



## Evaluación económica de ganado post-destete y finalizado suplementado en pastoreo de *Brachiaria brizantha*



Aroldo Brandão de Oliveira<sup>a\*</sup>

Robério Rodrigues Silva<sup>a</sup>

Fabiano Ferreira da Silva<sup>a</sup>

Gleidson Giordano Pinto de Carvalho<sup>b</sup>

Ana Paula Gomes da Silva<sup>a</sup>

João Wilian Dias da Silva<sup>a</sup>

Daniele Soares Barroso<sup>a</sup>

Grabriel Dallapicola da Costa<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Rod. BR 415, Km 03, Itapetinga, Bahia, Brasil, CEP:45700-000.

<sup>b</sup> Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Salvador, Bahia, Brasil.

\* Autor de correspondencia: brandaoitap@hotmail.com

### Resumen:

El objetivo fue evaluar la viabilidad económica, a través de diferentes estrategias de suplementación, de las etapas post destete y finalización del ganado bovino suplementado en pastoreo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú durante las temporadas de lluvias y secas. El periodo experimental fue de 447 días. El estudio comprendió las etapas post destete y finalización de 22 bovinos machos (1/2 Holstein-Cebú) enteros con un peso inicial promedio de  $164.09 \pm 12.13$  kg y una edad promedio de 7 meses. Los animales se distribuyeron en un diseño aleatorio con 11 repeticiones por tratamiento. Se probaron las siguientes estrategias de suplementación: estrategia 1 (E1): mezcla de minerales en el 1er y 3er periodos y suplementación de proteína y energía al 0.2% del peso corporal (PC) en el 2do periodo; y estrategia 2 (E2): suplementación de proteína-energía a 0.4% PC en los períodos 1° y 3°, y suplementación de proteína-energía a 0.6% PC en el 2° período. La

estrategia 1 dio como resultado un menor costo por arroba producido y un menor costo por hectárea, generando una mayor ganancia neta por hectárea y, en consecuencia, una mayor tasa interna de retorno. Cuando se dispone de forraje, la suplementación de minerales suministrada durante la temporada de lluvias, asociada con bajos niveles de suplementación de proteína y energía en la estación seca (S1), es de mayor atractivo económico para el desarrollo del sistema, ya que conduce a mayores tasas internas de valores de retorno y valores netos presentes en todo el periodo.

**Palabras clave:** Tasa interna de retorno, Valor actual neto, Suplementación con pasto.

Recibido: 16/05/2018

Aceptado: 30/07/2018

## Introducción

El uso de suplementos proporciona una mayor eficiencia en el aprovechamiento del pasto, lo que lo convierte en una herramienta auxiliar en su manejo, conduce a tasas de almacenamiento más altas, un mejor rendimiento del animal y, en última instancia, da como resultado, un ciclo de producción más corto y una mayor productividad para el sistema. Sin embargo, cuando un productor opta por implementar la suplementación en pastos, la ingesta de forraje por parte del animal debe ser maximizada para que pueda tener un mejor rendimiento, pero la viabilidad de la técnica se debe tener en cuenta en todo momento.

La suplementación es una técnica biológicamente viable<sup>(1)</sup>, porque produce un efecto positivo en la ganancia de peso de los animales o en la ganancia por área. Sin embargo, el productor debe estar alerta en cuanto al equilibrio entre las respuestas biológicas y económicas, ya que la viabilidad económica del sistema es y siempre será un factor local dependiente.

Siempre que se utilicen suplementos dietéticos en los sistemas de producción de pastos y ganado, habrá alteraciones en el flujo de efectivo del rancho, ya que será necesario invertir capital en la compra del suplemento. En este sentido, aquellas investigaciones que impliquen el uso de suplementos para el ganado de pastoreo deben someterse a un análisis económico, y la información obtenida debe transmitirse rápidamente a los productores, el grupo con mayor interés en estos resultados.

Tomando en cuenta los hechos mencionados, este estudio tuvo como objetivo evaluar la viabilidad económica de criar ganado de carne con pasturas bajo diferentes estrategias de suplementación durante las etapas posteriores al destete y finalización.

## Material y métodos

El experimento se llevó a cabo en Ribeirão do Largo - BA, Brasil (15°26'46"S, 40°44'24" W, 800 msnm). El período experimental fue de 447 días, que se dividió en la 1ª temporada de lluvias, 168 días; estación seca, 180 días; y 2ª temporada de lluvias, 99 días. El estudio comprendió las etapas post destete y finalización de 22 bovinos machos (1/2 Holstein-Cebú) intactos, con un peso inicial promedio de  $164.09 \pm 12.13$  kg y una edad promedio de 7 meses. Los animales se distribuyeron en un diseño aleatorio con 11 repeticiones por tratamiento. Se probaron las siguientes estrategias de suplementación: estrategia 1 (E1): mezcla de minerales en los períodos 1º y 3º (1ª y 2ª temporadas de lluvia) y administración de suplementos de proteína y energía al 0.2% del peso corporal en el 2º período (seco); y estrategia 2 (S): suplementación de proteína y energía a razón de 0.4% del PC en los períodos 1º y 3º (lluvioso), y suplementación de proteína y energía a razón de 0.6% del PC en el 2º período (seco).

Los animales se manejaron con el método de pastoreo intermitente, en un pastizal conformado por *Brachiaria brizantha* cv. Marandú (6.5 ha) que se dividió en seis potreros del mismo tamaño. El ganado se sometió al control de ecto- y endo-parásitos y se vacunó de acuerdo con el calendario de la autoridad de salud del estado de Bahía (EBDA) y se identificó mediante aretes numerados.

Los potreros tenían un patio de comidas central equipado con canales de plástico sin tapar (80 cm / animal) con doble acceso y bebederos con un sistema de llenado automático y capacidad para 500 L de agua. Los suplementos de concentrado y minerales se suministraron diariamente a las 1000 h. Los animales permanecieron siete días en cada potrero, y los grupos de animales rotaron de un potrero a otro durante todo el ciclo de pastoreo, con el objetivo de minimizar los efectos del potrero (ambiente). Los ingredientes utilizados en los suplementos proporcionados en ambas estrategias se describen en el Cuadro 1.

**Cuadro 1:** Proporción de ingredientes de suplementos (tal como están)

Ingrediente (%)	Estrategia 1		Estrategia 2	
	Temporada de lluvias	Temporada de secas	Temporada de lluvias	Temporada de secas
	Suplemento		Suplemento	
	Mineral (al gusto)	0.2% <sup>1</sup> del PC	0.4% <sup>1</sup> del PC	0.6% <sup>1</sup> del PC
Maíz	-	45.43	45.43	45.43
Harina de soya	-	45.43	45.43	45.43
Urea + AS <sup>2</sup>	-	4.99	4.99	4.99
Mezcla mineral <sup>3,4</sup>	100	4.63	4.63	4.63

PC= peso corporal; <sup>1</sup>Proteína-energía <sup>2</sup>Urea + sulfato de amonio (9:1) <sup>3</sup>Composición: calcio- 235 g; fósforo- 160 g; magnesio- 16 g; azufre- 12 g; cobalto- 150 mg; cobre- 1.600 mg; yodo- 190 mg; manganeso- 1.400 mg; hierro- 1.000 mg; selenio- 32 mg; zinc- 6.000 mg; flúor (máximo) 1.600 mg. <sup>4</sup>Composición: calcio- 175 g; fósforo- 100 g; sodio- 114 g; magnesio- 15 g; zinc- 6.004 mg; manganeso- 1.250 mg; cobre- 1.875; yodo- 180 mg; cobalto- 125 mg; selenio- 30 mg; flúor (máximo) - 1.000 mg.

Se utilizaron los índices propuestos<sup>(2)</sup> como parámetros de la evaluación económica de las estrategias suplementarias, mismas que se describen a continuación:

Número de animales por tratamiento (n);

Período experimental (días);

Peso corporal inicial y final - obtenido al pesar a los animales después de un periodo de ayuno de 12-h, y promedio del peso corporal (PC) en el periodo experimental (media aritmética entre los pesos corporales inicial y final);

Área de pastoreo ocupada por cada tratamiento –el total del área experimental se dividió entre el número de elementos  $\rightarrow 6.5 \text{ ha}/2 = 3.25 \text{ ha}$ ;

Tasa promedio de población - el peso corporal promedio de cada animal se multiplicó por el número de animales por tratamiento y se dividió entre el área de pasto disponible por tratamiento y, posteriormente, entre 450 (correspondiente a una unidad animal) (UA))  $\rightarrow \text{SR} = \{[(\text{PC promedio} * 11)/3.25]/450\}$ ;

Ganancia diaria promedio de los animales: la ganancia de peso en el período experimental se dividió entre el número de días del período de evaluación  $\rightarrow (\text{PC final} - \text{PC inicial})/\text{número de días en cada periodo}$  - ADP durante el experimento: E1 0.57 kg/d y E2 0.69 kg/d;

Porcentaje de carne magra en canal - en la fase posterior al destete, se consideró un porcentaje de carne magra en canal de 50% y, al finalizar, los animales de la E1 obtuvieron 47.39 %, mientras que los animales de la E2 tuvieron 50.48 %;

Ingesta diaria promedio de suplemento de concentrado por animal en kg / día - 0.27 kg / d para la E1 y 0.57 kg / día para la E2 - obtenida mediante el suministro diario de óxido de cromo junto con el suplemento, según la propuesta de metodología<sup>(3)</sup>;

Costo por kilogramo de suplemento de concentrado: se obtiene según el precio de los insumos y la composición respectiva, sobre la base de materia fresca, de cada suplemento de concentrado, en el que el maíz: R \$ 0.82 kg; harina de soya: R\$ 1.975 kg; urea: R\$ 1.912 kg; y mezcla de minerales: R \$ 1.36kg → Precios actuales en la feria comercial de Itapetinga-BA, Brasil (noviembre de 2015); Precio de la arroba (@ = 14.7 kg) de valores de la media de ganado sin terminar que se refieren al precio del ganado sin terminar en los meses de junio (de 2014 y 2015) en el estado de Bahía; Precio de la @ del ganado terminado en noviembre de 2015, según la planta de empaque Friboi (Grupo JBS) en Itapetinga-BA, Brasil;

Costos con medicamentos, mantenimiento de cercas y de pastos, e impuestos por animal, según Anualpec<sup>(4)</sup>;

Costo con mano de obra, en @ por hectárea. Los valores se obtuvieron de acuerdo con los datos proporcionados por el propietario del rancho donde se llevó a cabo el experimento.

Una vez que se obtuvieron los índices descritos, fue posible calcular los valores de producción y rentabilidad del sistema de producción con cada una de las estrategias de suplementación evaluadas. Las variables se detallan a continuación:

Ganancia de peso por hectárea (kg / ha) durante los períodos experimentales → ganancia diaria promedio multiplicada por el número de animales por tratamiento y por el período experimental, dividida entre el área ocupada por cada tratamiento ( $ADP * 11 * n$  de días del periodo experimental) / 3.25 ha;

Producción de carne por hectárea (kg / ha) durante el período experimental → ganancia de peso por hectárea multiplicada por el porcentaje de la canal considerado;

Producción de carne por hectárea (@ / ha) durante el período experimental → producción de carne en kg / ha dividida entre 15; ingesta de suplemento por hectárea (kg / ha) en los períodos experimentales → consumo promedio de suplementos (kg / día) multiplicado por el número de animales por tratamiento y por el período experimental por el área ocupada por cada tratamiento: (ingesta de suplemento \* 11 \* n de días del período experimental) / 3.25 ha;

Costo con suplemento por hectárea (R\$/ha) en el periodo experimental → ingesta de suplemento por hectárea (kg/ha) multiplicada por el precio del suplemento (R\$/kg);

Costo con suplemento por arroba producido (R\$/@) en el periodo experimental → costo con suplemento por hectárea (R\$/ha) dividido entre la cantidad de @ producida por hectárea;

Costo con mano de obra en R\$ por arroba producida (R\$/@) → costo con mano de obra por hectárea, dividida entre el número de arrobas producidas por hectárea;

Costos de medicamentos, mantenimiento de cercas y de pastos, e impuestos por arroba producida (R\$/@): se calcularon de acuerdo a los datos del costo de producción (R\$/ha) publicados en ANUALPEC<sup>(4)</sup>, divididos entre el número de arrobas producidas por hectárea;

Costo total por arroba producido (R\$/@) → Suma de costos per arroba (R\$/@) con suplemento, mano de obra, medicamentos, mantenimiento de pasturas e impuestos;

Participación del costo del suplemento en el costo total de arroba producida (%) → costo con suplemento por arroba producida (R\$ / @), dividido entre el costo total de arroba producida (R \$ / @), multiplicado por 100;

Costo total por animal en el período experimental (R\$ / animal) T →ingesta total de suplementos (ingesta diaria \* número de días del período experimental), multiplicado por el precio del suplemento (R \$ / kg) más los costos con mano de obra, medicamentos, mantenimiento de pasturas e impuestos por animal descritos en el Cuadro 2;

Costo total por hectárea en el periodo experimental (R\$/ha) → costo total por arroba producida (R\$/@) multiplicado por el número de arrobas producidas por hectárea;

Ganancia neta por hectárea (R\$/@), solo considerando la ganancia de peso en el periodo experimental con suplementación → número de arrobas producidas por hectárea, multiplicado por el precio de la arroba del ganado terminado (Cuadro 2);

Ingreso bruto por animal (R\$ / animal), considerando solo el aumento de peso en el período experimental con el uso de suplementos → Ingreso bruto por hectárea (R \$ / ha), multiplicado por el área de pasto utilizada (3.25 ha por tratamiento), dividido por el número de animales por tratamiento (11 animales);

Ingreso neto, o ganancia operativa, por hectárea (R\$ / ha), considerando solo el aumento de peso en el período experimental con el uso de suplementos → resultado de la sustracción del costo total por hectárea de los ingresos netos por hectárea (R\$ / ha);

Ingreso bruto total por hectárea (R \$ / ha), considerando el peso corporal final de los animales como el peso de venta al precio de la @ del ganado terminado (Cuadro 2)→ peso corporal final dividido entre 30, multiplicado por el precio de la arroba de ganado terminado (R \$ 145,00), multiplicado por el número de animales por tratamiento (11 animales), dividido entre el área de pasto ocupada por cada tratamiento (3.25 ha);

Costo con la adquisición del ganado sin terminar por hectárea (R\$/ha) → peso corporal inicial dividido entre 30, multiplicado por el precio de la arroba del ganado sin terminar (R\$ 145.00 – precio promedio del ganado sin terminar en los meses de junio (2014 y 2015) en el estado de Bahía), multiplicado por el número de animales por tratamiento (11 animales), dividido entre el área de pastos ocupada por cada tratamiento (3.25 ha);

Capital invertido por hectárea (R\$/ha) → suma del costo con la adquisición de ganado sin terminar por hectárea (R\$/ha) y el costo total por hectárea en el periodo experimental (R\$/ha), considerando los costos con suplemento, mano de obra, medicamentos, mantenimiento de cercas y pastos, e impuestos por hectárea;

Reales de retorno por real invertido (R\$) → ingreso neto por hectárea dividido por el costo total por hectárea; tasa de retorno mensual (%) → el ingreso neto por hectárea fue dividido entre el costo total por hectárea y multiplicado por 100; a continuación, el resultado se dividió entre el periodo experimental y se multiplicó por 30 días →  $\{(Ingreso\ neto\ ha / costo\ total\ ha) * 100\} / n\ de\ días\ del\ periodo\ experimental] * 30$ ;

Rendimiento de la inversión por hectárea (R\$ / ha / n de días del período experimental), considerando una inversión en la cuenta de ahorros con una tasa de interés promedio del 6 % anual → capital invertido por hectárea en el periodo, multiplicado por 6%/365, y luego multiplicado por el periodo experimental (número of días del periodo experimental); Porcentaje de retorno de la actividad (%) → ingreso neto, dividido entre el capital invertido, ambos en R\$/ha, multiplicado por 100;

Índice de rentabilidad (%) → ingreso neto (R\$/ha), dividido entre el grueso del ingreso (R\$/ha), multiplicado por 100. El índice de rentabilidad indica el ingreso disponible después del pago del costo de alimentación (el costo de operación se divide entre el ingreso bruto en R \$ / ha / período en días multiplicado por 100).

**Cuadro 2:** Variables de rendimiento de la producción de novillos cruzados bajo diferentes estrategias de suplementación

Rendimiento	Estrategia de suplementación		CV (%)	P
	E1	E2		
Ganancia de peso, kg/ha	865.33	1055.59	12.39	0.0012
Producción de carne, kg/ha	410.41	533.60	13.65	0.0002
Producción, @ de carne/ha	27.36	35.57	13.65	0.0002
Tasa de concentración, UA/ha	2.19	2.40	15.87	0.1845

E1= suplementación mineral en el 1° y 3<sup>er</sup> periodo y suplementación de proteína-energía a razón de 0.2% del PC en el 2° periodo; E2= suplementación de proteína-energía a razón de 0.4% del PC en el 1° y 3° periodo y suplementación de proteína-energía a razón de 0.6% del PC en el 2° periodo; CV= coeficiente de variación; PC= peso corporal.

Se adaptaron y utilizaron dos índices<sup>(5)</sup> para el análisis económico: TIR (tasa interna de retorno) y VAN (valor actual neto). El cálculo de la TIR de una inversión indica si aumentará el valor de una empresa. Por lo tanto, una inversión puede o no realizarse al analizar su TIR. Para su cálculo, es necesario proyectar un flujo de efectivo que indique las entradas y salidas de dinero derivadas de las inversiones.

La tasa interna de retorno muestra el rendimiento de la inversión. Por lo tanto, en términos gerenciales, la TIR corresponde a la tasa de rentabilidad esperada de las inversiones en un proyecto. Para determinar si la TIR es buena o no, una práctica común es compararla con el costo del capital invertido; Si la TIR estimada es mayor que el costo de capital, entonces se acepta el proyecto. De lo contrario, el proyecto no será económicamente viable. En el caso de la comparación entre dos o más tratamientos, cuanto más alta sea la TIR estimada, más rentable será el tratamiento; es decir, de acuerdo con los criterios de aceptación, cuanto mayor sea el resultado obtenido en el proyecto, mayor será el atractivo para su implementación; además, la alternativa de inversión con la TIR más alta casi siempre será la preferida.

El cálculo del VAN, a su vez, representa una fórmula matemático-financiera que determina el valor actual de los pagos futuros descontados a una tasa de interés adecuada, menos el costo de la inversión inicial. Básicamente, es el cálculo de cuánto valdrían actualmente los pagos futuros agregados a un costo inicial. Se adopta el concepto de valor del dinero en el tiempo; por ejemplo, R\$ 1,000.00 hoy no tendrá el mismo valor (R\$ 1,000.00) en un año, debido, por ejemplo, al costo de oportunidad de invertir esta cantidad en la cuenta de ahorros para ganar intereses.

Por lo tanto, la tasa interna de retorno es el valor "R" que iguala la siguiente expresión a cero:

$$VAN = FC_0 + \frac{FC_1}{(1+R)^1} + \frac{FC_2}{(1+R)^2} + \frac{FC_3}{(1+R)^3} + \dots + \frac{FC_n}{(1+R)^n}$$

Donde:

FC = flujos de caja netos (0, 1, 2, 3, ..., n) y,

R= tasa de descuento.

La tasa interna de retorno se calculó proyectando las entradas y salidas de capital generadas por la inversión en cuestión. Para ello, se consideraron las siguientes variables:

Capital invertido por hectárea en el período (R\$ / ha / n de días en el período experimental, 447 d) FC = flujos de caja netos (0, 1, 2, 3, ..., n) y, R = tasa de descuento.

La tasa interna de retorno se calculó proyectando las entradas y salidas de capital generadas por la inversión en cuestión. Para ello, se consideraron las siguientes variables:

Capital invertido por hectárea en el período (R\$ / ha / n de días en el período experimental, 447 días) → la suma del costo con la compra del ganado sin terminar y del costo con el capital invertido por hectárea;

Ingreso bruto diario por hectárea (R\$/ha d) → división del ingreso bruto total de cada período experimental y período experimental total, por hectárea (R \$ / ha), considerando

el peso corporal final de los animales como el peso de venta al precio de la arroba de ganado terminado, por el número de días en el periodo experimental.

El periodo experimental se consideró como el período de inversión. En este sentido, la inyección de capital quedó integrada como sigue:

Periodo experimental total (447 días): (ingreso bruto diario \* 30 d) \*14 meses + (ingreso bruto diario \* 27 días); 1ª temporada de lluvias (168 días): (ingreso bruto diario \* 30 días) \*5 meses + (ingreso bruto diario \* 18 días); Época de secas (180 da: (ingreso bruto diario \* 30 días) \*6 meses; 2ª temporada de lluvias (99 días): (ingreso bruto diario \* 30 días) \*3 meses + (ingreso bruto diario \* 9 días).

Para el otro índice económico utilizado en el análisis de inversiones (VAN), se consideraron tres tasas de obstáculo (TO); éstas fueron 5, 10 y 15 % por año, que equivalen a 0.41 %, 0.83 % y 1.25 % por mes, respectivamente.

Al calcular el VAN de la inversión en cuestión, se consideraron las variables descritas anteriormente. La siguiente expresión matemática representa el cálculo del VAN<sup>(5)</sup>:

$$VAN = \sum_{t=0}^{n=i} FN/(1+TD)^t$$

Donde: VAN = valor actual neto; FN = flujo neto (diferencia entre entradas y salidas)

n = número de flujos; TD = tasa de descuento; t = periodo de análisis (i = 1, 2, 3...).

Para el análisis estadístico de los datos económicos, cada animal se utilizó como una unidad experimental. Las variables estudiadas fueron interpretadas estadísticamente por análisis de varianza y la prueba de F con un nivel de probabilidad de 10 %.

## Resultados

Las variables de ganancia de peso por hectárea y producción de carne por hectárea difirieron ( $P<0.10$ ) entre las dos estrategias de suplementación (Cuadro 2). El peso total por hectárea y la producción de carne fueron mayores ( $P<0.10$ ) en la estrategia E2, pues hubo un aumento de 410.41 kg (27.36@/ha) a 533.60 kg (35.57@/ha), en las estrategias E1 y E2, respectivamente. Esto se corroboró por la diferencia observada en el ADP de los animales, de 0.57 kg / día para la E1 a 0.69 kg para la E2.

La tasa de almacenamiento observada durante el período experimental en las dos estrategias de suplementación no presentó diferencias ( $P>0.10$ ). La carga animal promedio fue de 2.29 UA / ha.

Los animales suplementados con la estrategia E2 tuvieron una mayor ingesta de concentrado ( $P<0.10$ ) y costos más elevados con suplementos en comparación con los suplementados con la estrategia E1, del orden de 461.68 %, 465.60 % y 331.35 %, respectivamente (Cuadro 3).

**Cuadro 3:** Costos de operación usados en la composición de los costos totales de la producción de novillos cruzados con diferentes estrategias de suplementación

Variable	Estrategia de suplementación		CV (%)	Valor de <i>P</i>
	E1	E2		
Ingesta de concentrado por periodo, kg/ha	416.68	2341.16	10.85	<0.0001
Costo con suplemento , R\$/ha	604.19	3417.33	10.85	<0.0001
Costo con suplemento, R\$/@	22.66	97.78	20.26	<0.0001
Costo con mano de obra, R\$/@	5.17	3.99	14.47	0.0004
Costo con medicamentos, R\$/@	2.03	1.66	12.82	0.0017
Costo con mantenimiento de pastos, R\$/@	8.76	6.75	14.47	0.0004
Costo con impuestos - IRR,R\$/@	0.44	0.34	14.47	0.0004
Costo total por arroba producida, R\$/@	39.08	110.54	18.39	<0.0001
Costo por animal, R\$	310.05	1141.21	8.89	<0.0001
Participación del suplemento en el costo total, @ (%)	57.48	88.40	3.44	<0.0001

E1= suplementación mineral en el 1° y 3° periodo y suplementación de proteína-energía a razón de 0.2% del PC en el 2° periodo; E2= suplementación de proteína-energía a razón de 0.4% del PC en el 1° y 3° periodo y suplementación de proteína-energía a razón de 0.6% del PC en el 2° periodo.

CV= coeficiente de variación; PC = peso corporal.

Los costos con mano de obra, medicamentos, mantenimiento de pastos e impuestos difirieron ( $P<0.10$ ) entre las estrategias de suplementación adoptadas. Cuando el costo del suplemento se agregó a estos costos, el costo total por arroba producido difirió ( $P<0.10$ ) entre las dos estrategias, para lo cual la estrategia E2 fue 2.82 veces mayor. También en este contexto, el costo por animal en la estrategia E2 fue 3.68 veces mayor que en la E1. La participación del costo con concentrado en el costo total de las arobas producidas ascendió al 57.48 % en la estrategia E1, mientras que en la E2 este valor fue de 88.40 %.

El costo con la compra de ganado sin terminar en reales en ambas estrategias de suplementación no difirió ( $P>0.10$ ) (Cuadro 4). La diferencia en el aumento de peso (kg / ha) ( $P>0.10$ ) entre las dos estrategias, como resultado de las variaciones en ADP, llevó a una diferencia ( $P<0.10$ ) en el ingreso bruto por hectárea, que considera el precio de venta final de los animales. El costo total por hectárea (R\$ / ha) entre las estrategias fue diferente ( $P<0.10$ ), y el costo de la estrategia E2 fue 3.69 veces mayor que el de la estrategia E1, demostrando así una ventaja de usar la E1. El ingreso neto en el período (R\$ / ha), observado en cada estrategia de suplementación, fue superior en la E1 ( $P<0.10$ ),

en el cual los animales fueron suplementados con una mezcla de minerales en los períodos de lluvia y con un suplemento de concentrado (0.4 % del PC) en el periodo seco del año.

**Cuadro 4:** Análisis económico de diferentes estrategias de suplementación para novillos cruzados

Variable	Estrategia de suplementación		CV (%)	Valor de <i>P</i>
	E1	E2		
Costo de adquisición de ganado sin terminar, R\$	792.22	793.98	23.33	1.0000
Ingreso bruto por animal, R\$/animal	1172.16	1524.01	13.65	0.0002
Ingreso bruto por hectárea, R\$/ha	3967.30	5158.20	13.65	0.0002
Costo total por hectárea, R\$/ha	1046.40	3863.13	8.88	<0.0001
Ingreso neto en el periodo, R\$/ha	2920.90	1295.07	31.82	<0.0001
Capital invertido, R\$/ha	3727.79	6550.46	12.91	<0.0001
R\$ retornado por R\$ invertido	3.83	1.34	19.01	<0.0001
Tasa de retorno mensual, %	18.99	2.29	31.00	<0.0001
Rentabilidad, %	73.04	23.76	19.61	<0.0001
Retorno de la inversión al 6% por año	197.02	197.46	23.33	1.0000

E1= suplementación mineral en el 1° y 3<sup>er</sup> periodo y suplementación de proteína-energía a razón de 0.2% del PC en el 2° periodo; E2= suplementación de proteína-energía a razón de 0.4% del PC en el 1° y 3<sup>er</sup> periodo y suplementación de proteína-energía a razón de 0.6% del PC en el 2° periodo.

CV= coeficiente de variación; PC = peso corporal.

La estrategia E1 requirió una mayor inversión de capital ( $P<0.10$ ) en comparación con la E2. Por lo tanto, E1 permitió un mayor rendimiento ( $P<0.10$ ) sobre el capital invertido en la actividad. Las tasas mensuales de retorno y rentabilidad fueron más altas ( $P<0.10$ ) en la estrategia E1, que resultó ser 73 % más rentable que la estrategia de suplementación E2 (Cuadro 4). Al considerar la aplicación del capital invertido (6 % de retorno) por hectárea en cada estrategia de suplementación en un fondo de inversión (cuenta de ahorro; 6 % anual), no se observó diferencia ( $P>0.10$ ) entre las dos estrategias de alimentación.

La tasa interna de retorno no mostró diferencias ( $P>0.10$ ) entre las estrategias de suplementación (Cuadro 5).

**Cuadro 5:** Tasa interna de retorno mensual y valor actual neto de diferentes estrategias de suplementación para novillos cruzados

Variable	Estrategia de suplementación		CV (%)	Valor de <i>P</i>
	E1	E2		
Tasa interna de retorno, %	0.20	-0.30	6.83	0.1521
Valor actual neto, TO5%	2595.44	930.62	35.46	<0.0001
Valor actual neto, TO10%	2472.84	771.23	37.00	<0.0001
Valor actual neto, TO15%	2355.78	619.02	38.71	<0.0001

E1= suplementación mineral en el 1° y 3° periodo y suplementación de proteína-energía a razón de 0.2% del PC en el 2° periodo; E2= suplementación de proteína-energía a razón de 0.4% del PC en el 1° y 3° periodo y suplementación de proteína-energía a razón de 0.6% del PC en el 2° periodo. TO= tasa de obstáculo; CV= coeficiente de variación; PC= peso corporal.

El valor actual neto, independientemente de la tasa de obstáculo considerada, mostró diferencias ( $P < 0.10$ ) entre las estrategias de suplementación de 172.02 %, 202.26 % y 241.84 % para las tasas de 5, 10 y 15 %, respectivamente, que fueron mayores para la estrategia E1.

## Discusión

El aumento de peso total por hectárea y la producción de carne fueron mayores ( $P < 0.10$ ) en la estrategia E2, el mayor suministro de proteína y energía del suplemento concentrado<sup>(6)</sup> explicaría el mejor rendimiento encontrado para el grupo de animales en la E2. Trabajar con la suplementación para el ganado de carne que se mantuvo<sup>(7)</sup> en un pasto de Tanzania y se sometió a una mezcla de minerales y se concentró la suplementación a razón de 0.2, 0.4 y 0.6 % del peso corporal y no se observó un aumento en el aumento de peso de los animales debido al alto margen de herbaje adoptado en el experimento (media de 12,88 t / ha de masa de forraje), en contraste con los resultados del presente estudio.

La tasa de almacenamiento observada durante el experimento es más alta que el promedio nacional brasileño de 0.5 UA / ha<sup>(8)</sup>. De manera similar, cuando se trabajó con vacas en un pastizal de Marandú<sup>(9)</sup> que utiliza dos sistemas de suplementación (0.5 y 1.0 % PC) y dos fuentes de energía (grano de avena y maíz partido), se determinó una tasa promedio de carga animal de 1.68 UA / ha, que es también superior a la media nacional.

Al evaluar el efecto de diferentes niveles de suplementación en el desempeño de ejemplares Nellore de raza pura - una mezcla de minerales y la suplementación con concentrado a razón de 0.2, 0.4 y 0.6% del PC<sup>(7)</sup>, se observaron aumentos en la ingesta de concentrado, el costo por animal y el costo total, respectivamente, para los tratamientos. Resultaron costos más altos para la estrategia E1, lo que se explica por el menor número de arrobas producidas, en comparación con la estrategia E2.

Al comparar las estrategias de alimentación (suplementación mineral a razón de 0.2 y 0.3 % del PC) en la producción de novillos en pastura de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú<sup>(10)</sup>, resultó que la suplementación de animales con un concentrado (0.3 % del PC) durante las estaciones lluviosas y secas llevó a un costo de producción 3.11 veces mayor por animal, en comparación con el grupo de animales suplementados solo con sal mineral en las estaciones lluviosas y con suplemento concentrado (0.2 % en peso) en el período seco del año.

Este resultado refuerza la idea de que es importante conocer el porcentaje de formación de los costos de producción; en este caso, de las arrobas producidas. El detalle de los costos de producción de una arroba permite al productor buscar alternativas que los minimicen; una de estas alternativas es diseñar estrategias de suplementación dirigidas a obtener ganancias satisfactorias a lo largo de todo el ciclo de producción asociado con la reducción de costos.

En un programa de suplementación, una gran parte del rendimiento económico obtenido es consecuencia del aumento de peso adicional y el descanso previsto de los pastos, el cual los deja disponibles para otros grupos de animales o facilita las prácticas de manejo<sup>(11)</sup>.

El costo con la compra de ganado sin terminar en reales en ambas estrategias de suplementación no difirió en función del peso corporal inicial. Al evaluar la respuesta económica de cuatro niveles de suplementación (sal mineral a razón de 0.3 %, 0.6 % y 0.9 % del PC) en el acabado de novillos Nellore en un pasto de *Brachiaria brizantha* en el sureste del estado de Bahía<sup>(12)</sup>, los autores encontraron, como en el presente estudio, mayores ingresos brutos por animal y por hectárea para el nivel de suplementación más alto. Este resultado posiblemente se debió a la mayor cantidad de arrobas producidas y también a las diferencias entre los momentos en que se vendieron los animales, que representan, en la práctica, diferentes precios en función del mes de venta de los lotes de animales.

Al revisar y discutir la suplementación con proteínas y energía<sup>(13)</sup> se registró un aumento en el capital invertido en el tratamiento en el que compararon la sal mineral con la suplementación de concentrado en las cantidades de 0.125, 0.25, 0.50 y 1.0 % de PC. El nivel de rendimiento más alto, que en consecuencia proporcionó el ingreso diario más alto, no fue el más viable económicamente; de esta manera, los tratamientos con peso vivo de 0.25 y 0.50 % representaron la mayor rentabilidad. Este resultado puede explicarse por el aumento del costo diario a medida que se incrementaron los niveles de suplementación, y estos datos concuerdan con los resultados del presente estudio.

En un estudio realizado con novillos Nellore sobre pastos de *Brachiaria brizantha* en el sureste del estado de Bahía, Brasil, se probaron cuatro niveles de concentrado suplementario (testigo, y 0.3, 0.6 y 0.9 % del PC)<sup>(6)</sup>. Los resultados indican tasas de retorno y rentabilidad más altas para los niveles más bajos de suplementación, porque se observó un incremento en los costos junto con el incremento en los niveles de suplementación, lo cual es acorde con los resultados de este estudio.

Esto se debe al menor costo de alimentación observado en el tratamiento E1, que condujo a un menor costo total de este tratamiento, como se describió anteriormente. Los valores positivos de VAN muestran que ambas estrategias pudieron cubrir la inversión inicial para comprar los animales, generando ingresos adicionales. Por lo tanto, en el tratamiento E1, el VAN siempre fue más alto que en el tratamiento E2, lo que demuestra su mayor rentabilidad. En el análisis financiero<sup>(14)</sup> se encontró una viabilidad económica en los suplementos proporcionados a niveles inferiores al 0.3 % del peso vivo (PV). Sin embargo, para los niveles de suplementación a razón de entre 0.6 % y 0.9 % del PV, los autores obtuvieron pérdidas en comparación con el suministro de mezcla mineral.

En cualquier sistema de producción, la viabilidad económica determina la dirección que deben seguir los diversos segmentos de la cadena de producción; entre ellos se cuenta el uso de suplementos de forraje, en cuyo caso se deben considerar los aspectos positivos y negativos cuando se busca mejorar el rendimiento biológico a pesar del aumento del costo de producción. Buscar el equilibrio entre la productividad biológica y la sostenibilidad financiera es el desafío de la ciencia animal moderna.

## Conclusiones e implicaciones

Las estrategias de suplementación de minerales o proteínas y energía generan beneficios para el ganado de carne, con efectos positivos en las variables de rendimiento. Las estrategias de suplementación de minerales en la temporada de lluvias asociadas con la suplementación de proteína y energía a razón de 0.2 % del peso corporal durante la estación seca proporcionan los mejores resultados económicos.

## Literatura citada:

1. Silva F, Sá J, Schio A, Silva R, Ítavo L, Mateus R. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. Rev Bras Zootec 2009; 8 (1):371-389.
2. Almeida V, Silva R, Queiroz A, Oliveira A, Silva F, Abreu Filho G, Lisboa M, Souza S. Economic viability of the use of crude glycerin supplements in diets for grazing cross bred calves. Rev Bras Zootec 2014;43(7):382-389.
3. Detmann E, Souza MA, Valadares Filho SC, Queiroz AC, Berchielli TT, Saliba EOS, *et al.* Métodos para análise de alimentos – INCT – Ciência Animal. Instituto Nacional de Ciência Tecnologia de Ciência Animal 2012.
4. Anualpec - Anuário da Pecuária Brasileira. FNP Consultoria & Comércio 2013;20:1-360.

5. Martin N, Serra R, Oliveira M, Ângelo J, Okawa H. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI - Informações econômica 1998; 28(1):7-28.
6. Silva R, Prado I, Carvalho G, Silva F, Santana Júnior H, Souza D, Dias D, Pereira M, Marques J, Paixão M. Novilhos nelore suplementados em pastagens: Consumo, desempenho e digestibilidade. Arch Zoot 2010;59(3):549-560.
7. Cabral L, Zervoudakis J, Coppedê C. Suplementação de bovinos de corte mantidos em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia-1 no período das águas. Rev Bras S Prod Anim 2008; (2): 293-302.
8. Ítavo L, Ítavo C, Dias A, Novais M, Silva F, Mateus R, Schio A. Desempenho produtivo e avaliação econômica de novilhos suplementados no período seco em pastagens diferidas, sob duas taxas de lotação. Rev Bras S Prod Anim 2007;(3):229-238.
9. Agulhon R, Jobim C, Branco A, Calixto JM. Fontes energéticas e níveis de suplementação para vacas em pastagem de capim-marandu (*Brachiariabrizantha* Hochst ex. A. Rich. Stapf) no inverno. Rev Bras Zootec 2005;34(1):151-158.
10. Souza, S. Estratégias de suplementação para produção de novilhos mestiços recriados e terminados em pastagens [Dissertação]. Itapetinga, Bahia, Brasil. (Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia) 2015.
11. Socreppa L, Moraes E, Moraes K, Oliveira A, Drosghic L, Botini L e Stinguel H. Glicerina bruta para bovinos de corte em pastejo no período das águas: viabilidade produtiva e econômica. Rev Bras S Prod Anim 2015;16(1):232-243.
12. Pinheiro A, Silva R, Junior H, Prado I, Costa L, Lacerda J, Breda A. Avaliação Econômica de Diferentes Níveis de Suplementação na Terminação de Novilhos Nelore em Pastagens de *Brachiaria brizantha*. Rev Sci Prod Anim 2010;(21):110-113.
13. Andrade M, Resende R. Suplementação proteico energética de bovinos de corte sob pastejo no período das águas aspectos econômicos. FAZU em Revista 2013; 72-78.
14. Porto M, Paulino M, Valadares FS, Sales M, Leão M, Couto V. Fontes suplementares de proteína para novilhos mestiços em recria em pastagens de capim-braquiária no período das águas: desempenho produtivo e econômico. Rev Bras Zootec 2009; 38 (8): 553-1560.