

Estimation des paramètres génétiques de la croissance et de l'efficacité alimentaire dans deux lignées commerciales.

H. GARREAU¹, J. HURTAUD², L. DROUILHET¹,

¹INRA, UR 631 SAGA Chemin de Borde Rouge, BP 52627, 31326, Castanet Tolosan, France

²Hypharm, La Corbière, 49450 Roussay, France

Résumé: Les paramètres génétiques de la croissance et de l'efficacité alimentaire ont été estimés dans deux lignées paternelles du sélectionneur Hypharm. Les caractères de croissance ont une héritabilité plus élevée dans la lignée AGP39 que dans la lignée AGP59 (0,24, 0,24 et 0,22 contre 0,17, 0,14 et 0,12 pour le poids à 31 jours, le poids à l'abattage et le gain moyen de poids quotidien, respectivement). L'héritabilité des caractères d'efficacité alimentaire est en revanche plus élevée dans la lignée AGP59 que dans la lignée AGP39 (0,40 et 0,42 contre 0,29 et 0,33 pour l'indice de consommation et la consommation résiduelle, respectivement). Dans la lignée AGP39, la consommation résiduelle est génétiquement indépendante du poids au sevrage (0,02) du poids à 63 jours (-0,07) et du GMQ (-0,14) mais elle est très corrélée avec l'indice de consommation (0,88). Dans la lignée AGP59, la consommation résiduelle est défavorablement corrélée avec le poids à 70 jours (0,43) et le GMQ (0,44) mais favorablement très corrélée avec l'indice de consommation (0,87).

Abstract. Estimation of genetic parameters of growth and feed efficiency traits in two commercial lines. Genetic parameters of growth and feed efficiency were estimated in two paternal lines of the Hypharm breeding company. Heritability estimates of growth traits were higher in the AGP39 line than in the AGP59 line (0,24, 0,24 et 0,22 versus 0,17, 0,14 et 0,12 for weaning weight, slaughter weight and average daily gain, respectively). However heritability estimates of feed efficiency traits were higher in the AGP59 line than in the AGP39 line (0,40 and 0,42 versus 0,29 and 0,33 for feed conversion ratio and residual feed consumption, respectively). In the AGP39 line, residual feed consumption is genetically independent from weaning weight (0,02), weight at 63 days (-0,07) and average daily gain (-0,14) but is highly correlated with feed conversion ratio (0,88). In the AGP59 line, residual feed consumption is unfavourably correlated with weight at 70 days (0,43) and average daily gain (0,44) but is positively highly correlated with feed conversion ratio (0,87).

Introduction

L'alimentation représente environ 60 % des coûts de production du lapin de chair. L'amélioration de l'efficacité alimentaire devrait donc permettre d'améliorer la compétitivité de la filière mais également de réduire les rejets animaux et de limiter l'impact environnemental de l'élevage. L'amélioration de l'efficacité alimentaire peut être obtenue par sélection génétique (Drouilhet *et al.*, 2013, Larzul et Rochambeau 2005) soit en sélectionnant sur l'indice de consommation, c'est-à-dire le rapport de la quantité d'aliment consommé sur le gain de poids vif, soit en sélectionnant sur la consommation résiduelle, c'est-à-dire la fraction d'aliment consommé qui n'est pas utilisée pour les besoins estimés d'entretien et de croissance. Cet article présente les paramètres génétiques des caractères de croissance et d'efficacité alimentaire de deux lignées paternelles du sélectionneur Hypharm.

1. Matériel et méthodes

1.1 Conduite et mesure des animaux

L'étude a porté sur 3714 animaux de la lignée AGP39 et 3602 animaux de la lignée AGP59 du sélectionneur Hypharm. Les deux lignées sont sélectionnées pour le poids en fin de contrôle, le rendement de carcasse, la résistance aux troubles digestifs et contre le

pourcentage de gras péri rénal. Dans la première portée de chaque femelle, 4 lapereaux sont prélevés après le sevrage à 31 jours d'âge et placés dans des cages individuelles. Ils reçoivent un aliment granulé commercial à volonté jusqu'à la fin de l'engraissement à 63 jours pour les AGP39 et à 70 jours pour les AGP59. Les animaux sont pesés au sevrage et à la fin de l'engraissement.

Le gain moyen quotidien est obtenu en divisant le gain de poids total entre le sevrage et la fin de l'engraissement par le nombre de jours de la période de croissance. La quantité d'aliment consommé est enregistrée pour chaque animal. L'indice de consommation est obtenu en divisant la quantité totale d'aliment consommé par le gain de poids sur la période de croissance.

1.2 Analyse statistique

La consommation résiduelle (CR) a été obtenue par la résiduelle d'une régression linéaire multiple de la consommation totale d'aliment sur le poids métabolique moyen (poids moyen entre le sevrage et la fin de croissance à la puissance 0,75) pour prendre en compte les besoins d'entretien, et sur le gain moyen quotidien (GMQ) sur la période de croissance pour prendre en compte les besoins de croissance. Ce calcul a été réalisé par la procédure REG du logiciel SAS. Les paramètres génétiques

(composantes de variance et covariance) ont été estimés par la méthode du maximum de vraisemblance restreinte (REML) appliquée à un modèle animal en utilisant le logiciel ASReml (Gilmour *et al.*, 2009). Les caractères ont été analysés individuellement dans un premier temps pour tester les effets fixes des modèles puis deux à deux afin

d'estimer les corrélations génétiques. Pour l'ensemble des caractères les effets fixes retenus dans le modèle étaient la bande, le sexe et la taille de portée au sevrage. Deux effets aléatoires ont été ajoutés au modèle: l'effet génétique additif et l'effet d'environnement commun de portée de l'animal.

Tableau 1. Statistiques élémentaires des caractères mesurés dans les lignées AGP39 et AGP59.

Caractère	AGP39		AGP59	
	moyenne	écart type	moyenne	écart type
Poids à 31 jours (g)	864	153	833	141
Poids à 63 jours (g)	2859	283	/	/
Poids à 70 jours (g)	/	/	3261	336
GMQ (g/jour)	60	6	61	7
Consommation d'aliment (g)	5720	711	7076	902
Indice de consommation	2,88	0,24	2,91	0,23
Consommation résiduelle (g)	0	382	0	437

Tableau 2. Estimations de l'héritabilité (h^2), de l'effet d'environnement commun de portée (c^2) et écart type d'erreur () pour les caractères mesurés dans les lignées AGP39 et AGP59

Caractère	AGP39		AGP59	
	h^2	c^2	h^2	c^2
Poids à 31 jours	0,24 (0,08)	0,44 (0,04)	0,17 (0,08)	0,52 (0,04)
Poids à 63 jours	0,24 (0,06)	0,22 (0,06)	/	/
Poids à 70 jours	/	/	0,14 (0,06)	0,27 (0,03)
GMQ	0,22 (0,05)	0,09 (0,02)	0,12 (0,05)	0,12 (0,02)
Indice de consommation	0,29 (0,07)	0,13 (0,03)	0,40 (0,07)	0,06 (0,02)
Consommation résiduelle	0,33 (0,06)	0,07 (0,02)	0,42 (0,06)	0,07 (0,02)

2. Résultats

Les statistiques élémentaires des caractères mesurés dans les deux lignées sont données dans le tableau 1. Dans la lignée AGP39, l'équation de régression de la consommation d'aliment était : Consommation d'aliment = -1375 + 1,55*GMQ + 14,20*(poids moyen)^{0,75} + CR. Dans la lignée AGP59, l'équation de régression de la consommation d'aliment était : Consommation d'aliment = -1626 + 1,36*GMQ + 15,29*(poids moyen)^{0,75} + CR. Les valeurs d'héritabilité des caractères mesurés sont données dans le tableau 2. Les caractères de croissance ont une héritabilité plus élevée dans la lignée AGP39 que

dans la lignée AGP59 (0,24, 0,24 et 0,22 contre 0,17, 0,14 et 0,12 pour le poids à 31 jours, le poids à l'abattage et le GMQ, respectivement). L'héritabilité des caractères d'efficacité alimentaire est en revanche plus élevée dans la lignée AGP59 que dans la lignée AGP39 (0,40 et 0,42 contre 0,29 et 0,33 pour l'indice de consommation et la consommation résiduelle, respectivement). Cependant, compte tenu des écarts-types d'erreur d'estimation, compris entre 0,04 et 0,08, les différences d'héritabilités entre les deux lignées ne sont pas significatives.

Les corrélations génétiques entre caractères de la lignée AGP39 sont données dans le tableau 3.

Tableau 3. Estimation des corrélations génétiques et écart type d'erreur () pour les caractères mesurés dans la lignée AGP39

	Poids 31 jours	Poids 63 jours	GMQ	Indice de consommation
Poids 63 jours	0,53 (0,21)			
GMQ	0,09 (0,23)	0,70 (0,08)		
Indice de consommation	0,46 (0,29)	0,00 (0,27)	-0,37 (0,26)	
Consommation résiduelle	0,02 (0,27)	-0,07 (0,23)	-0,14 (0,31)	0,88 (0,03)

Tableau 4. Estimation des corrélations génétiques et écart type d'erreur () pour les caractères mesurés dans la lignée AGP59

	Poids 31 jours	Poids 70 jours	GMQ	Indice de consommation
Poids 70 jours	0,59 (0,22)			
GMQ	0,17 (0,35)	0,81 (0,08)		
Indice de consommation	0,65 (0,26)	0,52 (0,25)	0,22 (0,24)	
Consommation résiduelle	0,22 (0,25)	0,43 (0,27)	0,44 (0,22)	0,87 (0,02)

La corrélation entre le poids au sevrage et le poids à 63 jours est modérée (0,53). Le GMQ est corrélé au poids en fin de contrôle (0,70) alors qu'il n'est pas significativement corrélé au poids au sevrage. L'indice de consommation est défavorablement corrélé avec le poids au sevrage (0,46), génétiquement indépendant du poids à 63 jours mais favorablement corrélé avec le GMQ (-0,37). La consommation résiduelle est génétiquement indépendante du poids au sevrage (0,02), du poids à 63 jours (-0,07) et du GMQ (-0,14) mais elle est très corrélée avec l'indice de consommation (0,88).

Les corrélations génétiques entre caractères de la lignée AGP59 sont données dans le tableau 4. La corrélation entre le poids au sevrage et le poids à 70 jours est également modérée (0,59). Comme pour la lignée AGP39, le GMQ est corrélé au poids en fin de contrôle (0,81) alors qu'il n'est pas significativement corrélé au poids au sevrage. L'indice de consommation est également défavorablement corrélé avec le poids au sevrage (0,65) mais aussi avec le poids à 70 jours (0,52). Il n'est pas significativement corrélé au GMQ. A la différence de la lignée AGP39, la consommation résiduelle de la lignée AGP59 est défavorablement corrélée avec le poids à 70 jours (0,43) et le GMQ (0,44).

3. Discussion

Les estimations d'héritabilité du poids au sevrage des deux lignées (0,24 et 0,17 respectivement) sont en accord avec les valeurs rapportées par Garcia et Baselga (2002) (0,22) mais plus élevées que celles données par Lukefahr *et al.* (1996) (0,04), Larzul et Rochambeau (2005) (0,09) et Drouilhet *et al.* (2013) (0,06). L'héritabilité estimée du poids à 63 jours dans la lignée AGP39 (0,24) est conforme aux valeurs données par Garcia et Baselga (2002) (0,30) et Larzul et Rochambeau (2005) (0,22). Dans la lignée AGP59, l'héritabilité du poids à 70 jours (0,14) est plus faible et proche des valeurs données par Lukefahr *et al.* (1996) (0,12) et Drouilhet *et al.* (2013) (0,14). Les valeurs d'héritabilité du GMQ de la littérature fluctuent grandement : 0,11 (Piles et Blasco 2003), 0,17 (Lukefahr *et al.*, 1996), 0,22 (Garcia et Baselga 2002, Drouilhet *et al.*, 2013), 0,41 (Larzul et De Rochambeau 2005). Les estimations dans notre étude (0,22 et 0,12 respectivement) s'inscrivent sans difficulté dans ce large intervalle. Les héritabilités estimées pour l'indice de consommation (0,29 et 0,40) sont assez élevées par rapport aux valeurs données par la littérature : 0,25 (Piles *et al.*, 2004), 0,27 (Larzul et Rochambeau 2005) et 0,19 (Drouilhet *et al.*, 2013). Les héritabilités estimées pour la consommation résiduelle (0,33 et 0,42 respectivement) sont plus proches de celle rapportée par Larzul et Rochambeau (2005) (0,45) que celle donnée par Drouilhet *et al.* (2013) (0,16). Chez le porc, les héritabilités estimées pour la consommation résiduelle varient de 0,10 à 0,42 (Clutter 2011). Dans cette espèce, la consommation résiduelle est le plus souvent estimée

en incluant l'épaisseur de lard dorsal dans l'équation de régression multiple en plus du poids métabolique et du gain de poids. Chez le lapin, la faible adiposité des animaux en croissance et le manque de précision des appareils de mesure in vivo ne permettent pas d'estimer convenablement la part de la consommation alimentaire allouée au dépôt adipeux dans l'équation d'estimation de la consommation résiduelle (Larzul et Rochambeau 2005).

Les estimations de l'effet d'environnement commun de portée pour le poids au sevrage sont élevées. Les valeurs de cet effet diminuent avec le temps de telle sorte que les estimations sont plus élevées pour le poids au sevrage que pour le poids à 63 jours ou à 70 jours. Cette tendance a déjà été décrite dans plusieurs études (Ferraz et Eler 1994, Garcia et Baselga 2002, Larzul et Rochambeau 2005, Larzul *et al.*, 2005).

En raison de l'effectif limité d'animaux contrôlés, les écarts-types d'erreur des estimations des corrélations génétiques sont élevés. Les valeurs décrites dans cette étude peuvent donc évoluer avec l'accumulation des données et l'augmentation de la précision. Dans la lignée AGP39, les corrélations génétiques entre l'indice de consommation et les caractères de croissance (nulle avec le poids à 63 jours et -0,37 avec le GMQ) sont très similaires à celles rapportées par Drouilhet *et al.* (2013) (-0,11 avec le poids à 63 jours et -0,38 avec le GMQ). Ce résultat indique qu'une sélection sur le GMQ ne permet qu'une amélioration modérée de l'indice de consommation. Il est difficile d'expliquer les corrélations défavorables entre l'indice de consommation et les caractères de croissance dans la lignée AGP59 car il n'y a pas d'équivalent dans la littérature. Cette valeur doit toutefois être relativisée par la faible précision de l'estimation (écart-type d'erreur = 0,22). La forte valeur de corrélation estimée entre l'indice de consommation et la consommation résiduelle dans les deux lignées (0,88 et 0,87) est en accord avec les valeurs rapportées par Drouilhet *et al.* (2013) (0,96) et par Larzul et De Rochambeau (2005) (1,00). Chez le porc, les valeurs de cette corrélation sont également élevées (de 0,52 à 0,85, Saintilan *et al.*, 2013). Ces estimations nous permettent d'affirmer qu'une sélection sur la consommation résiduelle se traduirait par une diminution de l'indice de consommation.

Une autre façon d'améliorer l'efficacité alimentaire consiste à sélectionner le GMQ des lapins en alimentation restreinte durant la phase de croissance (Drouilhet *et al.*, 2013). Ce critère est en effet héritable (0,16) et fortement corrélé avec l'indice de consommation (0,81). Une sélection de ce type a été réalisée chez le porc (Nguyen *et al.*, 2005). Elle a permis de montrer que l'efficacité alimentaire était améliorée, même lorsque les animaux sont nourris *ad libitum*, avec une augmentation de la vitesse de croissance, une diminution de l'adiposité des carcasses, mais aussi une diminution de l'ingéré spontané.

Conclusion

Cette étude a permis d'estimer les paramètres génétiques de la croissance et de l'efficacité alimentaire dans deux lignées commerciales. Les valeurs d'héritabilité de l'indice de consommation et de la consommation résiduelle sont assez élevées pour autoriser un progrès génétique satisfaisant pour l'un ou l'autre des caractères.

Références

- CLUTTER A. C. 2011. Genetics of performance traits. In: *The Genetics of the Pig* (edited by Rothschild, M. F. & Ruvinsky, A.). Pp. 325-389.
- DROUILHET L., GILBERT H., BALMISSE E., RUESCHE J., TIRCAZES, A., LARZUL, C., GARREAU, H. 2013. Genetic parameters for two selection criteria for feed efficiency in rabbits. *J Anim Sci*, In press.
- FERRAZ F. B. S., ELER J. P. 1994. Use of different animal models in prediction of genetic parameters of 23 traits of Californian and New Zealand White rabbits in tropics and suggestion of selection criteria. In: *Proceedings of the 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Pp. p. 348-351. Guelph, Canada: Wiley-Blackwell.
- GARCIA M. L., BASELGA M. 2002. Estimation of correlated response on growth traits to selection in litter size of rabbits using a cryopreserved control population and genetic trends. *Livest Prod Sci*, 78, 91-98.
- GILMOUR A. R., GOGEL B. J., CULLIS B. R., THOMPSON R. 2009. *ASReml User Guide* Hemel Hempstead, HP1 ES, UK: VSN International Ltd.
- LARZUL C. ROCHAMBEAU H. 2005. Selection for residual feed consumption in the rabbit. *Livest Prod Sci*, 95, 67-72.
- LARZUL C., GONDRET F., COMBES S., DE ROCHAMBEAU H. 2005. Divergent selection on 63-day body weight in the rabbit: response on growth, carcass and muscle traits. *Genet Sel Evol*, 37, 105-22.
- LUKEFAHR S. D., ODI H. B., ATAKORA, J. K. A. 1996. Mass selection for 70-day body weight in rabbits. *J Anim Sci*, 74, 1481-9.
- NGUYEN N. H., MCPHEE C. P., WADE C. M. 2005. Responses in residual feed intake in lines of Large White pigs selected for growth rate on restricted feeding (measured on ad libitum individual feeding). *J Anim Breed Genet*, 122, 264-70.
- PILES M., BLASCO A. 2003. Response to selection for growth rate in rabbits estimated by using a control cryopreserved population. *World Rabbit Sci*, 11, 53-62.
- PILES M., GOMEZ E. A., RAFEL O., RAMON, J., BLASCO A. 2004. Elliptical selection experiment for the estimation of genetic parameters of the growth rate and feed conversion ratio in rabbits. *J Anim Sci*, 82, 654-60.
- SAINTILAN R., MEROUR I., BROSSARD L., TRIBOUT T., DOURMAD J. Y., SELLIER P., BIDANEL J., VAN MILGEN J., GILBERT, H. 2013. Genetics of residual feed intake in growing pigs: relationships with production traits, and nitrogen and phosphorus excretion traits. *J Anim Sci*, doi:10.2527/jas.2012-5687.