

CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO FECAL EN UNGULADOS ESTIVANTES EN LOS PASTOS SUPRAFORESTALES DEL PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO

ALDEZABAL, A., GARIN, I. y GARCIA-GONZALEZ, R.

Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC), Apdo. 64, 22700 Jaca (Huesca)

RESUMEN

Se ha calculado la concentración de nitrógeno fecal en vacas, ovejas, cabras, yeguas y sarríos que utilizaron los pastos supraforestales del Parque Nacional de Ordesa, distribuidos en dos sectores (Sesa y Góriz), durante el verano de 1991. Se ha asumido que la concentración de nitrógeno fecal guarda una relación directa con el nitrógeno ingerido. La comparación de los valores de nitrógeno fecal se ha efectuado: 1) entre ungulados, englobando los distintos rebaños correspondientes a cada especie; y 2) entre sectores o áreas de pastoreo, comparando la misma especie en diferente sector. Asimismo, se ha relacionado el tiempo de pastoreo y el peso corporal con el nitrógeno fecal por especie. Se ha observado que existen diferencias significativas entre los dos sectores respecto al contenido en nitrógeno fecal, lo cual sugiere que pueden existir diferencias de calidad en los pastos de cada sector. Existe una relación lineal inversa y significativa entre el peso corporal y nitrógeno fecal de los ungulados, y una relación lineal no significativa entre tiempo de pastoreo y nitrógeno fecal de los rumiantes.

Palabras clave: Nitrógeno fecal, ungulados, peso corporal, calidad de dieta, Pireneos.

INTRODUCCION

La determinación de la calidad de dieta realmente ingerida por los herbívoros en pastoreo libre, es costosa y tiene muchas limitaciones, pues la fistulación en condiciones de pastoreo extensivo es en muchos casos impracticable, sobre todo en animales salvajes (Putman, 1984; Leslie & Starkey, 1985).

Una opción alternativa a esta técnica es el análisis químico del material fecal, del cual se obtienen resultados orientativos sobre los elementos fundamentales para la alimenta-

ción del herbívoro, tal como el nitrógeno. De esta forma, cuantificando el contenido en nitrógeno de las heces de ungulados, tanto domésticos como salvajes, se obtiene una buena aproximación del valor del nitrógeno ingerido por cada uno de ellos (Zimmerman, 1980; Gates & Hudson, 1981; Holechek *et al.*, 1982b; Núñez-Hernández *et al.*, 1992; Irwin *et al.*, 1993).

Según la revisión realizada por Leslie & Starkey (1985), el nitrógeno fecal ha resultado ser un índice útil y práctico que ha mostrado una correlación positiva respecto al consumo, digestibilidad y contenido protéico de la dieta dentro de una gran variedad de rumiantes, tanto domésticos como salvajes. En el caso de las vacas, el coeficiente de correlación entre el nitrógeno fecal y el ingerido es de $r^2=0,81$ (Holechek *et al.*, 1982a), aunque este valor varía de especie a especie, así como por estaciones, lo que dificulta el estudio comparativo entre los distintos rumiantes (Hobbs, 1987, véase sin embargo, Leslie & Starkey, 1987). Cuando la dieta tiene un alto contenido en fenoles, y taninos en particular, la concentración de nitrógeno fecal aumenta relativamente (Mould & Robbins, 1981), debido al efecto precipitador de proteínas de estos últimos. En el caso del presente estudio, este efecto parece poco importante debido al bajo contenido en taninos de las herbáceas perennes (Robbins, 1983).

No obstante, existen estudios que no han encontrado una correlación tan alta entre el nitrógeno consumido y el fecal, y que ponen en duda la fiabilidad y precisión de este índice a la hora de determinar el estado nutritivo de un rumiante específico en una zona dada (Hobbs, 1987, Leite & Stuth, 1990). Sobre todo si la composición florística de su dieta varía considerablemente, no sólo a lo largo del tiempo sino también de individuo a individuo dentro de la misma especie. Por otra parte, parece que el nitrógeno fecal mejora la predicción del nitrógeno consumido cuando la composición florística de la dieta del rumiante se basa principalmente en especies graminoides. Al contrario, en los rumiantes que presentan dietas ricas en especies dicotiledóneas (herbáceas y arbustivas), el nitrógeno fecal aumenta respecto al consumido, y por tanto se sobreestima la calidad de dieta (Robbins, 1983). También en este caso, las condiciones del presente estudio parecen adecuadas para la aplicación de este índice, ya que la mayoría de los herbívoros considerados, presentan dietas con predominio de graminoides (García-González y Montserrat, 1986)

A pesar de las limitaciones mencionadas, el nitrógeno fecal ha sido utilizado para comparar las características de las dietas de varios ungulados pastando en condiciones o áreas similares (Putman & Hemmings, 1986; Leslie & Starkey, 1985), o bien para evaluar la calidad nutritiva de diferentes áreas utilizadas por la misma especie (Hodgman & Bowyer, 1986; Hazumi *et al.*, 1987, Irwin *et al.*, 1993).

El objetivo de este estudio es determinar la concentración de nitrógeno fecal de varios ungulados que utilizan simultáneamente los estiveros del Parque Nacional de Or-

desa y Monte Perdido (PNOMP) y discutir las diferencias interespecíficas y espaciales encontradas, asumiendo que dicha concentración guarda una relación estrecha con el nitrógeno ingerido y por tanto con la calidad de la dieta.

AREA DE ESTUDIO

Dentro de los pastos supraforestales del PNOMP, al norte de Aragón (Pirineo Central), la zona acotada para este estudio es la comprendida por el Sector Góriz, compuesto por los puertos Bajo, Medio y Alto, y el Sector Sesa, constituido principalmente por la Montaña de Sesa y puertos de Escuaín. El Sector Góriz tiene una superficie de 6.100 ha y el de Sesa de 3.600 ha. Las áreas de pastoreo presentan un rango altitudinal de 1700-2100 m para cabras, 1900-2500 m para ovejas y sarríos (*Rupicapra pyrenaica*) y de 1900-2100 m para vacas y yeguas.

Se han descrito unas 10 grandes unidades de vegetación en dicha zona, entre las cuales podemos destacar las siguientes: pastos mesófilos densos de *Bromus erectus* (Al. *Mesobromion erecti*) y una variante con *Festuca paniculata*; cervunales de *Nardus stricta* (Al. *Nardion strictae*); pastos acidófilos de *Festuca eskia* (Al. *Festucion eskiae*); pastos densos sobre suelos profundos e innivados (Al. *Primulion intricatae*); pastos pedregosos oromediterráneos de laderas y crestas (Al. *Festucion gautieri* y Al. *Saponarion caespitosae*); y vegetación de suelos inundados (Al. *Caricion nigrae*) así como comunidades de majada y pastos nitrófilos (Al. *Rumicion alpini* y Al. *Polygonion avicularis*). Más detalles sobre la composición y estructura de dichas comunidades vegetales se pueden encontrar en Aldezabal *et al.* (1992).

El ganado sube a puerto el 13 de Julio y estiva hasta la llegada de las primeras nieves a finales de Septiembre o comienzos de Octubre. Durante el verano de 1991, en el Sector Góriz pastaron unas 7.000 cabezas de ovino (acompañadas por unas 150 cabras) distribuidas en tres rebaños, 340 de vacuno, 100-150 de caprino y 3-5 yeguas (mezcladas con las vacas). El Sector Sesa albergó unas 5.800 ovejas (con 80-90 cabras) repartidas en dos rebaños, 290 cabezas de vacuno, 130 cabras y 17 yeguas (potros y caballos inclusive) (Aldezabal *et al.*, 1992). Por otro lado, el PNOMP alberga una población de sarríos que contaba en 1991 con 869 efectivos (datos de la Oficina del Parque). El grupo de sarríos muestreado en Sesa estaba compuesto por hembras con cría, y el de Góriz formado por machos, en su mayoría adultos. Los ovinos, y caprinos acompañantes, estuvieron guiados por pastores; el resto de los rebaños ejerció pastoreo libre.

MATERIAL Y METODOS

El presente estudio se enmarca dentro de una investigación más amplia sobre la utilización pastoral de los puertos del PNOMP, que incluye la distribución espacial de los ungulados, su régimen alimentario y la distribución del tiempo entre las diferentes actividades (Aldezabal *et al.*, 1992).

La recolección de heces se efectuó en el Sector Sesa (el día 23/08/91) y en el Sector Góriz (el 29/08/91). En ambos casos se muestrearon todas las especies, excepto en el segundo donde no se pudieron recoger heces de yeguas. Además, en Góriz se tomaron muestras de dos rebaños de vacas y dos de ovejas, mientras que de Sesa sólo se muestreó un rebaño de cada especie. Se recolectaron heces de 14 a 20 individuos por rebaño (Tabla 2). Las heces se recogieron frescas, en el momento de la deposición o a las pocas horas de la misma, evitando contaminaciones del suelo. Jenks *et al.* (1990) encontraron que la concentración de nitrógeno y fibra en heces, no se modificó significativamente hasta después de 24 días a partir de la defecación, en condiciones naturales. Las heces recolectadas se mantuvieron congeladas hasta el día de su análisis químico, el cual se llevó a cabo por medio del método de Kjeldahl. La concentración de nitrógeno se expresó como porcentaje sobre la materia seca.

Los resultados derivados del análisis se trataron estadísticamente de acuerdo con el método del análisis de la varianza (ANOVA), habiéndose testado previamente la normalidad en la distribución de los datos (Zar, 1984). La comparación del contenido en nitrógeno fecal entre las distintas especies se ha llevado a cabo a dos niveles: uno, agrupando los distintos rebaños correspondientes a cada especie; y otro, analizando los sectores por separado, considerando en cada caso sus rebaños correspondientes. Con el objetivo de verificar si el contenido en nitrógeno fecal de una misma especie en los dos sectores (ej. Vacas Sesa vs. Vacas Góriz) es significativamente diferente (para $p < 0,05$), se ha aplicado el test *t* de Student para las muestras que cumplían las premisas que impone dicho test y la *U* de Mann-Whitney para las restantes (Zar, 1984).

Además se compararon mediante correlación, los datos de nitrógeno fecal con el peso corporal y el tiempo de pastoreo de cada especie. El peso corporal se estimó a partir de datos bibliográficos, debido a la ausencia de datos reales de los animales estivantes. Sin embargo, el rango de variación aceptado (Tabla 4), se consideró perfectamente válido para los herbívoros considerados. El tiempo de pastoreo se obtuvo a partir de registros de actividad tomados cada media hora sobre un grupo de hasta 20 individuos de cada especie, durante las horas de luz a lo largo del verano de 1991 (Aldezabal *et al.*, 1992).

RESULTADOS

Los datos de la figura 1 indican que los valores más elevados de nitrógeno fecal corresponden a los sarríos y las ovejas ($p < 0,05$). Las vacas y las cabras muestran valores intermedios, que no son diferentes entre ellos ($p > 0,05$) y son las yeguas las que presentan menor contenido en nitrógeno ($p < 0,05$) (Tabla 1). También puede observarse que los valores correspondientes a los rebaños del Sector Sesa son más bajos que los de los rebaños del Sector Góriz ($p < 0,05$), con excepción de los sarríos, los cuales han mostrado la tendencia contraria ($p < 0,05$) (Tabla 2). Estos resultados sugieren la posibilidad de que exista una diferencia en la calidad del pasto entre los dos sectores.

FIGURA 1

Valores medios del nitrógeno fecal (en % de peso seco) correspondiente a cada especie. Las barras indican la desviación estándar.

Mean values of faecal nitrogen (% of dry weight) of each species. The bar length indicates the standard deviation.

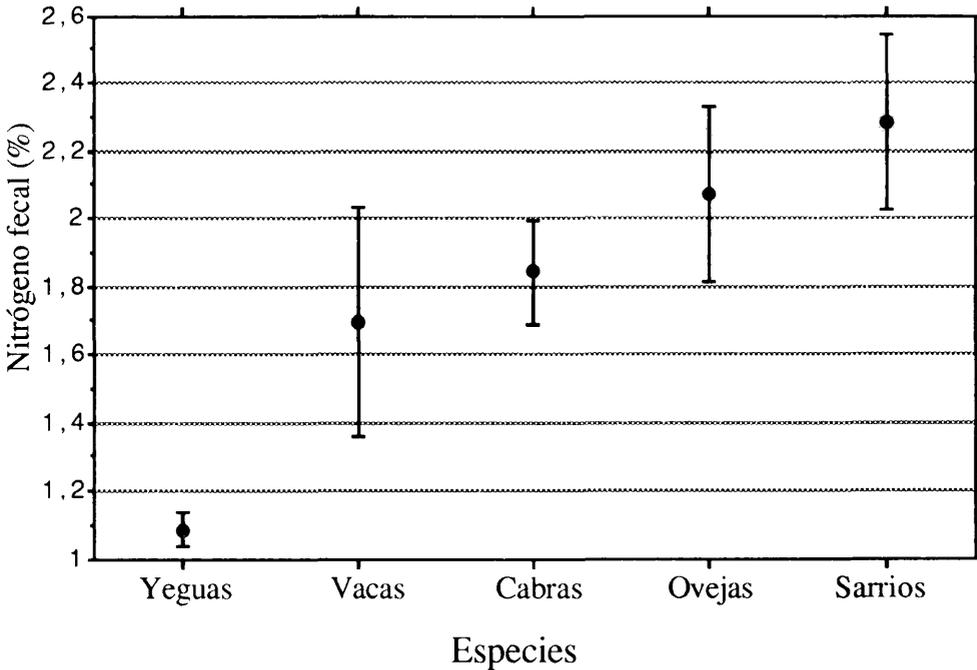


TABLA 1

**Valores de F del análisis de la varianza de cada especie de ungulado
(especie vs. especie).**

F values corresponding to analysis of variance of each ungulate species (species vs. species).

	Ovejas	Vacas	Cabras	Yeguas
Ovejas	—	—	—	—
Vacas	15,1 *	—	—	—
Cabras	4,23*	1,68	—	—
Yeguas	42,04*	15,93*	21,6*	—
Sarrios	3,45*	26,61*	12,07*	53,66*

(*) Significativo al 95% / Significant at 95%

TABLA 2

**Media, desviación estándar y tamaño muestral del contenido en nitrógeno fecal
(en % de peso seco) por especies en cada sector (Sesa y Góriz).**

*Mean, standard deviation and sample size of faecal nitrogen content (% of dry weight)
for species in each grazing area (Sesa and Góriz).*

Grupo	Sector Sesa (n)	Sector Góriz (n)	Comparación
Vacas	1,325±0,109 (20)	1,896±0,236 (38)	*
Ovejas	1,78 ±0,147 (20)	2,224±0,158 (40)	*
Cabras	1,797±0,102 (20)	1,91 ±0,187 (15)	*
Yeguas	1,09 ±0,051 (15)	—	—
Sarrios	2,385±0,123 (20)	2,114±0,315 (14)	*

(*) Significativo al 95% / Significant at 95%

Entre los rebaños correspondientes a cada sector, se han observado diferentes pautas. Mientras que en el Sector Sesa, cabras y ovejas son las únicas especies que entre ellas no han mostrado diferencias significativas en la concentración de nitrógeno fecal, en el Sector Góriz, tanto ovejas vs. sarrios como cabras vs. vacas no han resultado ser significativas (Tabla 3). Además, la ordenación de las especies de acuerdo al contenido en nitrógeno de las heces, es diferente en los dos sectores.

El tiempo de pastoreo y la concentración de nitrógeno fecal muestran una correlación alta ($n=4$, $r^2=0,89$) aunque no llega al nivel de significación ($p=0,057$). Las yeguas no se han incluido en este análisis, pues, por su condición de no-rumiante, el tiempo de pasto-

reo no es comparable al del resto de los ungulados estudiados. El peso corporal y el nitrógeno fecal muestran también una correlación alta ($n=5$, $r^2=0,811$), que en este caso es significativa ($p=0,037$).

TABLA 3

Valores de F del análisis de la varianza de cada sector, considerando en cada caso sus rebaños correspondientes: 1/ Sector Sesa; 2/ Sector Góriz.

F values of analysis of variance for each grazing area, taking into account the corresponding herds in each case: 1/ Sesa grazing area; 2/ Góriz grazing area.

1/ SECTOR SESA				
Rebaño	Ovejas	Vacas	Cabras	Yeguas
Ovejas	—	—	—	—
Vacas	40,31*	—	—	—
Cabras	0,056	43,37*	—	—
Yeguas	79,40*	9,19*	83,36*	—
Sarrios	70,99*	219,30*	67,06*	279,20*
2/ SECTOR GORIZ				
Rebaño	Ovejas	Vacas	Cabras	
Ovejas	—	—	—	
Vacas	14,291*	—	—	
Cabras	7,346*	0,014	—	
Yeguas	0,436	4,339*	2,744*	

(*) Significativo al 95% / Significant at 95%

TABLA 4

Peso corporal, tiempo de pastoreo diario (% de horas de luz) y contenido en nitrógeno fecal por especie.

Body weight, daily grazing time (% of daylight hours) and faecal nitrogen content by species.

Especie	Peso medio (kg.)	Tiempo de pastoreo	Nitrogeno fecal (%)
Sarrio	27,5 (20-35) ¹	62,1	2,29
Ovejas	39,5 (34-45) ²	54,3	2,08
Cabras	55 (45-65) ³	52,4	1,85
Vacas	400 (350-450) ⁴	50,4	1,70
Yeguas	525 (450-600) ⁵	69,8	1,09

(1) Appolinaire *et al.*, 1984; (2) García-González, 1987; (3) Sierra, 1987; (4) Revilla, 1987; (5) Aparicio, 1960.

DISCUSION

Los requerimientos energéticos de los mamíferos aumentan con el tamaño corporal, pero esta relación no es lineal, sino que sigue una función potencial cuyo exponente es aproximadamente 0,75 (Kleiber, 1972). Por tanto, los mamíferos de gran tamaño, aunque en terminos absolutos necesitan más nutrientes al día que los de pequeño tamaño, en términos relativos (por unidad de peso) sus necesidades son menores. Así, los grandes ungulados tienen la capacidad de obtener niveles de nutrientes más elevados que los pequeños, a partir de los mismos forrajes fibrosos (Mattson, 1980; Houston & Pinchak, 1991).

Si las necesidades energéticas de los mamíferos pequeños son relativamente mayores que las de los animales grandes, cabe esperar que su nivel de ingesta en general y de varios nutrientes en particular, también lo sean (Van Dyne *et al.*, 1980). De hecho, se ha comprobado que la cantidad total de alimento ingerido, así como la de nitrógeno, algunos aminoácidos y vitamina B, se relacionan alométricamente con el peso corporal, según un coeficiente de aproximadamente 0,75 (Peters, 1983). Por otra parte, los ungulados con digestión cecal (équidos) son menos eficientes en transformar la celulosa que los de digestión ruminal (rumiantes) y por ello, cubren sus necesidades metabólicas incrementando el nivel de ingesta y la tasa de tránsito del alimento por el tracto digestivo (Duncan *et al.*, 1990).

Al parecer, la estrategia de los équidos se basaría en mantener la misma absorción por unidad de tiempo que un rumiante, mostrando un mayor consumo (y como consecuencia, aumentando el tiempo de pastoreo) y un tiempo de tránsito más corto a expensas de una reducción o pérdida de eficacia en la digestión de la celulosa. Aunque este hecho podría ser interpretado como "ineficiencia" (en el sentido de que los équidos deben ingerir más alimento que los rumiantes), debemos ser conscientes de que esta estrategia digestiva permite a los équidos sobrevivir a base de una dieta con la cual los rumiantes de tamaño similar no podrían mantenerse (Janis, 1976).

La capacidad fisiológica para una utilización diferencial de los recursos, se traduce a menudo en una complementación del aprovechamiento forrajero en sistemas de pastoreo multiespecíficos (Hanley & Hanley, 1982; Putman, 1986). En sistemas muy evolucionados (bóvidos del Serengeti), ello conduce a una sucesión temporal de las especies pastantes (Bell, 1971; McNaughton, 1979): las especies mejor adaptadas a utilizar la fibra (grandes rumiantes) o con altos niveles de ingestión (équidos), 'preparan' el pasto para los más exigentes en proteína y nutrientes (Montserrat, 1964; Van Dyne *et al.*, 1980; McNaughton, 1984).

Lo descrito hasta ahora son tendencias generales, que a menudo presentan excepciones. De hecho, otras características del animal, tales como el volumen retículo-ruminal y el tamaño y forma de la boca, son importantes para la eficiencia en la transformación de los alimentos fibrosos y la selección de la dieta (Hanley, 1982).

Diferencias entre áreas de pastoreo

La concentración de nitrógeno fecal ha sido usado también como un índice para comparar la calidad entre áreas de pastoreo utilizadas por la misma especie herbívora (Hazumi *et al.*, 1987; Irwin *et al.*, 1993). Hodgman & Bowyer (1986) encontraron que la ordenación por calidades de las áreas de invernada del ciervo de cola blanca, con el criterio de las concentraciones de nitrógeno fecal, fue la misma que la obtenida con otros criterios como la intensidad de ramoneo en cada área. En nuestro caso hemos observado que los valores de N fecal de casi todas las especies del sector Góriz, son más altos que los del sector Sesa (Tabla 2), excepto en los sarríos. Una posible explicación podría encontrarse en el hecho de que en los pastos de Sesa son mucho más abundantes las comunidades de *Festuca eskia* (Revilla, 1987, observación personal), probablemente como consecuencia de una mayor acidificación del suelo. Dichos pastos presentan una baja calidad nutritiva, particularmente un contenido protéico bajo (Ferrer *et al.*, 1991), y en general, están compuestos por especies no preferidas por los ungulados (García-González y Alvera, 1986). Todo ello podría explicar el menor contenido en nitrógeno de las heces en los grupos del sector Sesa.

Los sarríos, sin embargo, son una excepción a esta pauta, lo cual puede ser debido a que los animales muestreados en Góriz corresponden a un grupo de machos, mientras que los del sector Sesa eran hembras con crías, con mayores requerimientos en energía y nutrientes. Cabe esperar que las hembras lactantes, traten de conseguir por selección, una dieta más rica en proteínas que los machos, reflejándose posteriormente en la concentración de nitrógeno fecal. Varios trabajos han señalado la importancia de las diferencias sexuales en el régimen alimentario de los ungulados salvajes, habiéndose encontrado en muchos casos dietas de peor calidad en los machos respecto a las hembras (Dunham, 1980).

Relaciones entre N fecal y tamaño corporal

Los valores de nitrógeno fecal (y supuestamente de nitrógeno ingerido) para cada especie animal encontradas en este estudio, parecen mostrar una relación inversa significativa con el tamaño corporal para las cinco especies examinadas, lo cual indicaría una buena concordancia con las teorías expuestas anteriormente. Así, si se ordenan de mayor a menor las medias de la concentración de nitrógeno fecal correspondientes a cada una de las especies, se obtendría la siguiente serie: Sarríos (2,29) > Ovejas (2,08) > Cabras (1,85) > Vacas (1,7) > Yeguas (1,09). El valor mucho más bajo encontrado en las yeguas, se debería no sólo a su mayor tamaño corporal, sino a su menor eficiencia digestiva. Sin embargo, hay que reseñar que las diferencias encontradas no son significativas para las vacas y las cabras, aun siendo éstas de muy distinto tamaño. Además, la ordenación del contenido en nitrógeno por especie en los dos sectores es diferente. Aunque en general parece que den-

tro de los rumiantes estudiados, los sarríos y las vacas muestran una tendencia a situarse en los puntos máximo y mínimo de la serie respectivamente, mientras que ovejas y cabras adoptan una posición altamedia y bajamedia respectivamente.

En los rumiantes la cantidad total de nitrógeno excretado está constituido esencialmente por tres componentes: a) nitrógeno no digerido, procedente de alimentos o partes no digeridas; b) nitrógeno endógeno, procedente de productos de secreción interna (residuos celulares intestinales, enzimas digestivos no absorbidos, mucus, etc); c) nitrógeno microbiano procedente de la fermentación bacteriana (Van Soest 1982; INRA, 1978). La cantidad de nitrógeno fecal endógeno está relacionado con el peso metabólico del animal y por tanto es proporcionalmente mayor en los animales de pequeño tamaño (Van Dyne *et al.*, 1980; Peters, 1983).

Los datos obtenidos en este estudio indican, que la concentración de nitrógeno fecal es mayor en las especies más pequeñas. Cabe preguntarse si ello es una consecuencia de un relativo mayor consumo de productos nitrogenados, o de una mayor proporción de nitrógeno endógeno fecal causado por el peso metabólico. La primera causa tendría interesantes implicaciones ecológicas, desde el punto de vista de la selección de la dieta. La segunda explicaría los resultados obtenidos, como una consecuencia de la fisiología interna. Probablemente los dos factores estén implicados, aunque podría ser más importante el primero, ya que la mayor parte del nitrógeno fecal procede del nitrógeno microbiano; la relación entre éste y el nitrógeno endógeno parece ser de 9:1 (Van Soest 1982).

La cantidad de nitrógeno fecal microbiano y no digerido dependen del nivel de ingesta total, y del de nitrógeno en particular, que a su vez se relacionan alométricamente con el peso vivo según un coeficiente de 0,75 (Peters, 1983), aunque dependen también de otros factores como la digestibilidad del alimento (Robbins, 1983). Una manera de elevar el nivel de ingesta total es aumentando el tiempo total de pastoreo. De hecho hemos encontrado también una estrecha relación, entre la proporción media del tiempo dedicado a pastar durante el periodo estival y la concentración de nitrógeno fecal, con exclusión de las yeguas (Tabla 4). La excepción de los équidos se explica por sus limitaciones digestivas, impuestas por la digestión cecal, como ya se ha mencionado anteriormente.

Una forma de aumentar la proporción de nitrógeno ingerido, es aumentando el consumo protéico por medio de un pastoreo selectivo. Dicha selección puede ejercerse a varios niveles: el de comunidad vegetal, especie o parte de la planta (Stuth, 1991). En términos generales, sarríos y ovejas pastaron normalmente a mayor altitud que cabras, vacas y yeguas (Aldezabal *et al.*, 1992), pero las comunidades pascícolas predominantes en cotas más altas (*Primulion*) muestran niveles de concentración de nitrógeno semejantes a las de baja altitud (*Mesobromion*) (Gómez *et al.*, 1993). Por ello, se requeriría un estudio más de-

tallado en nuestro caso, para valorar la influencia real de la selección de la comunidad vegetal en el contenido protéico de la dieta. Por lo que respecta a la selección de especies y partes de la planta, un estudio sobre la alimentación de las mismas especies animales (a excepción de las cabras), realizado en un puerto de verano próximo, mostró dietas potencialmente más nutritivas en sarríos, ovejas, vacas y yeguas, por ese orden (García-González y Montserrat, 1986).

Así pues, las especies pequeñas parece que tendrían requerimientos energéticos y nutritivos más altos que las grandes, lo cual les obligaría a ser más selectivos. Estas diferencias interespecíficas en cuanto a necesidades alimentarias, constituiría un factor importante en el desarrollo de estrategias distintas sobre el uso del espacio y la selección de la dieta, como de hecho se ha puesto de manifiesto en otros estudios (Hanley, 1982; Putman, 1986).

Por lo expuesto puede deducirse que las variables que intervienen en la determinación de la calidad nutritiva en los herbívoros estudiados forman un sistema complejo, y que para establecer relaciones como las expresadas, es necesario tener en cuenta varios factores, tanto referentes al animal (requerimientos energéticos del herbívoro, aparato digestivo, limitaciones fisio-morfológicas, estrategia trófica, etc.) como a la vegetación (calidad del pasto, relación N/C en las especies, diversidad en la oferta vegetal, etc.). Los resultados obtenidos sugieren hipótesis interesantes que deberían ser comprobadas en futuros estudios, que incluyeran análisis bromatológicos de los distintos tipos de pastos y de las dietas.

CONCLUSIONES

La concentración de nitrógeno fecal parece un indicador interesante para valorar tendencias generales, en cuanto al consumo protéico y calidad de dieta, para ungulados en pastoreo extensivo o en estado salvaje. Los resultados obtenidos en este estudio son coherentes con las características fisiológicas de las especies animales y de las áreas de pastoreo. En general dichos resultados están de acuerdo con las tendencias generales en cuanto a las relaciones entre tamaño corporal de los herbívoros, sus requerimientos en nitrógeno y el nivel de consumo total. Las especies de pequeño tamaño parece que tendrían requerimientos energéticos y nutritivos más altos que las grandes, lo cual les obligaría a ser más selectivos. Las interacciones son complejas, pero pueden aportar datos interesantes para la comprensión de las estrategias tróficas y de utilización del espacio de cada especie.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido realizado con la financiación de un convenio de investigación entre el CSIC y el ICONA, y del proyecto nº 8001-CT90-0002 (CEE DG6), y asimismo, ha sido financiado parcialmente por el Gobierno Vasco a través de dos becas predoctorales. Agradecemos a todos aquellos que han participado de alguna manera en la realización de este trabajo, tanto en el campo como en el laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

- ALDEZABAL, A.; BAS, J.; FILLAT, F.; GARCIA-GONZALEZ, R.; GARIN, I.; GOMEZ, D. Y SANZ, J.L. (1992) *Utilización ganadera de los pastos supraforestales en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido*. Informe Final. Convenio ICONA-CSIC.
- APARICIO, G. (1960). *Zootecnia especial: etnología compendiada*. Imprenta Moderna. Córdoba. 477 pp.
- APPOLINAIRE, J.; MULLER, P.; BERDUCOU, C. ET GARDES-MONITEURS DU PARC NATIONAL DE PYRÉNÉES (1984) Capture et marquage d'isards. *Documents scientifiques du Parc National des Pyrénées*, 3:103.
- BELL, R.H.V. (1971) A grazing ecosystem in the Serengeti. *Scientific American*, 225(1): 86-93.
- DUNCAN, P.; FOOSE, T.J.; GORDON, I.J.; GAKAHU, C.G. and LLOYD, M. (1990) Comparative nutrient extraction from forages by grazing bovinds and equids: a test of the nutritional model of equid/bovid competition and coexistence. *Oecologia*, 84: 411-418.
- DUNHAM, K.M. (1980) The diet of Impala (*Aepyceros melampus*) in the Sengwa Wildlife Research Area, Rhodesia. *J. Zool. Lond.*, 192: 41-57.
- FERRER, C.; ASCASO, J.; MAESTRO, M.; BROCA, A. y AMELLA, A. (1991) Evaluación de pastos de montaña (Pirineo Central): fitocenología, valor pastoral, producción y calidad. *Actas XXXI Reunión Científica de la SEEP*: 189-196 pp. Murcia.
- GARCIA-GONZALEZ, R. (1987). *Estudio del crecimiento postnatal en corderos de raza Rasa Aragonesa*. Monografías del Instituto de Estudios Altoaragoneses. nº 13. CSIC - Dip. Prov. Huesca.
- GARCIA-GONZALEZ, R. y ALVERA, B. (1986) Relaciones entre la composición mineral de plantas abundantes en pastos supraforestales pirenaicos y su utilización por los rumiantes. *Actas XXVI Reunión Científica de la SEEP*, 2: 249-265. Oviedo.
- GARCIA-GONZALEZ, R. y MONTSERRAT, P. (1986) Determinación de la dieta de ungulados estivantes en pastos supraforestales del Pirineo Occidental. *Actas XXVI Reunión Científica de la SEEP*, 1: 119-134. Oviedo.
- GATES, C.C. and HUDSON, R.J. (1981) Weight dynamics of wapiti in the boreal forest. *Acta Theriol.* 26(27): 407-418.
- GOMEZ, D.; CASTRO, P. y ALDEZABAL, A. (1993) Species richness, biomass and plant production in subalpine communities in the Spanish Pyrenees. *36th International Symposium of International Association for Vegetation Science*. Tenerife. (in press).
- HANLEY, T.A. (1982) The Nutritional Basis for Food Selection by Ungulates. *J. Range Manage.* 35(2): 146-151.

- HANLEY, T.A. and HANLEY, K.A. (1982) Food Resource Partitioning by Sympatric Ungulates on Great Basin Rangeland. *J. Range Manage.* 35(2): 152-158.
- HAZUMI, Y.; MARUYAMA, N. and OZAWA, K. (1987). Nutritional estimation of Japanese serow by faecal analysis. In: Soma, H., *The Biology and Management of Capricornis and Related Mountain Antelopes*. Croom Helm. 355-364 pp.
- HOBBS, N.T. (1987) Fecal indices to dietary quality: a critique. *J. Wildl. Manage.*; 51(2): 317-320.
- HODGMAN, T.P. and BOWYER, R.T. (1986) Fecal crude protein relative to browsing intensity by white-tailed deer on wintering areas in Maine. *Acta Theriologica*, 31 : 347-353.
- HOLECHEK, J.L.; VAVRA, M. and ARTHUR, D. (1982a) Relationships between performance, intake, diet nutritive quality and fecal nutritive quality of cattle on mountain range. *J. Range Manage.*, 35: 741-744.
- HOLECHEK, J.L.; VAVRA, M. and PIEPER, D. (1982b) Methods for determining the nutritive quality of range ruminant diets: a review. *J. Anim. Sci.*, 54: 363-376.
- HOUSTON, J.E. and PINCHAK, W.E. (1991) Range animal nutrition. In: Heitschmidt, R.K. & Stuth, J.W. *Grazing Management: An ecological perspective*. Timber Press, Portland, Oregon. 27-64 pp.
- INRA (1978). *Alimentation des Ruminants*. Ed. INRA Publications. 621 pp.
- IRWIN, L.L.; COOK, J.G.; MCWHIRTER, D.E.; SMITH, S.G. and ARNETT, E.B. (1993) Assessing winter dietary quality in bighorn sheep via fecal nitrogen. *J. Wildl. Manage.*, 57 (2): 413-421.
- JANIS, C. (1976) The evolutionary strategy of Equidae and the origins of rumen and cecal digestion. *Evolution*, 30: 757-774.
- JENKS, J.A.; SOPER, R.B.; LOCHMILLER, R.L. and LESLIE, D.M.J. (1990) Effect of exposure on nitrogen and fiber characteristics of white-tailed deer feces. *J. Wildl. Manage.*, 54 (3): 389-391.
- KLEIBER, M. (1972) *Bioenergética Animal (El fuego de la vida)*. ed. Acribia. Zaragoza, 428 pp.
- LEITE, E.R. and STUTH, J.W. (1990) Value of multiple fecal indices for predicting diet quality and intake of steers. *J. Range Manage.*, 43 (2): 139-143.
- LESLIE, D.M. and STARKEY, E.E. (1985) Fecal indices to dietary quality of cervids in old-growth forests. *J. Wildl. Manage.* 49(1): 142-146.
- LESLIE, D.M. and STARKEY, E.E. (1987) Fecal indices to dietary quality: a reply. *J. Wildl. Manage.* 51(2): 321-325.
- MATTSON, W.J.J. (1980) Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 11 : 119-161.
- McNAUGHTON, S.J. (1979) Grassland-herbivore dynamics. In: Sinclair, A.R.E. & Norton-Griffiths, M. (eds.) *Serengeti: dynamics of a ecosystem*. ed. University of Chicago Press. London. 46-81 pp.
- MCNAUGHTON, S.J. (1984) Grazing lawns: animals in herds, plant form, and coevolution. *Am. Nat.*, 124(6): 863-886.
- MONTSERRAT, P. (1964) Ecología del Pasto (Ecología de los agrobiosistemas pastorales). *P. Cent. pir. Biol. exp.*, 1 (2): 1-68.
- MOULD, E.D. and ROBBINS, C.T. (1981) Nitrogen metabolism in elk. *J. Wildl. Manage.* 45(2): 323-334.
- NUÑEZ-HERNANDEZ, G.; HOLECHEK, J.L.; ARTHUN, D.; TEMBO, A.; WALLACE, J.D.; GALYEAN, M.L.; CARDENAS, M. and VALDEZ, R. (1992) Evaluation of fecal indicators for assessing energy and nitrogen status of cattle and goats. *J. Range Manage.* 45: 143-147.
- PETERS, R.H. (1983) *The ecological implications of body size*. Cambridge University Press. 329 pp.
- PUTMAN, R.J. (1984) Facts from faeces. *Mammal Rev.*, 14(2): 79-97.

- PUTMAN, R.J. (1986) Competition and coexistence in a multi-species grazing system. *Acta Theriol*, 31: 271-292.
- PUTMAN, R.J. and HEMMINGS, G.J. (1986) Can dietary quality of free-ranging ungulates be simply determined from faecal chemistry?. *Acta Theriologica*, 31: 257-270.
- REVILLA, R. (1987) *Las zonas de montaña y su entorno económico. Análisis estructural y bases técnicas para la planificación de la ganadería en los Altos Valles de Sobrarbe (Pirineo Central)*. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria, Zaragoza.
- ROBBINS, C.T. (1983) *Wildlife feeding and nutrition*. Ed. Academic Press. New York & London, 343 pp.
- SIERRA, I. (1987) *Razas aragonesas de ganado*. Diputación General de Aragón. 97 pp.
- STUTH, J.W. (1991) Foraging Behavior. In: Heitschmidt, R.K. & Stuth, J.W. *Grazing Management: An ecological perspective*. Timber Press. Portland, Oregon, 65-83 pp.
- VAN DYNE, G.M.; BROCKINGTON, N.R.; SZOCS, Z.; DUEK, J. and RIBIC, C.A. (1980) Large herbivore subsystem. In: (ed), Breymer, & Van Dyne, G.M. *Grasslands, systems and man*, 269-537 pp. I.B.P. 19, Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- VAN SOEST, P.J. (1982) *Nutritional ecology of the ruminant*. Ed. O & B Books, Corvallis, 374 pp.
- ZAR, J.H. (1984) *Biostatistical Analysis*. Ed. Prentice-Hall International. New Jersey, 718 pp.
- ZIMMERMAN, I. (1980) Predicting diet quality from measurement of nitrogen and moisture in cattle dung. *S. Afr. J. Wildl. Res.*, 10: 56-60.

SUMMARY:

FECAL NITROGEN CONTENT OF SUMMERING UNGULATES IN SUPRAFORESTAL PASTURES OF ORDESA AND MONTE PERDIDO NATIONAL PARK

The general aim was to estimate the diet quality achieved by different ungulates, on supraforestral pasturelands of Ordesa and Monte Perdido National Park during summer 1991. Faecal nitrogen content was estimated in cattle, sheep, goats, horses and isard (*Rupicapra pyrenaica*), which were distributed on two distinct sectors (Sesa and Goriz) and grouped in 11 herds. Faecal nitrogen data of ungulates were statistically analysed: i) for comparison among species, grouping the herds of each species, ii) by comparison between the two sectors. Similarly, body weight and grazing time were related to nitrogen content of faeces. In general, the faecal nitrogen content is different between species, although this was not significant between cattle and goats. A significant difference of faecal nitrogen content has been found between the two sectors, being lower those of Sesa (except in isard). There is a significant linear relation between body weight and faecal nitrogen of ungulates, and a non-significant linear relation between grazing time and nitrogen content in faeces.

Key words: Faecal nitrogen, ungulates, diet quality, body weight, grazing time, Pyrenees.