

CARACTERIZACIÓN DE LA INGESTIÓN POR OBSERVACIÓN DIRECTA EN REBAÑOS OVINOS DEL SURESTE DE FRANCIA

CHARACTERIZATION OF INTAKE BY DIRECT OBSERVATION IN EWES FLOCKS OF SOUTHEASTERN FRANCE

González-Pech, P.^{1,2*} y Agreil, C.^{1,3}

¹INRA UR767. Agroparc. Avignon cedex. France. *petergonz73@yahoo.com.mx

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UADY. Mérida. Yucatán. México.

³SCOPELA. Le bourg. Séneujols. France.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Agostaderos. Biodiversidad. Ingestión. Bocado.

ADDITIONAL KEYWORDS

Biodiversity. Bite mass. Intake rate. Range.

RESUMEN

La observación directa de la ingestión es una herramienta pertinente bajo condiciones de campo y vegetación heterogénea, sin embargo ha sido poco utilizado en rebaños de más de 500 animales. En este estudio se implementó este método con el fin de caracterizar la ingestión y conocer el valor alimentario que ofrece una vegetación de estepa. Se observan dos rebaños de 1100 y 1200 ovejas conducidas por pastores en condiciones reales de explotación. Los animales utilizados fueron de raza Merino de Arles con marcado gregarismo, éstos constituyen rebaños transhumantes que pastorean durante cada primavera la vegetación estépica de la Reserva Natural de Crau situada en el Sureste de Francia. El período de acostumbramiento fue corto, durando de 7 a 22 días. En este medio conformado únicamente del estrato herbáceo, la media del flujo de ingestión fue de $5,9 \pm 2,4$ g MS/min, lo cual es similar a los niveles reportados en sotobosque y matorrales. Se encontró que en esta vegetación estépica las ovejas son capaces de alcanzar flujos de hasta 13 g MS/min. En estudios anteriores el *Brachypodium retusum* ha sido considerado de bajo valor nutritivo y poco apreciado por las borregas. En este caso encontramos que las ovejas consumen una gran variedad de plantas. Pero cuando el *Brachypodium retusum* contribuye de manera mayoritaria a la materia seca ingerida, el flujo de ingestión es significativamente mayor (6,8 g MS/min) que cuando son mayoritarios los dicotiledones (4,4 g MS/min) o las otras gramíneas (5,8 g MS/min). Se

revaloriza así al *Brachypodium retusum*, los resultados mostraron que esta planta permite a las ovejas efectuar bocados de masa más elevada que las dicotiledóneas y las otras gramíneas, lo cual explica su mejor eficacia de colecta. La observación directa permitió caracterizar la ingestión de ovinos en la estepa de Crau cuya vegetación puede ser considerada como recurso alimentario de valor similar al sotobosque y matorrales.

SUMMARY

When ruminants graze on heterogeneous vegetation, direct observation of bites is one of the most fitted method to estimate intake. Nevertheless its implementation in herds of more than 500 individuals has been scarce. In our study, this method was implemented to characterize the intake and know the feeding value offered by steppe vegetation. We observed two ovine flocks of 1100 and 1200 animals guided by shepherds in farm conditions. The animals used were Merinos d'Arles a breed with marked gregariousness. They constitute transhumant flocks that every spring graze the steppe vegetation of the Nature Reserve *Coussouls de Crau* located in Southeast France. The period of adaptation was brief lasting from 7 to 22 days. In this environment composed of a unique herbaceous layer, the intake rate was 5.9 ± 2.4 g DM/min, which is similar to levels reported in woody or shrubby rangelands. We found that

Recibido: 25-4-11. Aceptado: 22-12-11.

Arch. Zootec. 61 (235): 343-354. 2012.

in this steppe vegetation sheep are capable of flows up to 13 g DM/min. In previous studies the *Brachypodium retusum* has been considered of low nutritional value and little appreciated by the sheep. In our case it was found that the sheep eat a wide variety of plants. But when *Brachypodium retusum* contributes to the majority of dry matter intake, intake rate is significantly greater (6.8 g DM/min) than when this is contributed by forbs (4.4 g DM/min) or by the other grasses (5.8 g DM/min). This plant is revalued, our results showed that it allows sheep to make bites of mass higher than forbs and other grasses which explains its improved efficiency of collection. Direct observation allowed us to characterize the intake of sheep in Crau steppe and we consider this type of vegetation as a food source similar to woody or shrubby rangelands.

INTRODUCCIÓN

En muchas regiones del mundo los agostaderos constituyen un recurso alimentario importante para los rumiantes (Holechek *et al.*, 2001). Así mismo, el pastoreo extensivo de los agostaderos es considerado como benéfico para mantener una cierta abertura del medio, necesaria para cubrir las exigencias ecológicas de múltiples especies de fauna y flora silvestre (Watkinson y Ormerod, 2001). En el sureste de Francia la producción ovina trashumante ha logrado utilizar tales espacios naturales durante años y en el caso de los rebaños de la estepa de Crau durante siglos. Las investigaciones consagradas a esta zona concuerdan en que el pastoreo extensivo es el mejor medio de preservar dicha vegetación (Bourrelly *et al.*, 1983; Meyer, 1983; Wolff *et al.*, 2002).

Para preservar la estepa, se constituyó la Reserva Natural de Coussouls de Crau buscando conservar la calidad de los hábitats de flora y fauna silvestre paralelamente al mantenimiento de la vegetación como fuente de alimento para los rebaños (Buisson y Dutoit, 2006). Entre la flora, el *Brachypodium retusum* (Pers. Beauv) Br., representa un objeto de estudio para los gestionarios de la Reserva Natural de Crau

ya que su presencia estructura fuertemente el arreglo de la vegetación. Además esta gramínea adaptada a las condiciones de estepa si bien considerada de pobre calidad nutritiva y poco apreciada por las ovejas, provee el recurso alimenticio al inicio y fin de la temporada de pastoreo (Dureau y Bonnefon, 1988). Por lo tanto la conservación del área natural y la producción de ovejas se encuentran aquí estrechamente ligadas. Se reconoce así como objeto de investigación, el conocer la habilidad del rebaño para alimentarse de esta vegetación y determinar su valor alimentario para el rebaño.

Estimar la ingestión de los animales bajo estas condiciones no es sencillo: Cuantificar la biomasa disponible antes y después del pastoreo funciona en praderas homogéneas pero no resulta pertinente cuando los animales tienen una gran libertad de elección en vegetación heterogénea: no indica cuales estructuras vegetales son efectivamente consumidas ni los niveles de ingestión alcanzados (Peinado-Lucena *et al.*, 1992). Además determinar la ingestión de los ovinos en la estepa de la Crau implica incluir las condiciones de circuitos de pastoreo comúnmente utilizados por los pastores y considerar el gran tamaño de los rebaños de más de 1000 efectivos.

En este contexto los métodos de observación directa resultan los más adaptados para conocer el valor de la vegetación como recurso para la alimentación del rebaño (Agreil *et al.*, 2006). Empleados desde hace más de treinta años, éstos han sido adaptados para el estudio de los animales en su ambiente natural privilegiando la observación del comportamiento de los individuos y del rebaño (Neff, 1974; Gillingham *et al.*, 1997; Bonnet *et al.*, 2011). Su validez ha sido probada por diferentes métodos (Meuret *et al.*, 1985; Parker *et al.*, 1993; Wallis de Vries, 1985). Las mejoras aportadas por Agreil y Meuret (2004) han permitido registrar con mayor detalle las estructuras vegetales defoliadas aún en cubiertas con gran diver-

CARACTERIZACIÓN DE LA INGESTIÓN POR OBSERVACIÓN DIRECTA

sidad de especies. Ellos distinguen la formas comunes en los órganos de las plantas consumidas agrupándolas en categorías de bocados. También consideran su masa aparente. Tales categorías pueden emplearse en una amplia gama de tipos de vegetación que abarca desde la estepa, los matorrales o los bosques. De acuerdo con estos autores, el observador puede así registrar en tiempo real la especie de planta así como las diversas categorías de bocados efectuadas por el rumiante.

La observación directa empleada frecuentemente en rebaños de 25 a 500 animales lo ha sido menos en el caso de grandes rebaños de 1000 cabezas. El objetivo de este estudio es la caracterización de la ingestión en la estepa de Crau mediante el método de observación directa. Examinar el flujo de ingestión, masa y frecuencia de bocados que las ovejas son capaces de obtener de una vegetación muy heterogénea pero exclusivamente herbácea.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la estepa de Crau que, a excepción de algunos rebaños, es utilizada durante la primavera para el pastoreo de los rebaños trashumantes. Las observaciones se efectuaron del 1 de marzo al 30 de mayo del 2008 bajo condiciones de explotación real en dos fincas y sus respectivos rebaños ovinos conducidos por pastores. Ambas fincas forman parte de la Reserva Natural de Coussouls de Crau en la región de Bouches-du-Rhône, Francia localizada a 43° 33' N, 4° 52' O, y a 25 m sobre el nivel del mar. El clima es mediterráneo con 550 mm de precipitación promedio anual, principalmente en otoño y con una temperatura media de 16°C (Devaux *et al.*, 1983).

La vegetación es de tipo sub-esteparia caracterizada por la ausencia del estrato arbustivo y arbóreo. La cubierta herbácea presenta una gran diversidad (113 especies con dominancia de hemicriptofitas) fuertemente estructurada por la presencia del

Brachypodium retusum. Los animales fueron pastoreados en fincas localmente conocidas como *panachés* por contener zonas con *Brachypodium retusum* en similar proporción a las zonas con dicotiledóneas y especies anuales. La mayoría de las fincas utilizadas para el pastoreo en la Reserva Natural son de este tipo.

Se utilizaron 1100 (rebaño uno) y 1200 (rebaño dos) hembras ovinas de raza Merino de Arles, entre 3-5 años de edad, multíparas con al menos dos partos, sin cría lactante, no gestantes y con un peso entre 50 y 55 kg. En el rebaño uno se emplearon 13 ovejas/ha (1320 días oveja/ha) y en el rebaño dos se utilizaron 3,5 ovejas/ha (422 días oveja/ha). Dicha carga puede considerarse próxima al rango reportado por Bourrely *et al.* (1983) como el potencial pastoral de esta vegetación situado entre 2 y 10 ovejas/ha o 800-900 días oveja/ha. Los animales sólo recibieron suplementación con paja de baja calidad en la transición entre la salida del estío y la primera semana en que son recibidos en la estepa. Las observaciones de la ingestión se efectuaron después de la primera semana, en fechas distribuidas a lo largo de los 120 días que dura la temporada de pastoreo.

Los rebaños fueron conducidos por pastores con experiencia previa de dos años como mínimo, con el mismo rebaño y en la misma finca. Los circuitos de pastoreo fueron los habituales de cada pastor quienes conducen sus rebaños situados de 5 a 10 metros de distancia de sus animales. Los circuitos de pastoreo consisten en una salida por día, con una duración variable de 7 a 10 horas en función del pastor y de las condiciones climáticas.

El método de observación directa de la ingestión ha sido detallado por Agreil y Meuret (2004). Para acostumbrar a los animales, la presencia del observador fue aumentada gradualmente, variando el horario de su presencia con el rebaño. La posición del observador fue siempre diferente a la del pastor. Se evitó la participación del obser-

vador en acciones que pudieran producir experiencias dolorosas o positivas en los animales. La fase de acostumbramiento se consideró acabada una vez que el observador fue capaz de circular alrededor y al interior del rebaño sin provocar interrupciones en la actividad de las ovejas y de observar la ingestión desde 1,5-2 metros sin obstaculizar la actividad del individuo observado y mantener la observación siguiéndolo por periodos de tiempo prolongados.

Para la observación de la ingestión se consideró la factibilidad para observar y seguir a las ovejas bajo las condiciones de campo de este trabajo: animales de raza muy gregaria, que se desplazan e ingieren al mismo tiempo situados muy próximos unos de los otros. Además la superficie del suelo está recubierta de piedras (antiguo delta del río La Durance) y las condiciones climáticas pueden ser muy variables, con ráfagas de viento entre 70 a 80 km/h que pueden durar días enteros. Previendo la dificultad para seguir a una sola oveja bajo tales condiciones, las observaciones fueron efectuadas por *focal sampling* (Altman, 1974) registrando la ingestión de muchos individuos, registrando la totalidad de bocados efectuados por una oveja en tiempos variables. La observación fue mantenida sobre una misma oveja en tanto que la visibilidad fue buena, en el presente artículo la observación ininterrumpida en un individuo es denominada *secuencia de observación*. Ésta sólo fue detenida si a) la visibilidad era muy penalizada, b) si la oveja observada se desplazaba sin ingestión durante más de 15 segundos, c) si la oveja comenzaba una fase de rumiación. Entonces una nueva secuencia de observación sobre otro individuo era comenzada por el observador. Todas las observaciones se realizaron únicamente en los momentos en que la mayoría del rebaño se encontraba en actividad de ingestión.

Se ajustó la tabla de 41 códigos de bocados de Agreil y Meuret (2004) a las condiciones de la vegetación esteparia de este estudio. Se distingue cada categoría de

bocado según el tipo de órgano, la apreciación visual de su masa y el tamaño de órganos vegetales seccionados. La concepción de la tabla de codificación se efectuó en los mismos sitios de pastoreo donde las observaciones se realizaron, añadiendo nuevos códigos según los cambios presentados por el crecimiento de la vegetación. Se identificaron 42 categorías de bocados a cada una de las cuales le fue asignada un código monosilábico. Durante la observación, se codifica en tiempo real la integralidad de bocados efectuados por las borregas; distinguiendo las especies y las masas de bocados para obtener una buena estimación de la ingestión (Peinado-Lucena *et al.*, 1992). Se dicta en una grabadora de audio el nombre de especie (o grupo de especie) de la planta defoliada por el animal y el código monosilábico de la categoría de bocado correspondiente (**figura 1**). Para cada categoría de bocado se estimó la masa en gramos de materia seca mediante simulaciones manuales efectuadas los días inmediatos a la observación. La técnica de colecta manual simula la manera de tomar los bocados observados en las ovejas (ya sea la sección neta o la prehensión entre los incisivos y el borde gingival). En el caso de los bocados más frecuentemente observados se determinó la probable calidad nutritiva por NIRS (Williams y Norris, 1990).

La captura de datos de las secuencias de ingestión fue realizada escuchando los registros de audio y tecleando dicha información a través del programa EthoLog 2,2 (Otoni, 2000). El tratamiento y análisis de datos fueron efectuados con el programa para análisis estadístico R (Urbanek e Iacus, 2008). Se calculó para cada secuencia de ingestión, la frecuencia de bocados por minuto, la media de masa de bocados y los flujos de ingestión instantánea en gramos de materia seca por minuto. Los datos *outliers* fueron descartados por el procedimiento *boxplot* (Siegel y Castellan, 1988). Se calculó la contribución (%) de las dicotiledóneas, el brachypodio y las otras gramíneas,

CARACTERIZACIÓN DE LA INGESTIÓN POR OBSERVACIÓN DIRECTA

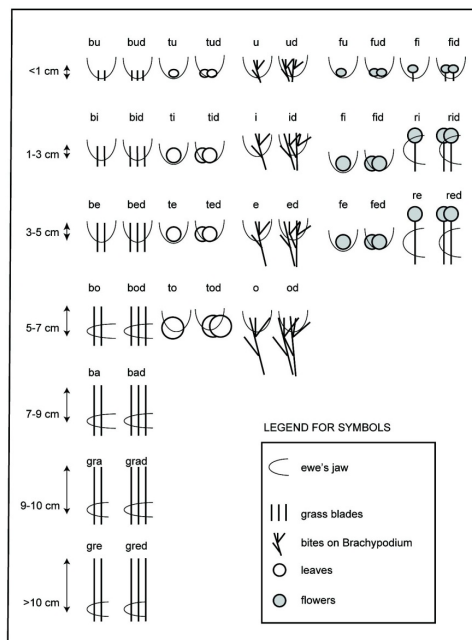


Figura 1. Tabla de codificación de categorías de bocados ajustada a las condiciones de la estepa de Crau. La longitud de las hojas tal como se presentan, sin extenderlas, se indica en centímetros a la izquierda de la tabla. El código monosilábico a dictar durante la observación se muestra arriba de los símbolos. (Coding grid of bite categories adjusted to the conditions of Crau steppe. The length of leaves, laid out but not stretched, is indicated in centimeters to the left of the icons. The monosyllabic codes dictated during the observation are given above the icons).

a la materia seca ingerida en cada secuencia. Se efectuaron test de comparación de medias para la masa de bocados, la frecuencia de bocados y los flujos de ingestión sobre datos transformados (transformación logarítmica). El test de Bonferroni fue utilizado en post-ANOVA para una comparación de múltiples medias (Hochberg, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La observación directa de la ingestión

fue implementada de manera exitosa en los rebaños de 1100 y 1200 ovejas. La duración respectiva del período de acostumbramiento fue de 7 y 22 días. Se efectuaron 9 y 8 jornadas de observación con un total de 1023 secuencias de ingestión observadas durante jornadas completas a todo lo largo de la época de utilización de la estepa. Sólo un 4,6% de los datos de ingestión resultaron *outlayers*. El procedimiento experimental permitió así evitar las eventuales variaciones del comportamiento de ingestión en el transcurso de cada jornada (Gómez-Castro *et al.*, 1991). Las observaciones se limitaron a una sola estación del año sin caracterizar las posibles variaciones estacionales (Sánchez-Rodríguez *et al.*, 1993). La ingestión se caracterizó durante la primavera, estación en que la mayoría de los rebaños pastorean la vegetación de estepa de Crau.

La duración de las jornadas de pastoreo varió entre 6 y 12 horas. El tiempo que los animales dedicaron a la actividad de ingestión fue de 6,2 a 10,7 horas. En cada jornada se observaron en promedio a 57 ovejas con una duración de $2,3 \pm 1,2$ minutos en promedio para las secuencias de observación. La ingestión observada en cada jornada correspondió al $28,6 \pm 8,4\%$ del tiempo dedicado por los rebaños al pastoreo.

La observación de un mismo individuo durante toda la jornada de pastoreo no fue posible dado el comportamiento muy gregario de la raza Merino de Arles. Por lo tanto, el *focal sampling* se efectuó en muchos individuos, en promedio 57 ovejas por día, lo que representa el 5% de los efectivos del rebaño. Los trabajos anteriores de observación de la ingestión en grandes rebaños son escasos. Centrados en la selectividad de cabras criollas en México, Franco-Guerra *et al.* (2008) observaron la ingestión durante toda la jornada de pastoreo. Estos autores observaron sólo 6 animales de un total de 963 lo que representa una proporción de 0,6% del rebaño, inferior a la empleada en este trabajo.

El período de acostumbramiento ha sido

efectuado en tiempo similar a lo reportado por otros autores. En el trabajo de Agreil y Meuret (2004) la duración reportada se sitúa entre 5 y 45 días, ellos señalan que dicho período es más corto cuando los animales están ya habituados a intervenciones o a la presencia humana. En este trabajo, el acostumbramiento requirió un tiempo corto (7 a 22 días) de acuerdo a los valores reportados en ovejas en praderas cercadas (Agreil y Meuret, 2004). El comportamiento muy gregario del rebaño y su comportamiento de ingestión-desplazamiento no se tradujo en un tiempo de acostumbramiento mayor a lo generalmente reportado. Probablemente esto pueda atribuirse al hecho que los rebaños observados se encuentran familiarizados con la presencia constante de los pastores quienes guían situados a 5-10 metros de distancia.

Concerniente al nivel de ingestión instantánea, la media del flujo de ingestión fue de $5,9 \pm 2,4$ g MS/min ($n=980$) con un valor máximo de 13,5 g MS/min. Expresado en materia orgánica digestible la media del flujo de ingestión fue de $3,6 \pm 1,2$ g MS/min. El valor medio de flujo de ingestión observado en el trabajo se encuadra dentro de las cifras reportadas por otros autores para ovinos y cabras. Así, por ejemplo, flujos de 4,6 y 3,5 g MS/min han sido reportados por Agreil *et al.* (2005) en ovejas pastoreando prados calcáreos y praderas naturales enmalezadas. En cabras, flujos de 3,2 y 6,9 g MS/min han sido reportados por Dumont *et al.* (1995) en circuitos de matorrales. En sotobosque, conducidos por un pastor, flujos de 4 g MS/min han sido descritos (Ouedraogo, 1991). Estos valores muestran que la vegetación esteparia de Crau con ausencia del estrato arbustivo y arbóreo posibilita a las ovejas alcanzar niveles de ingestión similares a los reportados sobre circuitos de sotobosque y agostaderos. Así por ejemplo, flujos de 4,6 y 3,5 g MS/min han sido reportados por Agreil *et al.* (2005). El nivel máximo de flujo de ingestión encontrado en la estepa (13,5 g MS/min), resultó inferior a los 17 g MS/min

encontrados por Agreil (2003) en agostaderos, pero sobre todo muy superior a los 4 a 6 g MS/min generalmente considerados en la literatura científica como el máximo alcanzado por ovinos en pastoreo de herbáceas de climas templados (Spalinger y Hobbs, 1992; Iason *et al.*, 2000). Los niveles observados para el flujo de ingestión permiten considerar el valor alimentario de la vegetación esteparia de Crau como comparable al observado en ovejas pastoreadas en sotobosque.

En cuanto a la respuesta funcional de la ingestión (relación entre masa de bocados, frecuencia de bocados y flujo de ingestión cf. Spalinger y Hobbs, 1992), en la **figura 2** se presentan los resultados de masa y frecuencia de bocados observados durante

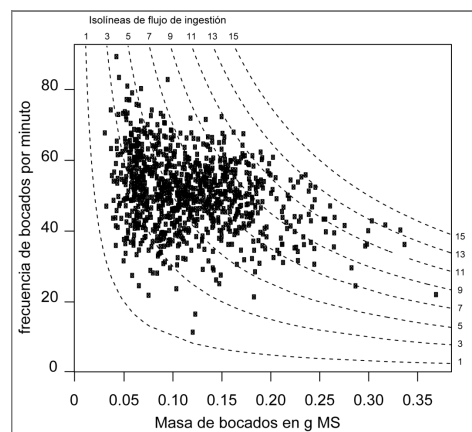


Figura 2. Relación entre la masa de bocado (g MS), frecuencia de bocados (bocados/min) y flujo de ingestión (g MS/min) para ovejas pastoreando en la estepa de Crau. Cada punto representa una secuencia ininterrumpida de ingestión. Las líneas punteadas conectan las masas y frecuencias que alcanzan un mismo flujo de ingestión. (Relation between bite mass (g DM), bite frequency (bites/min) and intake rate (g DM/min) for ewes grazing in the Crau steppe. Each dot represents a sequence of uninterrupted ingestion. The dotted isolines connect masses and frequencies that lead to the same intake rate).

CARACTERIZACIÓN DE LA INGESTIÓN POR OBSERVACIÓN DIRECTA

cada secuencia de ingestión. La posición de puntos en la gráfica permite visualizar el flujo de ingestión como líneas de isoflujos. En la gráfica observamos que los flujos de ingestión elevados, alrededor de 11 y 13 g MS/min sólo son posibles cuando una oveja combina bocados de masa superior a los 0,150 g MS con frecuencias de 40 a 70 bocados por minuto.

Los reportes de niveles elevados de flujo de ingestión asocian éstos con bocados de gran masa. Meuret (1997) reporta en condiciones de sotobosque flujos mayores a 13 g MS/min con bocados de masa cercana a 1 g MS, provenientes del estrato arbustivo. Tales bocados de gran masa son única-

mente posibles a frecuencias de bocado por minuto muy bajas del orden de 15 a 17 bocados/min. En praderas enmalezadas con arbustos Agreil (2003) y Agreil *et al.* (2005) reportan flujos de 13 g MS/min asociados a masas de bocados superiores a 0,4 g MS y frecuencias inferiores a 50 bocados/min. Estos mismos autores reportan flujos de 9 g MS/min, observados con masas de bocado de 0,2 a 0,3 g MS y frecuencias elevadas de 80 bocados/min. Estos resultados muestran que la ausencia de arbustos en la estepa de Crau no fue impedimento para registrar flujos de ingestión elevados. Las ovejas son capaces en este medio de efectuar bocados de masa regular de 0,150 g MS que asocia-

Tabla 1. Tipos de bocados, rango de masa, contenido total de proteína y lignocelulosa asociados a los bocados observados en las herbáceas, *Brachypodium* y otras gramíneas. (Categories distinguished during observation and the associated range of masses, total protein and lignocellulosic content for the case of forbs, *Brachypodium* and other grasses).

	Categorías de bocados	Rango de masa (g MS)	Proteína total (% MS)	Lignoceleulosa ADF (% MS)
Herbáceas				
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	8	0,066-0,148	12,7	31,4
<i>Ranunculus arvensis</i>	3	0,045-0,080	16,2	24,4
<i>Thymus vulgaris</i>	6	0,081-0,251	11	31,6
<i>Arctium lappa</i>	2	0,559-0,772	-	-
<i>Leantodon tuberosus</i>	10	0,041-0,196	23	20,2
<i>Silybum marianum</i>	3	0,119-0,401	16,2	31,2
<i>Plantago lagopus</i>	13	0,041-0,875	11,6	32,2
<i>Salvia verbenaca</i>	2	0,063-0,082	-	-
<i>Bellis sylvestris</i>	3	0,068-0,100	15	23,1
<i>Brachypodium</i>				
<i>Brachypodium retusum</i>	4	0,198-0,611	9,4	36,2
Otras gramíneas				
<i>Dactylis glomerata</i>	7	0,024-0,433	9,5	37,6
<i>Cynosorus cristatus</i>	8	0,025-0,322	13,9	30,5
<i>Bromus sterilis</i>	4	0,069-0,329	14,2	32,2
<i>Agrostis canina</i>	4	0,126-0,317	9,1	35,5
<i>Deschampia cespitosa</i>	6	0,068-2,116	10,1	37,7
<i>Holcus lanatus</i>	4	0,073-0,329	8,8	33
<i>Bromus erectus</i>	2	0,077-0,211	7,5	34,4

MS: materia seca; ADF: fibra ácido detergente.

dos a frecuencias de 70 bocados por minuto, resultan en niveles de ingestión de 11 a 13 g MS/min.

Se encontró una gran variedad de estructuras vegetales seccionadas por las ovejas. En las secuencias de ingestión, con una duración entre 120 y 140 segundos se encontraron entre 4 y 8 especies o grupos de especies diferentes. Solamente el 4,2% de 980 secuencias, contuvieron una sola especie o grupo de especie. Se identificaron un total de 89 conjuntos de planta y bocado resultado de las diferentes categorías de bocados aportadas por 17 especies o grupos de especies (**tabla I**). La masa media de dichas categorías resultaron muy diversas abarcando un rango de 0,024 a 2,116 g MS con una masa máxima de 0,551 g MS para las dicotiledóneas, 0,611 g MS para el *Brachypodium* y 2,116 g MS para las otras gramíneas (**tabla I**). En dicho rango hay bocados de masa superior a los 0,51 g MS reportados por Peinado-Lucena *et al.* (1992) como la masa máxima para los bocados provenientes de las gramíneas en primavera pero inferiores a los 3,57 g MS reportados por los mismos autores como la máxima para arbustos en primavera. En cuanto al contenido de materias proteicas y lignocelulosa (ADF) estos resultaron de 7,5% a 16,2% y de 20,2% a 37,7% de MS respectivamente (**tabla I**). Esta variedad de estructuras vegetales con-

cuerda con la gran heterogeneidad descrita como característica de la vegetación utilizada en los circuitos pastorales (Meuret, 1993).

Se analizó la ingestión asociada a tres tipos de plantas. Debido a la gran variación de plantas y bocados presentes en las secuencias de ingestión se efectuó un ANOVA para analizar la ingestión cuando la contribución mayoritaria a la materia seca es dada por alguna de los tres tipos de plantas discriminada: dicotiledóneas, *Brachypodium*, otras gramíneas. Los resultados arrojaron diferencias significativas para las variables masa de bocado ($p < 0,001$), frecuencia de bocado ($p < 0,001$) y flujo de ingestión ($p < 0,001$). Los resultados del ANOVA indican que la ingestión será diferente si la plantas que mas contribuyen son dicotiledóneas, *Brachypodium* o las otras gramíneas. Éstas efectivamente determinan la magnitud de la masa, frecuencia de bocado y flujo de ingestión que son posibles de ser efectuados por las ovejas. La masa media de bocados resultó de 0,084; 0,135 y 0,120 g MS, la frecuencia de bocados/min fue de 53, 49 y 50 para las secuencias donde las dicotiledóneas, el *Brachypodium* y las otras gramíneas contribuyeron de manera mayoritaria respectivamente (**figura 3**). En cuanto al flujo de ingestión, la media resultó en 4,4; 6,8 y 5,8 g MS/min cuando la contribución mayoritaria fue dada por las dicotiledó-

Tabla II. Comparación de medias mediante el test de Bonferroni para las variables frecuencia de bocados, masa de bocados y flujo de ingestión cuando las herbáceas, el *Brachypodium* o las otras gramíneas contribuyen mayoritariamente (una de las tres) al consumo de materia seca. Los valores *p* se indican para los tres pares comparados. (Comparison of means by Bonferroni test for variables bite frequency, bite mass and intake rate when forbs, *Brachypodium* or other grasses contributes (one of three) the most to the dry matter intake. The resulting *p*-values are indicated for the three pairs compared).

Pares de datos comparados	Frecuencia de bocados	Masa de bocados	Flujo de ingestión
Herbáceas- <i>Brachypodium</i>	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
Herbáceas-Otras gramíneas	$p < 0,01$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
<i>Brachypodium</i> -Otras gramíneas	NS	$p < 0,001$	$p < 0,001$

NS: no significativo.

CARACTERIZACIÓN DE LA INGESTIÓN POR OBSERVACIÓN DIRECTA

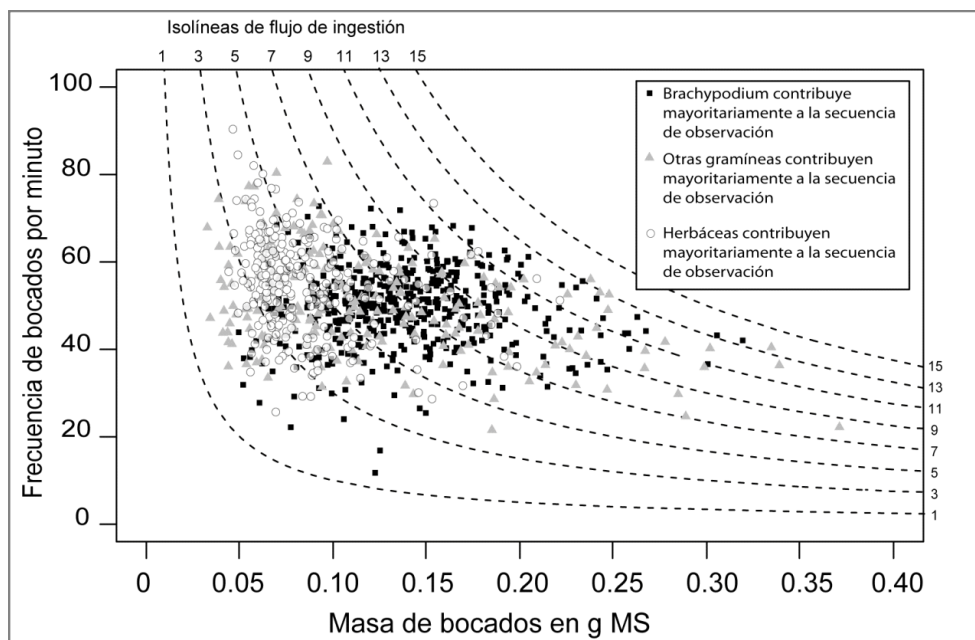


Figura 3. Relación entre la masa de bocados (g MS), frecuencia de bocados (bocados/min) y flujo de ingestión (g MS/min) en ovejas pastoreando en la estepa de Crau. Cada punto representa una secuencia de ingestión ininterrumpida cuando las herbáceas (círculos blancos), el *Brachypodium* (cuadros negros) o las otras gramíneas (triángulos grises) contribuyen mayoritariamente a la ingestión. La posición de los puntos en relación con los isoclines del flujo de ingestión (líneas punteadas) proveen información de la media del flujo de ingestión durante cada una de las secuencias. (Relation between bite mass (g DM), bite frequency (bites/min) and intake rate (g DM/min) for ewes grazing in the Crau steppe. Each dot represents a sequence of uninterrupted ingestion when forbs (white circles), *Brachypodium* (black squares) and other grasses (grey triangles) contributed the most to the intake. Dots' positions in relation to the intake rate isolines provide information on the average intake rate during each one of the sequences).

neas, el *Brachypodium* y por las otras gramíneas respectivamente.

Se encontraron diferencias significativas para la comparación de todos los pares de medias (test de Bonferroni) en el caso del flujo de ingestión y masa de bocado (**tabla II**). Sin embargo para el caso de la frecuencia de bocados la comparación del par *Brachypodium* otras gramíneas no fue significativa (**tabla II**). Estos resultados muestran como los valores de masa de bocado son superiores para el caso del *Brachypodium*, lo que

resulta en flujos de ingestión mayores a los obtenidos con la participación mayoritaria de las dicotiledóneas y las otras gramíneas. También confirma lo reportado en estudios sobre la respuesta funcional de rumiantes que muestran como una variación de la masa de bocados es más influyente que una variación en la frecuencia de bocados sobre la variación del flujo de ingestión (Spanlinger y Hobbs, 1992; Ginnet y Demment, 1995; Agreil *et al.*, 2005). Pero sobre todo permite revalorar al *Brachypodium* como recurso

alimentario para los rebaños. Esta gramínea adaptada a las condiciones de estepa ha sido considerada de calidad inferior y poco apreciada por las ovejas, sin embargo los resultados muestran como su contribución mayoritaria en la materia seca ingerida permite alcanzar los flujos de ingestión más elevados. Cabe señalar, que el *Brachypodium* presenta características nutritivas de calidad mediana (9,4% de materias proteicas y 36,2% de lignocelulosa ADF) similares a las que fueron observadas para el *Dactylis glomerata* (9,5% de materias proteicas y 37,6% de lignocelulosa ADF).

CONCLUSIÓN

La caracterización del comportamiento de ingestión mediante el método de observación directa en grandes rebaños con más de 1000 efectivos es viable. El gregarismo muy marcado y el comportamiento de ingestión-desplazamiento durante el pastoreo no requirió un período de acostumbamiento largo. La sola vegetación herbácea presente en la estepa de Crau permite a las ovejas alcanzar flujos de ingestión elevados de 11 a 13 g MS/min, similar a lo reportado en condiciones de sotobosque y matorrales. Las borregas son capaces de ingerir en promedio 4 especies diferentes por minuto de pastoreo. Cuando el *brachypodium* es la planta que contribuye de manera mayoritaria a la materia seca ingerida, el flujo de ingestión es significativamente mayor en comparación a las secuencias donde dicha contribución es dada por las dicotiledóneas

o las otras gramíneas. El *brachypodium* posibilita el aumento del flujo de ingestión pues los bocados de éste aportan una masa de bocado más elevada que aquellos efectuados en los dicotiledones y en las otras gramíneas. En la estepa del Sureste de Francia, el *Brachypodium* debe ser revalorizado como recurso alimenticio pues permite a las ovejas mayor eficacia en la ingestión instantánea de materia seca con un valor nutritivo mediano. Esta mayor eficacia, los flujos de ingestión elevados que permite así como el ahorro en tiempo de pastoreo que ello implica deben ser considerados en los futuros estudios para precisar los indicadores del valor de la vegetación de Crau para la alimentación de los ovinos. En estudios posteriores sería interesante caracterizar el proceso de selección efectuada por las ovejas, proceso que no formó parte de los objetivos del presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores reconocen las aportaciones de M. Meuret supervisor de doctorado de Pedro González-Pech del cual se desprende el presente artículo. También su gratitud hacia los pastores de Crau. Este trabajo fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT) - Ministère d'affaires étrangères y l'Institut National de Recherche Agronomique de France - Département de Sciences pour l'Action et le Développement en colaboración con el Conservatoire Études des Écosystèmes de Provence.

BIBLIOGRAFÍA

- Agreil, C. 2003. Pâturage et conservation des milieux naturels: une approche fonctionnelle visant à qualifier les aliments à partir de l'analyse du comportement alimentaire chez la brebis. Thèse Doctorat. l'Institut National Agronomique. Paris. 351 pp.
- Agreil, C. and Meuret, M. 2004. An improved method for quantifying intake rate and ingestive behaviour of ruminants in diverse and variable habitats using direct observation. *Small Ruminant Res*, 54: 99-113.
- Agreil, C., Fritz, H. and Meuret, M. 2005. Maintenance of daily intake through bite mass diversity adjustment in sheep grazing on heterogeneous and variable vegetation. *Appl Anim Behav Sci*, 91: 35-56.
- Agreil, C., Meuret, M. and Fritz, H. 2006. Adjustment of feeding choices and intake by a ruminant

CARACTERIZACIÓN DE LA INGESTIÓN POR OBSERVACIÓN DIRECTA

- foraging in varied and variable environments: new insights from continuous bite monitoring. In: Bels, V. (Ed.). *Feeding in domestic vertebrates: From structure to behaviour*. CABI. Wallingford, UK. pp. 302-325.
- Altman, J. 1974. Observational study of behaviour: sampling methods. *Behaviour*, 9: 227-265.
- Bonnet, O., Hagenah, N., Hebbelmann, L., Meuret, M. and Shrader, A.M. 2011. Is hand plucking an accurate method of estimating bite mass and instantaneous intake of grazing herbivores? *Rangeland Ecol Manag*, 64: 366-374.
- Bourrelly, M., Borel, L., Devaux, J.P., Louis-Palluel, J. et Archiloque, A., 1983. Dynamique annuelle et production primaire nette de l'écosystème steppique de Crau. *Biol Ecol Médit*, 10: 55-82.
- Buisson, E. and Dutoit, T. 2006. Creation of the natural reserve of La Crau: implications for the creation and management of protected areas. *J Environ Manage*, 80: 318-326.
- Devaux, J.P., Archiloque, A., Borel, L., Bourrelly, M. et Louis-Palluel, J. 1983. Notice de la carte phyto-sociologique de la Crau. *Biol Ecol Médit*, 10: 5-54.
- Dumont, B., Meuret, M. and Prud'hon, M. 1995. Direct observation of biting for studying grazing behaviour of goats and llamas on garrigue rangelands. *Small Ruminant Res*, 16: 27-35.
- Dureau, R. et Bonnefon, O. 1998. Étude des pratiques de gestion pastorale des coussouls. Patrimoine naturel et pratiques pastorales en Crau. CEEP Ecomusée de Crau. Saint-Martin de Crau, Fr. pp. 61-89.
- Franco-Guerra, Francisco J., Sánchez-Rodríguez M., Hernández Hernández, J.E., Espino-Barros, O.A., Camacho Ronquillo, J.C. y Hernández Ríos, M.A. 2008. Evolución del comportamiento alimentario de cabras criollas en especies arbóreas y arbustivas durante el pastoreo tras-humante, México. *Zootec Trop*, 26: 383-386.
- Gillingham, M.P., Parker, K.L. and Hanley, T.A. 1997. Forage intake by black-tailed deer in a natural environment: bout dynamics. *Can J Zool*, 75: 1118-1128.
- Ginnett, T.F. and Demment, M.W. 1995. The functional response of herbivores: analysis and test of a simple mechanistic model. *Funct Ecol*, 9: 376-384.
- Gómez-Castro, A.G., Peinado-Lucena, E., Sánchez-Rodríguez, M., Mata Moreno, C., Martínez Teruel, M. y Domenech García, V. 1991. Análisis de la evolución del comportamiento selectivo de un rebaño de ganado caprino a lo largo de la jornada de pastoreo. *Arch Zootec*, 40: 273-281.
- Hochberg, Y. 1988. A sharper Bonferroni procedure for multiple tests of significance. *Biometrika*, 75: 800-803.
- Holechek, J., Pieper, R. and Herbel, C. 2001. *Range Management Principles and Practices*. 4th ed. Prentice-Hall. Upper Saddle River, N.J. 577 pp.
- Iason, G., Sim, D. and Gordon, I. 2000. Do endogenous seasonal cycles of food intake influence behaviour and intake by grazing sheep? *Funct Ecol*, 14: 614-622.
- Meuret, M. 1993. Piloter l'ingestion au pâturage. *Étud Rech Syst Agraires Dév*, 27: 161-198.
- Meuret, M. 1997. Phéhensibilité des aliments chez les petits ruminants sur parcours en landes et sous-bois. *INRA Prod Anim*, 10: 391-401.
- Meuret, M., Bartiaux-Thill, N. and Bourbouze, A. 1985. Feed intake of dairy goats on woody rangelands: -direct observation of biting method; -chromic oxide method (in French, with English abstract). *Ann Zootech*, 34: 159-180.
- Meyer, D. 1983. Vers une sauvegarde et une gestion du milieu naturel de la Crau. *Biol Ecol Médit*, 10: 155-172.
- Neff, D.J. 1974. Forage preference of trained mule deer on the Beaver creek watersheds. *Arizona Game and Fish Department Special Report*, 4: 1-61.
- Otoni, E.B. 2000. Etholog 2.2 a tool for the transcription and timing of behavior observation sessions. *Behav Res Methods Instrum Comput*, 32: 446-449.
- Ouedraogo, C. 1991. Cinétiques d'ingestion par des chèvres laitières au pâturage étude dans 2 exploitations en région méditerranéenne. Diplôme d'Agronomie Approfondie. Productions Animales et Fourragères. ENSA de Rennes. 71 pp.
- Parker, K.L., Gillingham, M.P. and Hanley, T.A. 1993. An accurate technique for estimating forage intake of tractable animals. *Can J Zool*, 71: 1462-1465.
- Peinado-Lucena, E., Sánchez-Rodríguez, M., Gómez-Castro, A.G., Mata-Moreno, C. and Gallego-Barrera, J.A. 1992. Dry matter intake per mouthful by grazing dairy goats. *Small Ruminant*

GONZÁLEZ-PECHYAGREIL

- Res*, 7: 215-223.
- Sánchez-Rodríguez, M., Gómez-Castro, A.G., Peinado-Lucena, E., Mata-Moreno, C. and Doménech-García, V. 1993. Seasonal variation in the selective behaviour of dairy goats on the Sierra area of Spain. *J Anim Feed Sci*, 2: 43-50.
- Siegel, S. and Castellan, N.J. 1988. Nonparametric Statistics for the Behaviour Sciences. MacGraw Hill Int. NewYork-USA. 399 pp.
- Spalinger, D. and Hobbs, N. 1992. Mechanisms of foraging in mammalian herbivores: New models of functional response. *Am Nat*, 140: 325-348.
- Urbanek, S. and Iacus, S.M. 2008. R.app GUI 1.26 (5256). R Foundation for Statistical Computing.
- Wallis de Vries, M.F. 1995. Estimating forage intake and quality in grazing cattle: a reconsideration of the hand-plucking method. *J Range Manage*, 48: 370-375.
- Watkinson, A.R. and Ormerod, S.J. 2001. Grasslands, grazing and biodiversity: editors' introduction. *J Appl Ecol*, 38: 233-237.
- Williams, P. and Norris, K. 1990. Near-infrared technology in the agricultural and food industries. American Association of Cereals Chemists Inc. Minnesota, USA. 313 pp.
- Wolff, A., Dieuleveut, T., Martin, J.-L. and Bretagnolle, V. 2002. Landscape context and little bustard abundance in a fragmented steppe: implications for reserve management in mosaic landscapes. *Biol Conserv*, 107: 211-220.