



INFLUENCIA DE LOS CARBOHIDRATOS SOLUBLES DE LOS FORRAJES FRESCOS ENCAÑADOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CARNE

INFLUENCE OF THE SOLUBLE CARBOHYDRATES OF THE FRESH STEMMED FORAGE ON MEAT PRODUCTION

Aníbal E. Fernández-Mayer^a DrC, René J. Stuart-Montalvo^b DrC,
 Bertha Chongo-García^b DrC, Pedro C. Martín-Méndez^b DrC

Recibido: 23-abr-2013 Aceptado: 06-sep-2013

RESUMEN

En otoño-invierno los forrajes frescos invernales, en la etapa de pasto, se caracterizan por tener altas proporciones de proteína cruda soluble (PCS) y bajos niveles de carbohidratos solubles (CNES), generando una relación CNES PCS⁻¹ inferior a 1,0. Este desbalance energético-proteico provoca bajas ganancias de peso (GDP) (<0,6 kg cabeza⁻¹ día⁻¹). Para incrementar las GDP, con forrajes desbalanceados, se debe agregar granos de cereal superior al 1% del peso vivo (PV). Sin embargo, cuando los forrajes frescos empiezan a encañarse, aproximadamente a partir de la 5^a y 6^a hoja, dependiendo de la especie, los CNES sintetizados en las hojas se empiezan a acumular en el tallo y a reducirse la PCS, proporcionalmente, resultando una relación CNES PCS⁻¹ superior a 1. Con el objetivo de evaluar estos efectos se diseñó dos experimentos en Argentina, con novillos Angus de diferente pesos vivos, comiendo avena (*Avena sativa*) con o sin granos de cereal en bajas proporciones (0,3 a 0,4% del PV). En el ensayo 1 se utilizó un ANAVA bajo un diseño completamente aleatorizado para analizar los datos; la unidad experimental fue el animal. En el ensayo 2 se utilizó el análisis de regresión a través del ajuste de modelos lineales y no lineales. Las relaciones CNES PCS⁻¹ fueron 1,59 y 1,28 para los ensayos 1 y 2, respectivamente. En el ensayo 1 la GDP media, con avena exclusivamente, fue de 1,034 kg cabeza⁻¹ d⁻¹; mientras que al agregar 0,3 a 0,4% del PV de granos de cereal, la ganancia media ascendió a 1,184 kg cabeza⁻¹ d⁻¹ (1,04 a 1,371) (+145%). Una relación CNES PCS⁻¹ >1,0, con adecuados niveles PCS y una asignación de forraje igual o superior 3,5 kg MS cada 100 kg PV día⁻¹, pueden ser muy buenos predictores de la eficiencia de transformación de pasto en producción de carne.

Palabras clave: carbohidratos, cereales forrajeros, ganancia de peso, proteína cruda

ABSTRACT

In autumn-winter the fresh forage, in the stage of grass, has the characteristic of having high levels of soluble crude protein (PCS) and low levels of soluble carbohydrates (CNES), generating a relation CNES PCS⁻¹ lower than 1.0. This energetic-protein unbalance causes low weight gain

^a Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Bordenave, Buenos Aires, Argentina Ruta Pcial. 76 km. Bordenave. Buenos Aires, Argentina. afmayer56@yahoo.com.ar

^b Instituto de Ciencia Animal (ICA). Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

(<0.6 kg head⁻¹ day⁻¹). To increase the GDP with unbalanced forage, cereal grains must be added over 1% of LW. However, when the fresh forage begins to stem, approximately from the fifth and sixth leaf, depending on the specie, the synthesized CNES in the leaves begin to accumulate in the stem and the soluble protein reduces proportionally, resulting a relation CNES PCS⁻¹ higher than 1.0. For the purpose of evaluating the response to the stemmed forage with or without cereals grain, two experiments were carried out in Argentina with steers Angus of different weight, feeding them with oat (*Avena sativa*) with or without cereal grain in low levels (0.3 to 0.4% of LW). The data of the first experiment was analyzed through ANAVA under a DCA; the unity of analysis was the animal. In the second experiment, regression analyses through adjustment of linear and nonlinear models were used to evaluate the behavior of the LW. The relations CNES PCS⁻¹ were 1.59 y 1.28 for trails 1 y 2, respectively. The weight gain, average fresh forage, exclusively, was of 1.034 kg head⁻¹ day⁻¹. While adding 0.3 to 0.4% LW of cereal grain, the gain, average, increased 1.184 kg head⁻¹ day⁻¹ (1.04 a 1.371) (+14.5%). The relation CNES PCS⁻¹ > 1.0, adequate level PBS and assignment of forage equal or higher than 3.5 kg DM each 100 kg LW day⁻¹. It can be a very good indicator of the efficiency in the transformation of grass in meat production.

Key words: carbohydrates, forage cereals, weight gain, crude protein

INTRODUCCIÓN

Los carbohidratos solubles (CNES) se generan en las hojas de las plantas (por fotosíntesis) y se acumulan, en una primera etapa, en los tallos de los vegetales. A medida que la planta empieza a encañarse, aproximadamente cuando se ha formado entre la quinta o la sexta hoja, dependiendo de la especie, los CNES sintetizados en las hojas se empiezan a acumular en el tallo^[1]. Según la escala de Zadoks et al^[2], el comienzo de encañazón se considera a partir de la etapa Z 1,5 a la Z 2,3 (primer nudo detectable), que se esquematan en la Figura 1^[3].

Otro factor importante que influye en la concentración de los CNES en el vegetal es la época del año. Los días fríos, con alta nubosidad, típicos de otoño-invierno en Argentina, Chile y Uruguay, promueven una menor síntesis de CNES y un incremento en la proteína cruda soluble (PCS), generando una relación inferior a 1,0 entre los dos parámetros (CNES PCS⁻¹)^[4].

En esta época del año los forrajes frescos (cereales de invierno y pasturas polifíticas) están en la etapa fenológica de pasto (estado de crecimiento Z 0,8 al Z 1,2, según escala Zadoks). Este desbalance energético-proteico provoca bajas ganancias de peso (menores que 0,6 kg día⁻¹)^[5, 6].

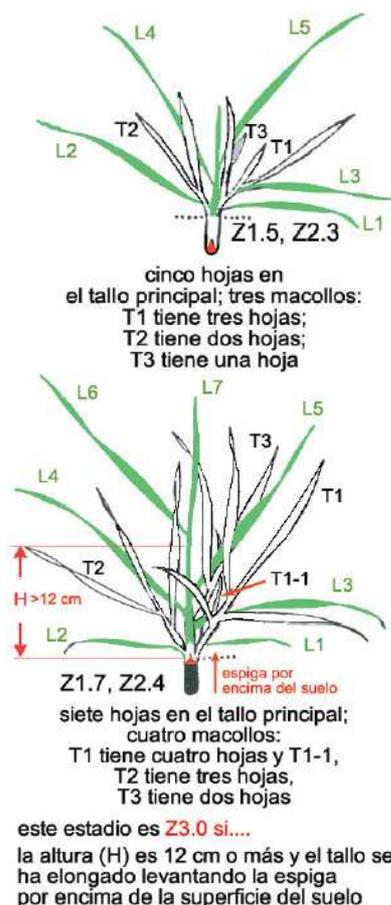


Figura 1. Fases de la encañazón (escala Zadoks Z 1,5 a 2,3)^[3]

Para incrementar las ganancias de peso a valores cercanos a los 0,7 kg diarios, con forrajes desbalanceados en energía-proteína, se debe agregar granos de cereal en una proporción superior al 1% del PV^[7]. Sin embargo, cuando por efectos climáticos favorables (temperatura y humedad) o cuando se demora el primer pastoreo, se acelera el crecimiento de muchos forrajes, los cuales se encañan, aún estando en otoño o invierno. En ambos casos se incrementan los niveles de los CNES y se reduce los de PCS, generando una relación CNES PCS⁻¹ > 1,0 (similar a la primavera). En estas condiciones se mejoran significativamente las ganancias de peso^[8].

Este comportamiento peculiar de la fisiología vegetal, también ocurre con los forrajes tropicales; entre estos se destaca el kikuyo

(*Pennisetum clandestinum*) con niveles de CNES entre 8,93 a 17,2% de la MS^[9]. En tanto, Juárez et al^[10], trabajando con pastos tropicales en la costa del Golfo de México, encontraron que el contenido de CNES puede alcanzar valores superiores a 15,4% en *Digitaria decumbens* y en *Andropogon gayanus*, hasta valores tan altos como el hallado en *Panicum maximum* vc. Vencedor, que fue de 22,3% MS.

A partir de los conceptos expuestos anteriormente, se diseñó dos trabajos experimentales. El objetivo principal de estos ensayos fue evaluar la respuesta productiva (ganancia de peso, eficiencia de conversión y producción de carne) de los forrajes frescos *encañados* con baja proporción de granos de cereal o sin ellos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Técnicas de muestreo y análisis de laboratorio de parámetros nutricionales

Para la extracción de muestras y el análisis químico de los forrajes frescos y concentrados, se realizó de forma manual en 10 sitios seleccionados al azar, según la técnica de muestreo manual^[11]. El muestreo se hizo cada 30 a 35 días de intervalo. En cada sitio se extrajo cinco submuestras por sitio, cortando el forraje con la mano a la altura que se comió por los animales (15-25 cm) y respetando el remanente que era dejado por ellos. Las cinco submuestras por sitio se mezclaron haciendo un “pool” (1,0 kg MV muestra⁻¹ sitio⁻¹) y cada una de las 10 muestras (sitios) se colocó en bolsas de nylon con la identificación correspondiente y conservadas en una heladera (-5°C), hasta llegar al laboratorio.

De los concentrados se extrajo cinco muestras al azar (0,5 kg muestra⁻¹) y se colectó en bolsas de nylon con la identificación correspondiente. La conservación y envío del material al laboratorio, después de la extracción, fue similar al de los forrajes frescos.

El análisis químico de las diferentes muestras se realizó en el laboratorio del INTA (Bordenave, Argentina). Se determinó

MS, proteína cruda (PC), almidón^[12], digestibilidad in vitro de la MS (DMS) según Tilley y Terry^[13] (método modificado de acidificación directa) Ankom Technology^[14], carbohidratos solubles (CNES) (método Antroña)^[15], fibra detergente neutro (FDN) (Van Soest^[16] con equipo ANKOM), lignina (LDA)^[17].

La producción de forraje (kg MS Ha⁻¹) se midió arrojando al azar 10 aros metálico (submuestra) de 0,57 de radio por aro (10 m² muestreo⁻¹), cortando con tijeras a 20 cm de altura y con un intervalo entre corte de 25 a 30 d (previo a cada pastoreo). El forraje de cada submuestra fue secado en estufa a 60°C hasta peso constante para determinar el porcentaje de MS. A los valores obtenidos se los llevó a kg MS Ha⁻¹^[18]. El forraje se le asignó a cada animal en función de sus requerimientos y de la disponibilidad de pasto, esta variable se expresó en kg MS por cada 100 kg PV d⁻¹.

La producción de carne se expresó como los kilogramos producidos por hectárea. La eficiencia de conversión se determinó como el cociente entre el consumo diario de MS y la ganancia diaria de peso, expresado en kilogramos de alimentos por kilogramo producido. En ningún momento se utilizó suple-

mentación correctiva, ni energética, ni proteica.

El consumo de MS de avena se determinó por diferencia entre oferta y remanente, ajustado por el nivel de MS, arrojando al azar 10 aros metálico (submuestra) de 0,57 de radio por aro ($10 \text{ m}^2 \text{ muestreo}^{-1}$) y cortando con tijeras, respetando el remanente que era dejado por los animales. Para medir consumo se muestreó cada 30 a 35 días de intervalo^[19]. El manejo del pasto fue a través de parcelas variables, de acuerdo a la oferta de forraje, con cambios cada 2-3 días con alambrado eléctrico. La oferta fue variable para satisfacer las necesidades nutricionales de los animales en estudio^[19]. Los pesajes fueron realizados con báscula mecánica, con un intervalo entre 30 a 40 días, manteniendo constante el horario del pesaje. Los animales evaluados fueron seleccionados al azar. No se suministró anabólicos.

El análisis de los datos en el experimento 1 fue a través de un ANAVA bajo un diseño completamente aleatorizado. En el ensayo 2 se utilizó el análisis de regresión a través del ajuste de modelos lineales y no lineales, para evaluar el comportamiento de los PV. En ambos ensayos la unidad experimental fue el animal.

Los modelos de regresión lineales y no lineales empleados fueron:

Lineal: $PV = \alpha + \beta(\text{pesajes})$;

Cuadrático: $PV = \alpha + \beta(\text{pesajes}) + \gamma(\text{pesajes})^2$

Logístico: $PV = \alpha / (1 + \beta \exp(-\gamma \text{pesajes}))$;

Gompertz: $PV = \alpha \exp(-\beta \exp(-\gamma \text{pesajes}))$

Para la comparación de los parámetros químicos y el consumo entre etapas se utilizó un modelo de clasificación simple y para analizar el comportamiento del PV se utilizó el análisis de regresión a través del ajuste de modelos lineales y no lineales, evaluando los criterios estadísticos de R^2 , CME, métodos de estimación Mínimos Cuadrados para el modelo lineal y Levenbeng-Marquardt^[20] para los modelos no lineales, significación de los parámetros del modelo y autocorrelación de los residuos, a través de la prueba de Durbin-Watson (DW)^[21, 22]. Los parámetros químicos de los cereales forrajeros de invierno fueron analizados estadísti-

camente a través del SAS/STAT^[23]. El procesamiento de los datos se realizó mediante el software estadístico SPSS para Windows^[24].

Seguidamente se presentan las características de cada uno de los trabajos experimentales.

Ceba de becerros británicos sobre cereales forrajeros de invierno con y sin grano de cebada, como suplemento. Este experimento se diseñó con el objetivo de evaluar la respuesta productiva de los cereales forrajeros encañados con o sin grano de cebada (*Hordeum vulgare*). El ensayo se instaló en la localidad de Carhué (Buenos Aires, Argentina), donde predominan suelos del tipo hapludoles énticos y típicos. La extensión del trabajo fue 84 días (06/05 al 29/07 de 2010). La lluvia caída de enero a julio de 2010 fue 349 mm. Se realizó dos tratamientos T_1 (TSG): avena (*Avena sativa*) sola “sin grano” y el T_2 (TCG): avena + 1,33 kg MS grano cabeza⁻¹ d⁻¹ de cebada aplastada.

Se usó 20 becerros Angus con un peso inicial de 305 y 297 kg PV becerro⁻¹, respectivamente, distribuidos 10 por tratamiento. La unidad experimental fue el animal con 10 repeticiones. Se efectuó el análisis de covarianza, considerando el peso inicial de los animales como variable concomitante. La carga animal fue, en ambos tratamientos, de dos cabezas Ha^{-1} o 688 y 709,2 kg PV Ha^{-1} , respectivamente. La relación CNES PCS⁻¹ de la avena fue 1,75 y 1,44, respectivamente. La asignación de forraje fue de 4,20 y 3,54 kg MS cada 100 kg PV d⁻¹.

Terminación de novillos Angus pesados con cereales forrajeros de invierno encañados y grano de cereal en bajas proporciones. El objetivo del experimento fue terminar animales pesados de raza Angus, dentro de un sistema pastoril, con avena (*Avena sativa*) encañada y bajas proporciones de granos de cereal (0,4% del PV), aprovechando la mayor concentración energética de este forraje fresco.

Se dividió en dos etapas: en la primera se usó 143 novillos con $386,06 \pm 5,46$ kg PV

durante 70 d (14/04 al 23/06 de 2004) y en la segunda, se subdividió en dos períodos: 1) 234 novillos con 383.4 ± 7.88 kg PV durante 61 d (12/04 al 12/06 de 2007) y 2) 180 novillos con $416 \pm 0,074$ kg PV cabeza⁻¹ durante 68 d (16/05 al 23/07 de 2007). Se usó 1,82 kg de grano de maíz, 1,38 y 1,84 kg cabeza⁻¹ d⁻¹ grano de sorgo, respectivamente (0,38% PV). La relación CNES PCS⁻¹ de la avena

fue 1,30 y 1,68, respectivamente. La asignación de forraje fue de 3,73 y 3,53 kg MS cada 100 kg PV d⁻¹. La carga animal resultante de ambas etapas de evaluación fue 2,10 cabezas Ha⁻¹ o 887,04 kg PV Ha⁻¹ (1ª etapa) y 2,44 cabezas Ha⁻¹ o 1,009 kg PV Ha⁻¹ y 1,90 cabeza Ha⁻¹ o 861,65 kg PV Ha⁻¹ para el primer y segundo período de la 2ª etapa, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las Tablas 1 y 2 se presentan la composición química de los alimentos y las ganancias de peso del primer experimento, respectivamente. Los consumos de MS fueron 9,97 y 10,68 kg MS cabeza⁻¹ d⁻¹. Las eficiencias de conversión obtenidas alcanzaron 9,62 y 7,79 kg de MS de alimentos kg⁻¹ producido. Las producciones de carne fueron de 174 y

230,33 kg Ha⁻¹, respectivamente. Se encontró un efecto positivo al agregado de grano de cebada ($p < 0,01$). Mientras que para el segundo experimento, la composición de los alimentos y las ganancias de peso se describen en las Tabla 3 y 4, respectivamente. Las eficiencias de conversión fueron 10,78, 8,68 y 9,69 kg de MS.

Tabla 1. Composición química de los alimentos

Material	MS (%)	PC (%)	PCS (%)	CNES (%)	CNES PCS ⁻¹	DMS (%)
Tratamiento 1 (TSG)	24,51 (5,44)	16,84 (5,23)	11,71 (4,65)	20,50 (7,50)	1,75 (1,53)	77,35 (2,08)
Tratamiento 2 (TCG)	22,54 (2,65)	18,60 (0,70)	12,68 (0,20)	18,28 (2,71)	1,44 (0,21)	77,12 (5,39)
EE (±)	1,42	2,43	2,30	3,90	0,45	2,89

MS: materia seca, PC: proteína cruda, PCS: PC soluble, CNES: carbohidratos solubles DMS

Tabla 2. Comportamiento productivo (evolución de las ganancias de peso)

	Producción media
Tratamiento 1 (TSG)	1,036
GDP (kg cabeza ⁻¹ día ⁻¹)	(0,07)
Producción de carne (kg ha. ⁻¹)	174,05
Tratamiento 2 (TCG)	1,371
GDP (kg cabeza ⁻¹ día ⁻¹)	(0,09)
Producción de carne (kg ha. ⁻¹)	230,33
ES (±) Sign	3,46
Peso vivo	$p < 0,01$
ES (±) Sign	0,15
Ganancia de peso	$p < 0,01$

Desvíos estándar entre paréntesis

Se seleccionó el modelo cuadrático, todos los parámetros fueron significativos (0,95 y

0,97 en valores de R² y 42,42 y 26,78 en el CME, respectivamente).

Las altas ganancias de peso obtenidas permitieron terminar novillos pesados en un sistema pastoril con bajos niveles de grano. El análisis de covarianza indicó que no existió efecto del peso inicial sobre las variables, al no resultar significativo ($p > 0,05$).

Más adelante, en la Tabla 5 de este mismo documento se presenta la composición química de los granos de cereal empleados en ambos ensayos.

El mejor balance energía:proteína de los dos ensayos desarrollados (CNES PCS⁻¹ 1,59 y 1,28 respectivamente) tuvo una alta correlación con la respuesta animal obtenida, aún sin el agregado de concentrados^[25]. Sin embargo, cuando se aspira a ganancias superio-

res (>0,9 kg cabeza⁻¹ d⁻¹) y se dispone de un cereal forrajero invernal balanceado en energía y proteína, el almidón proveniente de un grano de cereal suministrado en bajas

proporciones (0,4-0,5% del PV) permite re-direccionar ese almidón a sitios específicos (adipositos) y obtener mayores ganancias de peso^[26, 27].

Tabla 3. Composición química de los alimentos

Etapas	MS (%)	PC (%)	PCS (%)	CNES (%)	CNES PCS⁻¹ (%)	DMS (%)
1 ^a Etapa	24,22 (0,85)	20,16 (1,64)	11,61 (1,51)	14,03 (1,49)	1,21 (0,28)	79,27 (1,43)
2 ^a Etapa	23,71 (8,36)	19,15 (5,62)	9,68 (3,63)	13,08 (3,35)	1,35 (0,90)	82,87 (3,21)
EE (±)	4,20	2,93	1,96	1,83	0,47	1,75

Tabla 4. Comportamiento productivo del módulo experimental (1^a y 2^a etapa)

Etapas	Ganancia diaria de peso (kg cab.⁻¹ día⁻¹)
1 ^a Etapa	1,04 (0,058)
2 ^a Etapa	Grupo 1 1,223 (0,045)
	Grupo 2 1,103 (0,074)
Media de la 2 ^a etapa	1,163 (0,089)

Desvíos estándar entre paréntesis

Tabla 5. Análisis químicos de los granos de cereal empleados en ambos trabajos

Granos	MS (%)	PC (%)	DMS (%)	Almidón (%)
Grano de cebada	91,67 (3,71)	13,68 (0,56)	83,75 (3,22)	52,81 (0,58)
Grano de maíz (1 ^a etapa)	91,34 (0,22)	9,06 (0,28)	85,25 (0,34)	72,20 (0,26)
Grano de sorgo (2 ^a etapa)	92,20 (0,26)	10,50 (0,44)	81,50 (0,17)	71,58 (0,37)
EE (±)	2,28	1,25	3,27	12,30
Significancia	NS	NS	P<0,01	P<0,01

entre el 1° y 2° ensayo

EE: error estándar. Desvíos estándar entre paréntesis. NS: no significativo

Esto pudo haber pasado en ambos trabajos donde se usó dos granos con almidones de diferentes niveles “by pass”, el grano de cebada (<10%) y el de maíz y sorgo (20-25%)

respectivamente^[28]. Un mayor contenido de CNES y una relación CNES PCS⁻¹ más amplia genera una mayor eficiencia de la fermentación ruminal, con mayor producción

de AGV, especialmente C_3 , y una relación $C_2:C_3$ más favorable para la deposición de tejidos^[29]. Esto hace que la relación $C_2:C_3$ obtenida favorezca mayores ganancias de peso en primavera que en otoño^[30]. En los dos trabajos se encontró una relación directa entre los altos niveles de CNES y bajos a moderados de PCS con las altas ganancias de peso.

La ganancia media de peso de todos los trabajos fue de 1,155 kg cabeza⁻¹ d⁻¹. Con avena, exclusivamente, se alcanzó una ganancia 1,036 kg cabeza⁻¹ d⁻¹, mientras que con un aporte entre 0,3-0,4% PV de grano de cereal la ganancia media ascendió a 1,184 kg cabeza⁻¹ d⁻¹ (1,04 a 1,371) (+14,5%).

Cuando se suministra bajas proporciones de grano de cereal (0,4 – 0,5% PV) junto con cereales forrajeros encañados, la glucosa proveniente de los almidones (degradables en rumen y by pass) terminan en los adipositos incrementando la tasa de engrasamiento y

la terminación de los animales^[31, 27]. De esta forma, se puede obtener ganancias de peso superiores al 1,0 kg diario^[32]. Estas altas ganancias son producto de la combinación de un forraje fresco con un buen balance energía-proteína (CNES PCS⁻¹ >1,2) y un aporte adicional de energía (glucosa a nivel de duodeno), realizado por los granos de cereal (cebada, maíz o sorgo)^[26, 33].

Rueda et al^[29] encontraron que el nivel de CNES puede resultar de alto valor en la predicción de la eficiencia de transformación de un forraje sobre la producción de carne. Sin embargo, el contenido de CNES, exclusivamente, no garantiza una alta respuesta productiva. Para este efecto, es necesario evaluar, además, los contenidos de PC y PCS, la relación CNES PCS⁻¹, la asignación de forraje (disponibilidad total de pasto) que tendría disponible por parte del animal (kg MS 100 kg PV d⁻¹)^[34, 8].

CONCLUSIONES

La respuesta en producción de carne, utilizando cereales forrajeros encañados, está sujeta a la concentración de CNES, a la relación CNES PCS⁻¹, a la asignación de forraje y al agregado de grano de cereal en bajas proporciones para mejorar el balance energía-proteína de la dieta. Si se busca un incremento significativo en la producción de carne con este tipo de forraje, al menos con animales de biotipo pequeño y mediano, es necesario que:

1. La relación CNES PCS⁻¹, la PC y la asignación de forraje de un cereal forrajero invernal puede tener una correspondencia con la eficiencia de transformación de un pasto en producción de carne.

2. La relación CNES PCS⁻¹ debería ser superior a 1,2.
3. El nivel de PC del forraje fresco debería ser suficiente para cubrir los requerimientos de este parámetro de acuerdo a la categoría que se esté usando (preceba 14-15% y ceba 11-12% PC kg MS⁻¹ de machos o hembras).
4. El forraje asignado por animal debería ser igual o superior a 3,50 kg MS cada 100 kg PV día⁻¹.

Todos estos parámetros nutricionales se alcanzarían cuando los cereales forrajeros están encañados o panojados/espigados tempranamente y con una adecuada disponibilidad de los mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Della-Valle D, Viviani-Rossi E, Andrade F, Wade M. Calidad fermentativa y nutritiva de maíz para silaje en función del número de granos fijados. [Tesis MSc]. UNMdP-INTA Balcarce; 1998.
- [2] Zadoks J, Chang T, Konzak C. Decimal code for the growth stages of cereals. Weed Res. 1974; (14): 415-421.

- [3] FAO. Las etapas decimales del crecimiento de trigo. [en línea]. Roma: Escala Zadoks: 2010. Consultado el [10 de enero de 2011]. Disponible en Internet: <http://www.fao.org/DOCREP/006/X8234E/x8234e05.htm>.
- [4] Vaz-Martins D, Messa A. Las bajas ganancias otoñales en bovinos, un fenómeno multi-casual. Revista INIA. 2007; (10): 2-5.
- [5] Garcilazo G. (2007). Principales características de los Sistemas de Producción de carne bovina bajo riego en el Valle Inferior. Newsletter. 2007; II (12). Consultado el [1 de mayo de 2010]. Disponible en Internet: <http://www.inta.gov.ar/valleinferior/info/hd/hd12.pdf>.
- [6] Flores J, Bedersky D. Suplementación sobre verdes. Boletín: Noticias y Comentarios del INTA. Corrientes, Argentina: EEA INTA; 2010. (No. 461, ISSN 0327-3059).
- [7] Pordomingo A, Juan N, Pordomingo B. Relación entre el aumento de peso de novillos sobre verdes de invierno y parámetros de calidad del verdeo. Revista Argentina de Producción Animal. 2007; 27(Supl 1): 83-84.
- [8] Stritzler NP. Suplementación de rodeo de cría e internada en pastoreo en la región del caldenal. Corrientes, Argentina: Estación Experimental Agropecuaria Anguil-INTA; 2004. Consultado el [1 de agosto de 2010]. Disponible en Internet: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/21-suplementacion_region_caldenal.pdf.
- [9] Marais J. (2001). Factors affecting the nutritive value of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*): A review. Tropical grasslands. 2001; (35): 65 – 84. Consultado el [1 de mayo de 2010]. Disponible en Internet: http://www.tropicalgrasslands.asn.au/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/PDFs/Vol_35_2001/Vol_35_02_01_pp65_84.pdf.
- [10] Juárez F, Fox D, Blake R, Pell A. Evaluation of tropical grasses for milk production by dual-purpose cows in tropical Mexico. Journal of Dairy Science. 1999; (82): 2136–2145.
- [11] Fernández-Mayer A, Lauric A, Carrizo J, Pelta H. (2010). Normas para analizar forrajes. INTA Bordenave; 2010. Consultado el [30 de enero de 2011]. Disponible en Internet: <http://www.nutriciondebovinos.com.ar/>
- [12] AOAC. Official methods of analysis. 16th Ed. Arlinton [VA, USA]: The Association of Official Analytical Chemists; 1995.
- [13] Tilley J, Terry R. A two stage technique for in vitro digestion of forege crops. J. Br. Grassland Soc. 1963; (18): 104-111.
- [14] Ankom Technology. Procedures for fiber and in vitro analysis. 2008. Consultado el [30 de octubre de 2010]. Disponible en Internet: http://www.ankom.com/09_procedures/Crude%20Fiber%20Method%20A200.pdf.
- [15] Silva R, Monteiro N, Alcanfor J, Assis E, Asquier E. Comparision methods for the determination of reducers sugars and total in honey. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2003; 23 (3). Consultado el [30 de noviembre de 2010]. Disponible en Internet: <http://www.scielo.br>.
- [16] Van Soest, PJ. Nutritional ecolgy of the ruminant. 2nd Ed. Ithaca [NY, USA]: Comstock Publishing Associates; 1994.
- [17] Goering H, Van-Soest P. Agric Handbook No. 379. Washington: URS USDA; 1970.
- [18] Trasmonte, D. Análisis comparativo de los métodos de evaluación de la disponibilidad de forraje en praderas perennes y verdes de invierno de la región oeste arenoso. Cuaderno de AACREA. 2002. Consultado el [30 de junio de 2011]. Disponible en Internet: http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificial/es/61-disponibilidad.htm.
- [19] Gallegos E. Comportamiento ingestivo en ganado bovino de doble propósito. México: UNAM; 2010. Disponible en Internet: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/departamentos/rumiantes/bovinotecnia/BtRgz00g024.pdf>

- [20] Levenberg-Marquardt. Regresión no lineal. 2009. Consultado el [30 de enero de 2011]. Disponible en Internet: http://es.wikipedia.org/wiki/Regresi%C3%B3n_no_lineal.
- [21] Guerra W, Cabrera A, Fernández L. Criterios para la selección de Modelos Estadísticos en la investigación científica. *Rev. Cubana Ciencia Agric.* 2003; 27(1): 3-9.
- [22] Fernández L. Modelos Estadísticos-Matemáticos en el análisis de la curva de lactancia y factores que la afectan en el genotipo Siboney de Cuba. [Tesis de Doctor en Ciencias Veterinarias]. La Habana [Cuba]. 2004.
- [23] SAS/STAT. User's Guide version 6 fourth edition. NC: SAS Institute Inc. [Vol. 2]. 2005.
- [24] SPSS. Software estadístico SPSS para Windows: Versión 15.0.1. NY: IBM Corporation. 2010.
- [25] Méndez D. Calidad de forraje y bajas ganancias de peso otoñales. Buenos Aires [Argentina]: INTA, Centro Regional. 2006.
- [26] Pordomingo A, Jonas O, Otamendi H, Quiroga A. Producción y calidad de verdes de invierno. Congreso Nac. de Trigo. 2001.
- [27] Santini F. ¿Sistema pastoril o feedlot? 2004. Disponible en Internet: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/manejo/articulos/sistema-pastoril-feedlot-t782/124-p0.htm>.
- [28] Sauvant D, Chapoutot P, Archimee H. La digestion des amidons pas les ruminants et ses conséquences. *Prod. Anim.* 1994; 7:115-124.
- [29] Rueda S, Taborda L, Correa H. Relación entre el flujo de proteína microbiana hacia el duodeno y algunos parámetros metabólicos y productivos en vacas lactantes de un hato lechero del Oriente Antioqueño. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.* 2006; 19: 27-38.
- [30] Baeck. Ganancias de peso otoñales: ¿un problema de la Pampa Húmeda solamente?. *Oeste Ganadero.* 2000; 2(7): 2-11. Disponible en Internet: http://www.produccionanimal.com.ar/información_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/31-ganancias_de_peso_otoñales.
- [31] Dimarco O. Capítulo 5. Res. Músculo y carne. En: Crecimiento de vacunos para carne. Buenos Aires [Argentina]; 1998. pp.183.
- [32] Aello M, Dimarco O. Evaluación de alimentos. En: Curso de nutrición animal. Balcarce: Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP. 2004; 4: 29-64.
- [33] Pordomingo AJ, Juan NA, Pordomingo AB 2007. Relación entre el aumento de peso de novillos sobre verdes de invierno y parámetros de calidad del verdeo. *Revista Argentina de Producción Animal.* 2007; 27 (Supl. 1): 83-84.
- [34] Romera A, García G, Marino M; Agnusdei M. Efecto de la asignación forrajera sobre la ganancia de peso de vaquillonas de cría y la utilización del forraje en pasturas dominada por agropiro, durante otoño-invierno. 2008. Consultado el [30 de marzo de 2001]. Disponible en Internet: <http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Introduccion%20a%20los%20Sistemas%20Prod/Documento/2009/Introduccionpastoreo.PDF>.