

FACTORES DETERMINANTES DE LA INGESTIÓN DE FORRAJES POR EL VACUNO

R. Ferrer^{1, 2}

I. Casasús²

M. Petit¹

1. LAHM INRA de Theix (63122 Francia)

2. SIA - D. G. Aragón - Apdo. 727 - 50080 Zaragoza

RESUMEN

La capacidad de ingestión de un lote de 8 novillas Charolesas (de 370 a 470 kg) se midió individualmente en 3 periodos (de 4 a 8 semanas) separados entre sí por 4 meses. En el último periodo se añadió un lote de vacas secas (740 kg) y otro de terneras (300 kg), con 8 animales en cada caso. En el primer y último periodo se utilizó un mismo heno y en el segundo una hierba verde, ambos de pradera natural.

Sobre 212 datos bibliográficos de cantidades ingeridas en pastoreo por bovinos se analizó estadísticamente su relación con el peso (de 80 a 700 kg), la edad o la digestibilidad del pasto.

El peso explicó mejor las diferencias de ingestión entre animales que la edad. Solamente se observó un efecto concomitante de la edad con el peso en los datos bibliográficos ($P < 0.01$). La ingestión relativa al peso disminuyó con el desarrollo del animal. Los forrajes más digestibles se ingirieron mejor en todos los casos. El coeficiente de alometría de la ingestión en función del peso (de 1 a 0,77) disminuyó con el formato del animal, y lo hizo con mayor rapidez en las razas precoces (lecheras). Ello implica que el desarrollo de la capacidad de ingestión es más tardío en las razas cárnica, lo que hace más sensibles a los animales jóvenes cuando ingieren forrajes de calidad mediocre.

Palabras clave: Forraje, Vacuno Charolés, Ingestión, Peso vivo, Alometría.

SUMMARY

Intake capacity of 8 heifers (from 370 to 470 kg) was individually recorded during 3 periods (4 to 8 weeks) at 4-month intervals. Intake capacity of 8 mature dry cows (740 kg) and 8 female calves (300 kg) was also measured in the last period. The animals were fed the same hay in the first and the last period, and grass in the second period, both cut from a natural meadow.

Information was also collected from published intake data of cattle (80 to 700 kg) at pasture, in order to calculate relationships between herbage intake and live weight, age of cattle, and herbage digestibility.

Live weight explained better intake variability than age of cattle. A concomitant effect of age was also significant in the bibliographic data base ($P < 0.01$). Intake per kg live weight decreased as the animal grew. More digestible forages were eaten in grea-

ter amounts. Allometric coefficient of intake in relation to live weight (from 1 to 0.77) fell as cattle increased in size, but faster in early-maturing breeds (dairy breeds). This means that development of intake capacity occurs later in beef cattle, and thus younger animals are more sensitive when they are fed low quality forages.

Key words: Forage. Charolais cattle. Intake. Live weight. Allometry.

Introducción

En el contexto económico actual, el mantenimiento de una renta suficiente en ganadería pasa esencialmente por la extensificación del factor "tierra" frente a los factores "trabajo" y "capital". Esto conduce a aumentar la superficie explotada y a reducir los costes de producción. En estas nuevas condiciones el mantenimiento de la productividad del ganado deberá tener cada vez más en cuenta la rusticidad de los animales. El término rusticidad engloba varias aptitudes y pone en juego un gran número de funciones biológicas. La capacidad de ingestión y más precisamente la aptitud para ingerir forrajes de muy variada calidad es un determinante de la rusticidad de los rumiantes. La cantidad de elementos nutritivos que un animal en este tipo de medio puede obtener del alimento depende en gran parte de su capacidad de ingestión que está correlacionada positivamente con la capacidad para digerir los componentes fibrosos.

El peso, máxime cuando se trata de raciones a base de forrajes, es el factor determinante de la capacidad de ingestión de los bovinos, y puede representar más del 80 % de la variabilidad genética y fenotípica de la capacidad de ingestión entre razas (TAYLOR *et al.*, 1986). Para un mismo peso, la edad también puede promover las cantidades voluntariamente ingeridas, lo cual es un reflejo del diferente estado de desarrollo o engrasamiento de los animales. Las canti-

dades ingeridas dependen de la naturaleza de la ración, ya que la ingestibilidad está ligada estrechamente a la digestibilidad (JARRIGE *et al.*, 1986).

El objetivo de este estudio fue precisar las relaciones entre la ingestión y las características (esencialmente el peso) de los bovinos en diferente estado de desarrollo. El trabajo está basado sobre un ensayo experimental en estabulación y el análisis estadístico de una base de datos bibliográficos de ingestión en pastoreo. En el ensayo experimental se midieron individualmente sobre un mismo lote de novillas las cantidades ingeridas de forraje en tres periodos (desde 50 a 70 % del peso adulto de los animales). En el último periodo entraron también en control un lote de terneras y otro de vacas adultas secas. Se discuten las implicaciones prácticas de los resultados obtenidos en el manejo de los rebaños en los nuevos sistemas de producción (extensificación) basados en el aprovechamiento de forrajes.

Material y métodos

Estudio experimental:

Los animales utilizados en esta experiencia fueron todos de raza Charolesa y provenientes de un mismo rebaño experimental situado en una zona de montaña (1100 m,

INRA de Theix, Francia). Este rebaño se maneja según un esquema clásico de partos al final del invierno, amamantamiento en pasto y con destete en otoño (entre los 6 y 8 meses de edad).

Se utilizó un mismo lote de 8 novillas sobre las que se midió individualmente la capacidad de ingestión durante tres periodos separados entre sí por 4 meses. En el último periodo se controlaron también un lote de vacas adultas secas y otro de terneras (8 animales en cada uno). En el primer y último periodo se utilizó un mismo heno y en el segundo periodo una hierba verde, ambos cortados en estado de espigado en praderas naturales de montaña. Aunque transcurrieron 8 meses y se utilizó el mismo heno, el almacenamiento se realizó en buenas condiciones. Los análisis revelaron que no existieron diferencias significativas en su composición química debidas al almacenaje, por lo que se presentaron los valores medios a

título indicativo en el Cuadro 1. Los forrajes fueron distribuidos a voluntad (10 a 15 % de rechazo), 2 veces al día. El heno fue complementado diariamente con 200 g de torta de soja 48 y con 100 g de un complemento vitamínico-mineral por animal para asegurar un correcto funcionamiento de las fermentaciones ruminales. Las características de los animales al inicio de los controles se describen en el Cuadro 2.

Los controles se realizaron durante 8, 4 y 6 semanas consecutivas en el primer, segundo y tercer periodo respectivamente, donde las 2 primeras semanas se consideraron siempre como fase de adaptación. Las cantidades de forraje ofrecidas y rechazadas fueron pesadas 5 días por semana. El contenido en materia seca (MS) de los alimentos ofrecidos y rechazados fue estimado 2 veces por semana sobre el heno y la torta de soja, y diariamente en el caso de la hierba cortada. Una muestra fue conservada para determi-

CUADRO 1
CARACTERÍSTICAS DE LOS FORRAJES UTILIZADOS EN LA EXPERIENCIA
TABLE 1
CHARACTERISTICS OF FORAGES EMPLOYED IN THE EXPERIMENT

	Heno	Hierba
Composición química (g / kg MS)		
MO	920	906
PB	122	137
FB	335	306
Valor nutritivo (1)		
dMO	0,57	0,6
UFL	0,69	0,931
PDIN	76	87
PDIE	81	89

(1) Medido sobre carneros castrados: dMO= digestibilidad MO; UFL= Unidad Forrajera Leche; PDIN, PDIE = proteínas digestibles en el intestino dependientes del nitrógeno degradable (N) o de la energía (E) del alimento.

CUADRO 2
CARACTERÍSTICAS DE LOS ANIMALES UTILIZADOS Y CANTIDADES
INGERIDAS DE FORRAJES

TABLE 2
ANIMAL CHARACTERISTICS AND FORAGE INTAKE

Forraje	Periodo 1 Heno	Periodo 2 Hierba	Periodo 3 Heno		
Animal	Novillas	Novillas	Vacas	Novillas	Terneras
Peso (kg)	367±45,1	406±46,2	737±30,4	470±53,1	298±16,1
Edad (meses)	12±1,2	16±1,2	70±23,5	20±1,3	9±0,3
GMD (g/día)(1)	929±158,4		892±179,5		982±83,6
Ingestión					
kg MS/día	6,2a	7,8b	12,3c	8,7b	5,6a
g MS/kg PV/día	16,8a	19,1b	16,7a	18,6b	18,8b
ULB(2)	7,1	7,8	14,2	8,8	5,9

(1) Ganancia Media Diaria hasta el destete

(2) Capacidad de ingestión teórica medida en Unidades Lastre para Bovinos (INRA, 1988)

nar la concentración en materia orgánica (MO), fibra bruta (FB) y proteína bruta (PB). Se calculó el valor nutritivo de cada forraje a partir de la digestibilidad *in vivo* de la MO (ANDRIEU y DEMARQUILLY, 1987). Esta fue estimada en cada forraje utilizando 6 carneros castrados durante 7 días de medidas después de un periodo de adaptación de 14 días.

Los animales se pesaron cada 3 semanas y al inicio y final de los periodos de control. Las ganancias de peso fueron calculadas por regresión lineal sobre el conjunto de pesos durante la experiencia con el fin de limitar las variaciones aleatorias.

Estudio bibliográfico

Se recopilaron un total de 212 datos (18 referencias bibliográficas)¹ de cantidades ingeridas en pastoreo por bovinos de pesos comprendidos entre 80 y 700 kg La mayoría de los datos pertenecían a trabajos realizados en Centros británicos (Hurley, Wye College, MLURI,...) y sobre praderas mono-específicas de ray-grass.

Cada dato correspondió a una media de estimaciones hechas sobre varios animales. Los tratamientos experimentales y los periodos de medidas de un mismo ensayo fueron considerados separadamente. En todos los casos las cantidades ingeridas fue-

1. Lista de referencias bibliográficas: Baker et al. 1981a, 1981b, 1985; Hodgson, 1968; Hodgson et al. 1971, 1977; Hodgson y Jamieson. 1981; Holloway y Butts. 1983; Holmes et al. 1961; Jamieson y Hodgson. 1979a, 1979b; Jones et al., 1965; Martin et al., 1955; Vicini et al., 1982; Wanyoike y Holmes. 1981; Wilkinson y Prescott. 1970; Wright et al. 1989; Zoby y Holmes, 1983.

ron estimadas con marcadores digestivos (Cr_2O_3 junto con digestibilidad *in vitro* y recientemente alcanos) durante un periodo mínimo de muestreo de heces de 5 días.

Las comparaciones entre animales de diferentes formatos en la misma referencia representaron 30 % de los datos. Las edades comprendidas entre 6 meses y 2 años, y los pesos inferiores a 450 kg estaban bien representados, pero los datos correspondientes a animales adultos son más escasos. Los genotipos lecheros representaron el 70 % de los datos, el resto correspondían a cruces de razas lecheras con razas cárnicas especializadas.

Tratamiento de los datos:

Los resultados de ingestión fueron tratados por análisis de varianza (GLM; SAS, 1988) teniendo en cuenta en los modelos el periodo, el tipo de animal, el peso vivo, la edad, la ganancia media diaria hasta el destete o la digestibilidad del pasto en el caso del estudio bibliográfico. Para cada modelo se retuvieron solamente los factores e interacciones significativas ($P < 0.05$).

Después de transformar logarítmicamente las variables, se expresó la ingestión (I, kg MS / día) en función del peso de los animales (PV, kg) según el modelo :

$$\log_e I = \alpha + \beta \times \log_e PV + \epsilon$$

En el caso del estudio bibliográfico no se tuvo en cuenta el factor "referencia bibliográfica" en el modelo ya que ello habría podido inducir errores en las estimaciones debido a que todas las referencias no cubrían toda la gama de pesos o de ingestión. Finalmente, tampoco fueron considerados en el cálculo los datos provenientes de animales que tuvieron ganancias de peso infe-

riores a 0,4 o superiores a 0,7 kg/día en los meses previos.

Resultados

Estudio experimental

Aunque se tomó la precaución de no considerar las ingestiones de las 2 primeras semanas de medidas, durante el primer periodo se observó en las novillas un incremento progresivo de la ingestión de heno (39 ± 7.6 , g MS / día), que no se observó posteriormente.

La ingestión de hierba por kg de peso fue superior, aunque no siempre significativamente, a la ingestión de heno en cualquier tipo de animal o periodo (Cuadro 2). Las cantidades ingeridas de forraje por kg de peso de las novillas en el primer periodo y de las vacas en el último fueron inferiores a las cantidades ingeridas por las novillas y las terneras en los 2 últimos periodos.

En tan solo 8 meses, la capacidad de ingestión de estas novillas se incrementó un 40 % mientras que su peso lo hizo en un 28 %. Cuando se consideraron solamente las novillas, el coeficiente de regresión entre cantidades ingeridas y el peso de los animales fue similar dentro de cada uno de los 3 periodos (13,3, 15,4 y 13,1; coeficiente global: $14,1 \pm 2,51$ g MS por cada kg de incremento de peso), explicando el modelo 83 % de la variación de ingestión. La edad del animal junto con el peso, no logró aumentar el porcentaje de varianza explicada por el modelo. En el primer periodo y para un mismo peso, las novillas con una ganancia media diaria hasta el destete superior ingirieron más forraje ($3 \pm 0,9$ g de MS por g de ganancia de peso).

Finalmente, utilizando las ingestiones individuales por periodo de todos los animales y después de transformar logarítmicamente las variables se observó que el incremento de la ingestión de forrajes (I) no era totalmente lineal con el peso de los animales (PV):

$$I \text{ (kg de MS)} = 0,034 \times PV^{0,89 \pm 0,045};$$

$$R^2 = 0,91 \text{ D.E.R.} = 0,71 \text{ (ecuación 1)}$$

El incremento fue lineal cuando no fueron considerados los datos de ingestión de las vacas:

$$I \text{ (kg de MS)} = 0,022 \times PV^{0,97 \pm 0,086};$$

$$R^2 = 0,79 \text{ D.E.R.} = 0,66 \text{ (ecuación 2)}$$

Estudio bibliográfico:

Los datos cubrían una amplia gama de digestibilidades (entre 0,60 y 0,84), si bien en el 93 % de los trabajos se situó entre 0,66 y 0,81 (Figura 1). La distribución de pesos y cantidades ingeridas presentaron formas diferentes, lo cual induce a pensar que ciertos animales ligeros ingerían mucho en relación a su peso y viceversa en el caso de los más pesados. Esto condujo a elegir animales con un pasado nutricional "normal" (ganancias medias diarias previas entre 400 y 700 g.) para los cálculos. La relación obtenida fue:

$$I \text{ (kg de MS)} = 0,077 \times PV^{0,77 \pm 0,033};$$

$$R^2 = 0,81 \text{ D.E.R.} = 0,97 \text{ (ecuación 3)}$$

Cuando se dejaron de lado los datos correspondientes a los animales adultos, la relación fue:

$$I \text{ (kg de MS)} = 0,058 \times PV^{0,82 \pm 0,043};$$

$$R^2 = 0,77 \text{ D.E.R.} = 0,88 \text{ (ecuación 4)}$$

Se calculó una última relación teniendo en cuenta solamente los animales con un peso inferior a 300 kg:

$$I \text{ (kg de MS)} = 0,022 \times PV^{1,02 \pm 0,060};$$

$$R^2 = 0,76 \text{ D.E.R.} = 0,73 \text{ (ecuación 5)}$$

Aunque la edad y el peso de los animales están evidentemente correlacionados y ello puede inducir a que las estimaciones de los coeficientes de regresión no sean suficientemente exactas, se puede considerar en este caso que la relación fue relativamente modesta ($R^2 = 0,62$). Se empleó un modelo de regresión múltiple para describir la ingestión en función del peso (PV, kg), la edad (ED, meses) y la digestibilidad del pasto (DIG, %) que era la variable vegetal más frecuentemente citada:

$$I \text{ (kg MS/día)} = -2,92(\pm 1,054) + \\ + 0,016(\pm 0,0009) \times PV + 0,26(\pm 0,030) \times \\ \times ED - 0,0004(\pm 0,00004) \times (PV \times ED) + \\ + 0,039(\pm 0,0140) \times DIG$$

$$r^2 = 0,90; \text{ D.E.R.} = 0,81 \text{ (ecuación 6)}$$

o bien:

$$I \text{ (g MS/kg PV/día)} = -7,17(\pm 4,760) + \\ + 0,31(\pm 0,135) \times ED - \\ - 0,0006(\pm 0,0002) \times (PV \times ED) + \\ + 0,39(\pm 0,064) \times DIG$$

$$r^2 = 0,48; \text{ D.E.R.} = 3,70 \text{ (ecuación 7)}$$

Discusión

Las características de los 2 forrajes inducen a pensar que la hierba con una digestibilidad más alta tenía un valor lastre inferior y esta fue la causa por la cual sus ingestiones relativas fueron las más altas (JARRIGE *et al.*, 1986). La larga duración del primer periodo de medidas puede explicar por qué se detectó un incremento progresivo de la ingestión, ya que el destete y los trastornos asociados que conlleva habían tenido lugar 4 meses

antes, lo que se considera un periodo suficiente. En cualquier caso esto no justifica totalmente ingestiones por kg de peso similares a las observadas en vacas en el último periodo. En el tercer periodo la ingestión relativa al peso fue inferior en los adultos

con respecto a los jóvenes (novillas y terneras), lo que puede deberse fundamentalmente a la disminución de las necesidades relativas del animal con el grado de desarrollo (FORBES, 1986). En cualquier caso y aunque se trate de forrajes, resultaría demasiado

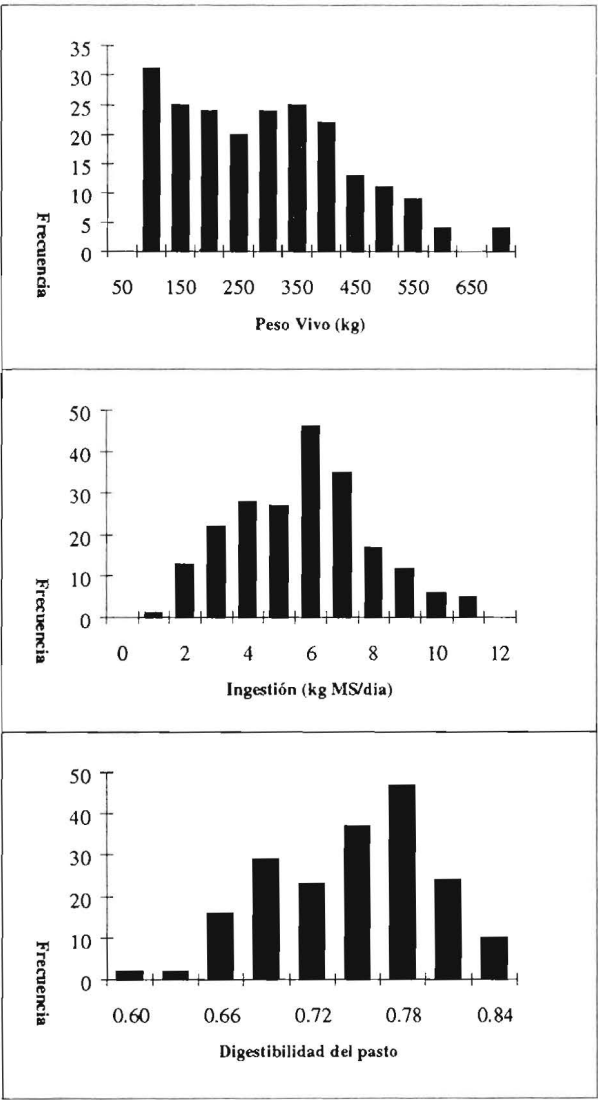


Figura 1. Principales características de los datos que constituyen la base bibliográfica

simplista atribuir todo el control de la ingestión a una limitación física. Es bien conocida la existencia de un control metabólico del apetito, algunos de cuyos factores más determinantes son el estado fisiológico o la condición corporal en la que se encuentren los animales (FORBES, 1986). Ello podría explicar las leves diferencias entre la ingestión observada y la estimada en las tablas INRA de capacidad de ingestión (INRA, 1988).

El incremento de la ingestión con el peso de las novillas a lo largo de los tres periodos fue el mismo que el observado por TROCCON (1987) para este tipo de animales ingiriendo forrajes. Una mayor ingestión de hierba durante la lactancia para un mismo consumo de leche debería conducir a ganancias superiores hasta el destete (LE DU y BAKER, 1979). Esta podría ser la causa de la relación positiva entre dicha ganancia y la capacidad de ingestión posterior de las novillas en el primer periodo. Ello puede inducirnos a pensar en razones genéticas que determinan la variabilidad individual de la capacidad de ingestión y que merecerían estudios específicos.

De las relaciones de alometría obtenidas en ambos estudios (experimental y bibliográfico) se deduce en cualquier caso que el coeficiente de alometría disminuye con la edad de los animales, de acuerdo con medidas realizadas en establo (TAYLOR *et al.*, 1986). No obstante, parece ser que esta disminución es más rápida cuando se trata de razas lecheras, por consiguiente más precoces. En tanto en cuanto la ingestión se incrementaba linealmente con el peso, la constante de proporcionalidad fue la misma en todos los casos (ecuaciones 2 y 5). Ello ocurrió en genotipos lecheros hasta los 300 kg, coincidiendo con el valor propuesto por TROCCON (1987), y hasta pesos superiores en la raza Charolesa en este estudio. Estas

diferencias raciales se corroboran con las diferencias de evolución del contenido digestivo con el peso entre animales de raza Frisona y Charolesa observadas por ROBELIN (1986). D'HOUR *et al.* (1991) obtuvieron en razas lecheras francesas en estabulación un coeficiente de alometría de 0,80, próximo al obtenido aquí para animales en pastoreo y provenientes de una base donde predominaban los genotipos lecheros (ecuación 3). Ambos son también próximos al valor de referencia en la bibliografía (0,75) para expresar la ingestión de animales que difieren mucho en peso (INRA, 1978; ARC, 1980). De la ecuación 3 se dedujo que los bovinos en pastoreo ingieren aproximadamente 80 g de MS por kg de peso metabólico, valor ligeramente inferior al propuesto por DULPHY *et al.* (1987) como ingestibilidad de una gramínea en estado precoz distribuida a novillas de recría.

Las razas cárnicas y especialmente la Charolesa tienen un desarrollo más tardío que las razas lecheras y ya desde una edad muy temprana se han observado retrasos en el desarrollo de la capacidad de ingestión (PETIT, 1988). Los coeficientes de alometría en el estudio experimental (ecuaciones 1 y 2) fueron superiores a los obtenidos en razas lecheras tanto en establo como en pastoreo. Estas relaciones de alometría no fueron diferentes de la propuesta por AGABRIEL *et al.* (1987) para hembras bovinas de carne de formatos similares y alimentadas con heno. Coincidieron también con las relaciones obtenidas en hembras de la misma raza en pastoreo con una ingestión no limitada por la cantidad de pasto disponible (FERRER y PETIT, 1995; FERRER *et al.*, 1995).

El incremento de ingestión con el peso de las novillas no fue diferente al obtenido en la base bibliográfica. No obstante, debido a que en esta última el pasado nutricional de los animales era muy diverso, se observó

un efecto concomitante de la edad de los animales. El coeficiente atribuido a la edad fue semejante al calculado por AGABRIEL *et al.* (1987) en novillas jóvenes. Sin embargo existió una interacción entre ambos factores que hizo que la magnitud de ambos efectos disminuyera progresivamente, lo cual está en relación con la disminución del coeficiente de alometría.

Gracias a la amplia gama de digestibilidades en la base bibliográfica se pudo poner en evidencia su efecto sobre la ingestión independientemente del peso/edad de los animales. El valor obtenido fue el mismo que el calculado por BINES *et al.* (1969) en el caso de vacas delgadas alimentadas en establo, y semejante al propuesto por DULPHY *et al.* (1987) para novillas de recría que recibían heno y por Hodgson *et al.* (1977) para terneros destetados en pastoreo (0,33 y 0,26 g MO / kg PV/ punto digestibilidad respectivamente). Desde los trabajos de CONRAD *et al.* (1964) perdura la idea de que los mecanismos de control metabólico de la ingestión se ponen en marcha cuando la digestibilidad de la ración sobrepasa el 65-70 %. Más recientemente KETELAARS y TOLKAMP (1992) se mostraron críticos con este argumento. Los datos de esta revisión bibliográfica apoyaron la hipótesis de estos últimos autores, la ingestión puede incrementarse en algunos casos por encima de una digestibilidad del 80 % (Figura 2).

En definitiva, la capacidad de ingestión es una característica que se desarrolla de forma desacelerada desde que el animal empieza a consumir elementos sólidos, desarrollo que es más lento en el caso de las razas cárnicas (menos precoces). La canti-

dad de elementos nutritivos que un animal es capaz de extraer de un pasto mediocre (característico del pastoreo extensivo) depende de su capacidad de ingestión. Las necesidades relativas de los animales disminuyen a medida que aumentan en peso. De la relación entre ambas se deduce que si se pretende obtener un mismo crecimiento (ej. 500 g/día) para animales de diferentes pesos, mantener este objetivo solamente es posible con forrajes de valor nutritivo diferente. Basándose en las necesidades nutritivas del INRA (1988) para crecimiento de 500 g/día (recomendable para terneras de recría) y en la capacidad de ingestión de los animales, se necesitaría un forraje con una densidad energética y proteica superior para que los animales más ligeros alcanzaran este objetivo (0,68 UFL y 64 g PDI por ULB a 300 kg, frente a 0,62 UFL y 56 g PDI por ULB a 470 kg)². Ello debe inducir a la cautela en el manejo de los rebaños de vacuno de carne en régimen extensivo si se quiere que los rendimientos no se vean afectados. La complementación de estos animales más sensibles con concentrado para alcanzar los crecimientos recomendados puede ser una alternativa.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración de todo el equipo de la finca experimental INRA de Laqueuille (Theix, Francia) por su colaboración en el desarrollo de esta experiencia. Este trabajo se realizó gracias a la atribución de sendas becas del CONAI de la

2. UFL= Unidad Forrajera Leche: valor energético neto de 1 kg de cebada para la producción de leche /1.700 kcal). PDI= Proteínas Digestibles en el Intestino. ULB= Valor Lastre del forraje para Bovinos (INRA, 1988).

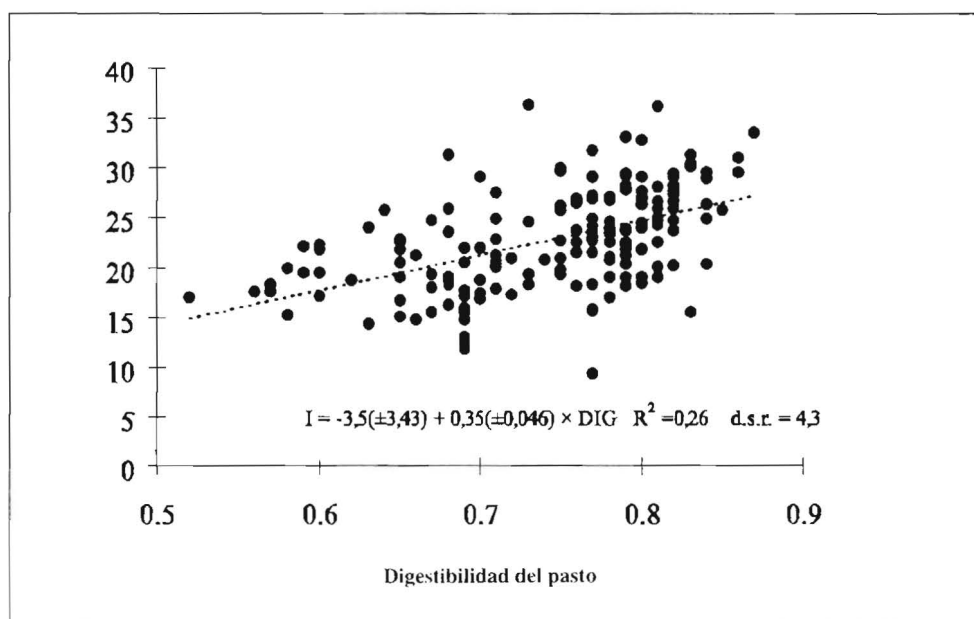


Figura 2. Relación entre la ingestión y la digestibilidad del pasto en la base de datos bibliográfica

Diputación General de Aragón y del INIA,
y a los acuerdos bilaterales INIA-INRA.

Bibliografía

- AGABRIEL J., D'HOOR P., PETIT M. 1987. Influence de l'âge et de la race sur la capacité d'ingestion des femelles bovines. *Repr. Nutr. Develop.*, 27, 211-212.
- ANDRIEU J., DEMARQUILLY C. 1987. Valeur nutritive des fourrages : tables et prévision. *Bull. Techn. CRZV Theix INRA.*, 70, 61-74.
- ARC 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Commonwealth Agricultural Bureau, Farnham Royal.
- BAKER R.D., ALVAREZ F., LE DU Y.L.P. 1981a. The effect of herbage allowance upon the herbage intake and performance of suckler cows and calves. *Grass and Forage Sci.*, 36, 189-199.
- BAKER R.D., LE DU Y.L.P., ALVAREZ F. 1981b. The herbage intake and performance of set-stocked suckler cows and calves. *Grass and Forage Sci.*, 36, 201-210.
- BAKER R.D., YOUNG N.E. and LAWS J.A. 1985. Changes in the body composition of cattle exhibiting compensatory growth and the modifying effects of grazing management. *Anim. Prod.*, 41, 309-321.
- BINES J.A., SUZUKI S., BALCH C.C. 1969. The quantitative significance of long-term regulation of food intake in the cow. *Brit. J. Nutr.*, 23, 695-704.
- CONRAD H.R., PRATT A.D., HIBBS J.W. 1964. Regulation of feed intake in dairy cows. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *J. Dairy Sci.*, 47, 54-62.

- D'HOUR P., COULON J.B., GAREL J.P. 1991. Capacité d'ingestion des génisses : influence de la race, de l'âge et de la qualité du foin. *Ann. Zootech.*, 40, 171-179.
- DULPHY J.P., FAVERDIN PH., MICOL D., BOCQUIER F. 1987. Révision du système des Unités d'Encombrement (UE). *Bull. Techn. CRZV Theix.*, 70, 35-48.
- FERRER R., PETIT M. 1995. The influence of animal age and sward height on the herbage intake and grazing behaviour of Charolais cattle. *Anim. Sci.*, 61, 497-506.
- FERRER R., PETIT M., D'HOUR P. 1995. The effect of sward height on grazing behaviour and herbage intake of three sizes of Charolais cattle grazing cocksfoot swards. *Anim. Sci.*, 61, 511-518.
- FORBES, J.M. 1986. The voluntary food intake of farm animals. Butterworths, London.
- HODGSON J. 1968. The relationship between the digestibility of a sward and the herbage consumption of grazing calves. *J. Agric. Sci., Camb.*, 70, 47-51.
- HODGSON J. 1968. The relationship between the digestibility of a sward and the herbage consumption of grazing calves. *J. Agric. Sci., Camb.*, 70, 47-51.
- HODGSON J., TAYLER J.C., LONSDALE C.R. 1971. The relationship between intensity of grazing and the herbage consumption and growth calves. *Anim. Prod.*, 26, 231-237.
- HODGSON J., JAMIESON W.S. 1981. Variations in herbage mass and digestibility, and the grazing behaviour and herbage intake of adult cattle and weaned calves. *Grass and Forage Sci.*, 36, 39-48.
- HODGSON J., RODRIGUEZ CAPRILES J.M., FENLON J.S. 1977. The influence of sward characteristics on the herbage intake of grazing calves. *J. Agric. Sci., Camb.*, 89, 743-750.
- HOLMES W., JONES J.G.W., DRAKE-BROCKMAN R.M. 1961. The feed intake of grazing cattle. II. The influence of size of animal on feed intake. *Anim. Prod.*, 3, 251-260.
- HOLLOWAY J.W., BUTTS W.T., 1983. Phenotype x nutritional environment interactions in forage intake and efficiency of angus cows grazing fescue-legume or fescue pastures. *J. Anim. Sci.*, 56, 960-971.
- INRA 1978. Alimentation des Ruminants. (Ed. R. Jarrige) INRA Paris.
- INRA 1988. Alimentation des bovins, ovins et caprins. (Ed. R. Jarrige) INRA Paris.
- JAMIESON W.S., HODGSON J. 1979a. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Sci.*, 34, 261-271.
- JAMIESON W.S., HODGSON J. 1979b. The effects of variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under a continuous stocking management. *Grass and Forage Sci.*, 34, 273-282.
- JARRIGE R., DEMARQUILLY C., DULPHY J.P., HODEN A., ROBELIN J., BERANGER C., GEAY Y., JOURNET M., MALTERRE C., MICOL D. PETIT M. 1986. The INRA "Fill Unit" System for predicting the voluntary intake of forage-based diets in ruminants : a review. *J. Anim. Sci.*, 63, 1737-1758.
- JONES J.G.W., DRAKE-BROCKMAN R.M., HOLMES W., 1965. The feed intake of grazing cattle. 3. The influence of level of milk yield. *Anim. Prod.*, 22, 141-151.
- KETELAARS J.J.M.H., TOLKAMP B.J. 1992. Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants I. Causes of differences in voluntary feed intake: critique of current views. *Livest. Prod. Sci.*, 30, 269-296.
- LE DU Y.L.P., BAKER R.D. 1979. Milk-fed calves. 5. The effect of change in milk intake upon the herbage intake and performance of grazing calves. *J. Agric. Sci., Camb.*, 92, 443-447.
- MARTÍN C.M., BRANNON W.F., REID J.T., 1955. Relationship of size of growing cattle to pasture intake and its use as an index of palatability. *J. Dairy Sci.*, 38, 181-185.
- PETIT M. 1988. Alimentation des vaches allaitantes. In : Alimentation des bovins ovins caprins. R.Jarrige Ed. INRA Paris, 159-184.
- ROBELIN J. 1986. Composition corporelle des bovins : évolution au cours du développement et différences entre races. Thèse de Doctorat d'Etat. Université Clermont-Ferrand II.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE. 1988. SAS/STAT user's guide, Release 6.03 edition, pp. 549-640. Cary, NC.
- TAYLOR C.S., MOORE A.J., THIESSEN R.B. 1986. Voluntary food intake in relation to body weight

- among british breeds of cattle. *Anim. Prod.*, 42 , 11-18.
- TROCCON J.L.. (1987). Recommandations alimentaires pour les veaux et les génisses d'élevage. *Bull Tech CRZV Theix INRA*, 70, 167-172.
- VICINI J.L., PRIGGE E.C., BRYAN W.B., VARGA G.A., 1982. Influence of forage species and creep grazing on a cow-calf system. 1. Intake and digestibility of forages. *J. Anim. Sci.*, 55, 752-764.
- WANYOIKE M.M., HOLMES W. 1981. The effects of winter nutrition on the subsequent live-weight performance and intake of herbage by beef cattle. *J. Agric. Sci., Camb.*, 97, 221-226.
- WILKINSON J.M., PRESCOTT J.H.D., 1970. Beef production from grass and silage with autumn-born calves. I. The influence of grazing intensity on efficiency of herbage utilization and live-weight gain of cattle. *Anim. Prod.*, 12, 433-442.
- WRIGHT I.A., RUSSEL A.J.F., HUNTER E.A. 1989. Compensatory growth in cattle grazing different vegetation types. *Anim. Prod.*, 48, 43-50.
- ZOBY J.L.F., HOLMES W. 1983. The influence of size of animal and stocking rate on the herbage intake and grazing behaviour of cattle. *J. Agric. Sci., Camb.*, 100, 139-148.

(Aceptado para publicación el 17 de julio de 1996)