

Comparaison de la méthode utilisant l'urée à d'autres méthodes indirectes d'estimation de l'état d'engraissement mesuré à l'abattage chez le chevreau mâle ou femelle alimenté au lait

Schmidely P., Bas P., Morand-Fehr P., Rouzeau A., Hervieu J.

in

Purroy A. (ed.).
Etat corporel des brebis et chèvres

Zaragoza : CIHEAM
Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 13

1992
pages 13-18

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=92605089>

To cite this article / Pour citer cet article

Schmidely P., Bas P., Morand-Fehr P., Rouzeau A., Hervieu J. **Comparaison de la méthode utilisant l'urée à d'autres méthodes indirectes d'estimation de l'état d'engraissement mesuré à l'abattage chez le chevreau mâle ou femelle alimenté au lait.** In : Purroy A. (ed.). *Etat corporel des brebis et chèvres.* Zaragoza : CIHEAM, 1992. p. 13-18 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 13)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Comparaison de la méthode utilisant l'urée à d'autres méthodes indirectes d'estimation de l'état d'engraissement mesuré à l'abattage chez le chevreau mâle ou femelle alimenté au lait

Ph. SCHMIDELY
P. BAS
P. MORAND-FEHR
A. ROUZEAU
J. HERVIEU

STATION DE NUTRITION ET ALIMENTATION (INRA) DE L'INA PG
16 RUE CLAUDE BERNARD, 75231 PARIS CEDEX 05 (FRANCE)

RESUME - L'objectif de cet article est de comparer différents prédicteurs des lipides corporels mesurés à l'abattage ou estimés par la méthode de dilution de l'urée chez des chevreaux alimentés au lait entre 2 et 7 semaines d'âge. Huit mâles (poids vif à l'abattage PVA = 16,5 kg avec du lait (s = 2,1) et six femelles (PVA = 12,1 kg ; s = 2,3) alimentés en 2 repas par jour avec du lait (14% MS, 23 % MAT et 4700 Kcal d'EM/kg MS), ont été injectés le matin à jeun, avec de l'urée (130 mg/kg PVA). Des échantillons de sang sont prélevés avant injection (urémie basale U_0) et 5, 10, 15, 20, 30, 45 et 60 mn après injection. L'espace de diffusion de l'urée (EU) a été calculé par un modèle ouvert à 2 compartiments, après ajustement non linéaire des urémies $U_t - U_0$ en fonction du temps t. Soixante mn après injection, les chevreaux ont été abattus ; l'ensemble des gras dissécables (TAA = omental + mésentérique + périoréal) a été pesé, et une note d'état corporel (EC) attribuée sur la carcasse (1: très maigre ; 5: très gras). Les animaux ont ensuite été broyés, et lyophilisés pour déterminer l'eau totale corporelle (ECT), puis analysés par la méthode de Folch pour obtenir le % de lipides du corps vide (LCV). La valeur de LCV pour les mâles et les femelles est respectivement de 9,5% (s = 1,7) et 11,4% (s = 1,5), EC est de 3,4 (0,6) et 3,5 (0,5). TAA est de 0,73 kg (s = 0,17) et 0,64 kg (s = 0,12), EU de 12,5 kg (s = 1,5) et 9,4 kg (s = 1,3). L'analyse des résidus des équations de prédiction de LCV par différents prédicteurs montrant des différences entre mâle et femelles, les données ont été regroupées en prenant en compte l'effet sexe. L'écart-type résiduel (ETR) de la prédiction de LCV (%) par PVA, EC, TAA, ECT et EU est respectivement de 1,6%, 1,8%, 1,3%, 1,9% et 2,1%. La prédiction de LCV est plus précise avec ECT qu'avec EU, probablement du fait que EU surestime fortement ECT chez le chevreau (SCHMIDELY et al., 1990). La précision de l'estimation de ECV peut être améliorée fortement en incluant en plus de PV soit EC (ETR = 1,4%) soit TAA (ETR = 0,9%) soit ECT (ETR = 0,6%). EU combiné à PV n'apporte qu'une faible amélioration de ETR (1,6%). Ces résultats montrent que, comparé à d'autres méthodologies indirectes d'estimation des lipides à l'abattage, l'espace de diffusion de l'urée est un estimateur peu précis des lipides corporels.

SUMMARY - The aim of this trial was to compare different estimations of body lipids either measured at slaughter or predicted by urea dilution space method in milk fed kids (2 to 7 weeks old). Eight male (body weight at slaughter BW = 16.5 kg; sd = 2.1) and six female kids (BW = 12.1 kg; sd = 2.3) fed twice a day with milk replacer (14% DM, 23 % CP and 4700 Kcal ME/kg DM), were injected with urea after an overnight fast (130 mg/kg BW). Blood samples were collected before injection (basal uremia U_0) and 5, 10, 15, 20, 30, 45 and 60 mn after injection. Urea dilution space (EU) was calculated using a 2 compartment open model after fitting of uremia $U_t - U_0$ vs time. Sixty mn after injection, kids were slaughtered, total visceral adipose tissues were removed and weighed (TVA = omental + mesenteric + perirenal) and body fat condition was estimated by a note (BCS) measured on carcass (1: very lean; 5: very fat). Kids were ground and lyophilised to obtain total body water (TBWA) and analysed by a Folch procedure to obtain % of lipids in empty body weight (LEBW). LEBW for males and females was respectively 9.5% (sd = 1.7) and 11.4% (sd = 1.5), BCS was 3.4 (0.6) and 3.5 (0.5), TVA was 0.72 kg (s = 0.17) and 0.64 kg (s = 0.12), EU was 12.5 kg (s = 1.5) and 9.4 kg (s = 1.3). Since analysis of residuals of regression of LEBW vs different estimators showed differences between males and females, data were pooled and analysed including sex effect. Residual standard deviation (RSD) of prediction of LCV (%) by BW, BCS, TVA, TBWA and EU was respectively 1.6%, 1.8%, 1.3%, 1.9% and 2.1%. Prediction of LEBW was more accurate with TBWA than with EU, probably because EU greatly overestimates TBWA in kids (SCHMIDELY et al., 1990). Accuracy of prediction improves by including BW with either BCS (RSD = 1.4%) or TVA (RSD = 0.9%) or TBWA (RSD = 0.6%). Combination of EU with BW slightly improves RSD (1.6%). These results show that EU is a poor predictor of body lipids when compared with other indirect methodologies used at slaughter.

Introduction

L'estimation de l'évolution de la composition corporelle est importante dans les expérimentations nutritionnelles durant la croissance. La mise en oeuvre de la méthode consistant à pratiquer des abattages successifs à âge variable est lourde, inapplicable à des effectifs importants ; par ailleurs, elle peut conduire à des biais non négligeables dans la mesure où l'échantillon sélectionné pour l'abattage n'est pas forcément représentatif de l'ensemble de la population.

Cependant, la relation étroite entre l'eau corporelle et les autres constituants chimiques de la matière vivante (en particulier les lipides) a permis d'utiliser différents marqueurs de l'eau corporelle (eau lourde, eau tritiée, urée...) pour prédire la composition d'un organisme. Nous avons montré que la mesure de l'espace de diffusion de l'eau lourde (ED_2O) chez le chevreau mâle alimenté au lait ou sevré est un bon estimateur de l'eau corporelle totale (ECT) puisque le coefficient de variation résiduelle de la prédiction de ECT par ED_2O est de 4% (Schmidely *et al.*, 1989).

Cette méthodologie, quoique satisfaisante en termes de précision, est coûteuse. L'objectif de cet essai est donc d'évaluer un autre marqueur, l'urée, moins coûteux et plus facilement dosable, et de la comparer avec d'autres méthodologies indirectes d'estimation de l'état d'engraissement mesuré à l'abattage chez le chevreau mâle ou femelle alimenté au lait.

Matériel et méthodes

Quatorze chevreaux, 8 mâles (poids vif à l'abattage PVA = 16,3 kg; $s = 1,3$) et 6 femelles (PVA = 12,3 kg, $s = 1,4$) ont été alimentés *ad libitum* depuis l'âge de 14 jours en 2 repas par jour avec du lait de remplacement (14 % de matière sèche (MS), 23% de matières azotées totales/kg MS; 4700 kcal d'énergie métabolisable/kg MS). A l'âge de 50j ($s = 2j$), les chevreaux à jeun ont reçu une injection d'une solution d'urée dans du sérum physiologique (300 g urée/l) à raison de 130 mg

d'urée/kg PVA. Des prélèvements pour mesurer l'urémie sanguine (U_t) ont été effectués avant injection (urémie basale U_0) et 5, 10, 15, 18, 20, 30, 40, 45, et 60 mn après injection afin de déterminer la cinétique de diffusion-élimination de l'urée dans l'organisme. L'espace de diffusion de l'urée (EU) dans l'organisme a été assimilé à un modèle ouvert à 2 compartiments (ATKINS, 1973) et calculé après ajustement non linéaire des cinétiques individuelles selon l'équation : $U_t - U_0 = A_1 e^{-\lambda_1 t} + A_2 e^{-\lambda_2 t}$. Les chevreaux ont ensuite été abattus 60 mn après l'injection; l'ensemble des gras viscéraux (TAA = omental + mésentérique + périmésentérique) a été pesé et une note d'engraissement de la carcasse (EC) attribuée (1 : très maigre à 5 : très gras). Les animaux ont ensuite été congelés avant broyage, lyophilisation (pour déterminer l'eau corporelle totale ECT = eau du corps vide (ECV) + eau des contenus digestifs (ECD)), puis analysés par la méthode de Folch pour obtenir le pourcentage de lipides du corps vide (LCV).

La prédiction de LCV a été effectuée par régression linéaire simple ou multiple à partir des différents prédicteurs mesurés à l'abattage (ECV, ECT, PVA, PCV, EC, TAA) ou calculés (EU).

Résultats et discussions

Après injection, la courbe moyenne de diffusion-élimination de l'urée est

$$U_t - U_0 = 110 (s = 27) \exp(-0,256 (s=0,09)*t) + 196 (s=7) \exp(-0,0024 (s=0,0004)*t), \text{ ETR} = 2,3; R = 0,89$$

L'urée surestime l'eau corporelle totale et l'eau du corps vide de façon importante (Tableau 1) puisque les relations entre ECT (ou ECV) et EU sont respectivement :

$$\text{ECT (g)} = 0,854 (s=0,07) \text{EU (g)}; \text{ ETR} = 650$$

$$\text{ECV (g)} = 0,791 (s=0,08) \text{EU (g)}; \text{ ETR} = 750$$

soit une surestimation de 15% et 21% de ECT et ECV respectivement. Ces valeurs sont importantes comparées

à celles obtenues avec l'eau lourde puisque D₂O surestime ECT de 8% et ECV de 17% chez le chevreau alimenté au lait (Schmidely *et al.*, 1989). Cette surestimation de l'eau corporelle par EU semble être reliée d'une part à des modifications des échanges d'urée entre les compartiments aqueux de l'organisme et d'autre part à l'importance du flux total de matières azotées ingérées quotidiennement (Schmidely *et al.*, 1990).

Les autres caractéristiques corporelles des animaux abattus ainsi que leur composition en eau et en lipides figurent au Tableau 1. A même âge les femelles pèsent environ 4 kg de moins que les mâles mais présentent une teneur en eau du corps vide plus faible (-1,5% NS) et une teneur en lipides significativement plus élevée (+1,8%). Chez les femelles, la quantité de gras viscéral exprimée en % de PCV est également plus élevée, alors que la note d'engraissement est la même chez les 2 sexes.

Ces différences liées au sexe nous ont conduit dans un premier temps à prédire séparément les lipides chez les 2 types d'animaux en prenant comme critère la qualité de l'ajustement, l'écart-type résiduel (ETR %) de l'estimation de LCV (% de PCV) à partir d'un prédicteur unique (régression linéaire simple) ou de plusieurs prédicteurs (régression linéaire multiple) (Fig. 1). A partir d'un prédicteur unique, chez le mâle et la femelle respectivement l'estimation des lipides corporels est peu précise avec EU (RSD = 2,2% et 2% respectivement) mais s'améliore pour atteindre 1,4% et 1,3% avec TAA. La combinaison linéaire de 2 variables prédictives est par ailleurs systématiquement meilleure quand PCV est inclus dans la régression. C'est le couple ECV + PCV qui détermine l'écart-type le plus faible (ETR = 0,4 chez le mâle et 0,6% chez la femelle) alors que EU associé à PCV ne permet d'améliorer que faiblement RSD (1,4 et 1,2% respectivement).

Compte tenu des faibles effectifs pour chaque sexe, nous avons regroupé les données des 2 types d'animaux en conduisant l'analyse de la façon suivante : l'estimation de LCV a été faite par régression qualitative en codant une variable supplémentaire SEXE = 0 pour le mâle et 1 pour les femelles, et en y ajoutant les variables prédictives précédentes. Le modèle de prédiction est donc :

$LCV = A + B + \text{Sexe} + \sum_i C_i * X_i$ où X_i est un des prédicteurs précédents (i limité à 2). Les équations de prédiction figurent au Tableau 2. Les modèles n'incluant qu'une seule variable en plus du sexe sont d'assez mauvais prédicteurs de LCV dépassant 1,3% d'écart type résiduel ; seule l'estimation de LCV par TAA + sexe permet d'atteindre 0,7% pour RSD. Ceci

montre qu'il est nécessaire à partir de cette mesure de disposer de 5 individus par lot pour mettre en évidence une différence de 1% de lipides avec une puissance minimale de 60% et un risque de $\alpha = 5\%$ entre 2 niveaux d'un même traitement. Les estimations de LCV avec 2 variables en plus du sexe sont nettement améliorées ; l'écart-type résiduel tombe à 0,6% avec ECT couplée à PVA ou ECV liée à PCV ; ceci montre qu'il est nécessaire de disposer de 4 individus pour mettre en évidence 1% de lipides corporels entre 2 niveaux de traitement dans les conditions statistiques décrites ci-dessus à condition de pratiquer un abattage et la lyophilisation complète de ces animaux.

Dans l'objectif initial, l'espace de diffusion de l'urée est utilisé afin d'effectuer des mesures sur un même animal sans abattage pour prédire ses lipides corporels en fonction du temps. Le couplage de EU à PVA prédit LCV selon l'équation :

$$LCV (\%) = -0,009 + 0,044 \text{ Sexe} + 12.10^{-5} \text{ PVA (g)} - 8.0.10^{-6} \text{ EU (g)}$$

avec un ETR de l'ordre de 1,2% ce qui est relativement élevé puisqu'il faut 11 chevreaux par lot de traitement pour une différence de 1% de lipides dans le corps vide, mais sans abattage.

Conclusion

Malgré une précision relativement faible comparée aux mesures effectuées à l'abattage, l'utilisation de l'espace de diffusion de l'urée permet de prédire la composition corporelle des chevreaux alimentés au lait, sans avoir à pratiquer un abattage et selon une méthodologie peu coûteuse et rapide. Elle doit permettre de développer des études à caractère nutritionnel dans des pays où le coût des animaux est élevé.

Références

- ATKINS, G.L. (1973). Modèles à compartiments multiples pour les systèmes biologiques. Gauthier-Villars Eds., Paris, 1973.
- SCHMIDELY, Ph., BAS, P. et ROUZEAU, A. (1989). Utilisation de l'urée chez le chevreau mâle. *Reprod. Nutr. Develop.*, suppl 2 (sous presse).
- SCHMIDELY, Ph., BAS, P. et ROUZEAU, A. (1989). Application de l'analyse compartimentale à l'utilisation de l'urée comme estimateur de l'eau corporelle chez le chevreau alimenté au lait. *Reprod. Nutr. Develop.* (sous presse).

Tableau 1. Caractéristiques corporelles des chevreaux mâles et femelles à 50 j d'âge, alimentés par du lait de remplacement.

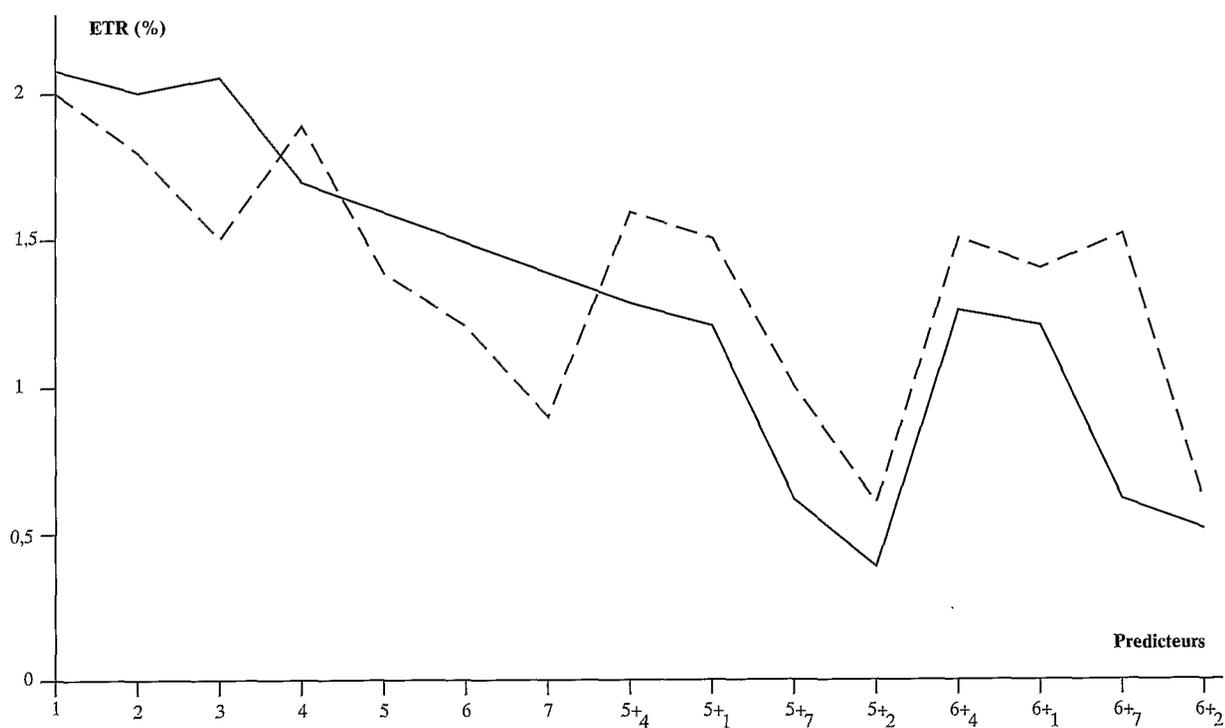
	MALES		FEMELLES	
	MOYENNE	ECART-TYPE	MOYENNE	ECART-TYPE
POIDS VIF ABATTAGE PVA (kg)	16,25	1,30	12,30	1,40
POIDS DU CORPS VIDE PCV (kg)	15,07	1,30	11,39	1,30
EAU CORPORELLE TOTALE -ECT (kg) -% PVA	11,02 67,75	1,20 7,40	8,20 66,80	0,89 7,40
EAU DU CORPS VIDE -ECV (kg) -% PCV	9,93 65,90	0,74 5,20	7,35 64,50	0,84 7,40
NOTE D'ETAT CORPOREL	3,40	0,60	3,50	0,50
GRAS VISCERAL TOTAL (kg)	0,72	0,17	0,64	0,12
LIPIDES TOTAUX DANS CORPS VIDE (kg)	1,44	0,32	1,31	0,28
LIPIDES TOTAUX (% CV)	9,60	1,70	11,40	1,50
ESPACE DE DIFFUSION DE L'UREE, EU (kg)	12,36	1,50	9,40	1,30

Tableau 2. Prédiction de la teneur en lipides corporels à partir de mesures effectuées à l'abattage ou à partir de l'espace de diffusion de l'urée.

MODÈLE (1,2)	CONSTANTE (A ₀)	SEXE (S ₁)	A ₁	A ₂	ETR
X ₁ = PVA (g)	-0,002 ns	0,043 **	6,0 10 ⁻⁶ +	-	1,4
= ECT (g)	0,037 ns	0,034 +	5,2 10 ⁻⁶ ns	-	1,6
= PCV (g)	-0,009 ns	0,044 *	6,9 10 ⁻⁶ *	-	1,3
= ECV (g)	0,016 ns	0,039 **	7,9 10 ⁻⁶ **	-	1,5
= EC	0,035 +	0,018 **	0,017 **	-	1,3
= TAA (g)	0,028 *	0,027 ***	9,3 10 ⁻⁵ ***	-	0,7
= EU (g)	0,082 +	0,022 +	1,1 10 ⁻⁶ ns	-	1,6
X ₁ = PVA (g)					
X ₂ = ECT (g)	0,079 ***	0,014 *	4,0 10 ⁻⁵ ***	-5,8 10 ⁻⁵ ***	0,6
X ₂ = EC	0,009 ns	0,027 +	2,2 10 ⁻⁶ ns	0,014 +	1,3
X ₂ = TAA (g)	0,017 ns	0,030 ***	8,0 10 ⁻⁷ ns	8,9 10 ⁻⁵ ***	0,8
X ₂ = EU (g)	-0,009 ns	0,044 **	1,2 10 ⁻⁵ **	-8,0 10 ⁻⁶ +	1,2
X ₁ = PCV (g)					
X ₂ = ECV (g)	0,079 +	0,018 **	2,9 10 ⁻⁵ ***	-3,8 10 ⁻⁵ ***	0,6
X ₂ = EC	0,027 ns	0,030 *	3,2 10 ⁻⁶ ns	0,013 +	1,3
X ₂ = TAA (g)	0,013 ns	0,031 **	1,3 10 ⁻⁶ ns	8,6 10 ⁻⁵ ***	0,7
X ₂ = EU (g)	-0,005 ns	0,040 ***	1,3 10 ⁻⁵ **	-8,0 10 ⁻⁶ *	1,1

1. Modèle Lipides (% du corps vide) = a₀ + s₁*sexe + a₁*x₁ + a₂*x₂ avec sexe = 0 pour les mâles et sexe = 1 pour les femelles.

2. ns : non significatif; + : p < 0,10; * : p < 0,05; ** : p < 0,01; *** : p < 0,001.



- 1 : Espace de diffusion de l'urée EU
- 2 : Eau corporelle totale ECT
- 3 : Eau du corps vide ECV
- 4 : Etat corporel EC
- 5 : Poids vit à l'abattage PVA
- 6 : Poids du corps vide
- 7 : Tissus adipeux abdominaux TAA

Fig. 1. Précision de l'estimation de la teneur en lipides corporels par divers predicteurs chez le chevreau mâle (---) ou femelle (—).