Journal of Dairy Research* 69: 173-180.
- Punia, B.S., Sharma, D.D. (1988) *Microbial proteins synthesis, VFA production rate and feed conversion efficiency in buffaloes cattle on different energy sources*. *Proceedings of II World Buffalo Congress, genetics and Breeding, Digestive physiology and nutrition, India, Vol II*, pp. 336-344.

- Ranjhan, S.K., Krishnamohan, D.V.G. (1977) *Efficiency of utilization of nutrients in cattle and buffaloes*. Indian Dairyman. 29:365-368.
- Saini, B.S., Ray, S.N. (1964) *Comparative utilization of coarse fodders in cattle and buffaloes*. NDRI Annual Report.
- Sebastian, L. et al. (1970) *Comparative efficiency of milk production by sahiwal cattle and Murrah buffalo*. Journal Animal Science, 30: 253-256.
- Sen, K. C., Ray, S. N. & Ranjhan, S. K. (1978) *Nutritive Value of Indian Feeds and Feeding of Farm Animals*. Bulletin No. 25. New Delhi, India: ICAR.
- Singh, S., et al. (1992) *Relative rumen microbial profile of cattle and buffalo fed wheat straw-concentrate diet*. Indian journal of animal Science, 62:1197-1202.
- Shukla, K. S., Ranjhan, S. K. & Netke, S. P. (1972) *Efficiency of utilization of and nitrogen for milk secretion by buffaloes fed various levels of concentrate*. Journal of Dairy Research 39 421-425.
- Singh, S. N. (1965) *Protein requirements of Indian buffaloes*. Annual Report, Indian Council of Agricultural Research, India.
- Siviah, K. & Mudgal, V. D. (1978) *Effect of feeding different levels of protein and energy on feed utilization for growth and milk production on buffaloes*. Pp. 145-146. Annual Report, National Dairy Research Institute Karnal, India.
- Srivastava, S. K. (1970) *Studies on the utilization of dietary energy for maintenance and milk production in buffaloes*. Ph.D. Thesis, Agra University, Agra, UP, India.
- Tandon, R.N., et al. (1972) *Effect of feeding urea with different levels of energy on the biochemical changes in the rumen content of cows and buffaloes*. Indian Journal of Animal Science. 42:174:179.
- Thiago, L.R.L.S.; Silva, J.M. (2001) *Suplementação de bovinos em pastejo*. Documentos 108: versão ampliada Circ. Técnica 27. CNPGC – Embrapa Gado de Corte
- Tiwari, D. P. & Patle, B. R. (1983) *Utilization of Mahua seed cake by lactating buffaloes*. Indian Journal of Dairy Science 36 394-401.
- Tiwari, D. P. & Patle, B. R. (1997) *Protein requirements of lactating buffaloes fed ration containing processed Mahua seed cake*. Indian Journal of Animal Nutrition 14 98-101.
- Udeybir. (1998) *Prediction of energy and protein requirements of feeding experiments conducted in India*. M.V.Sc. Thesis, CCSHAU, Hisar, Haryana, India.