

Définir des stratégies alimentaires alliant performance économique et impact environnemental grâce à la modélisation du groupe de porcs en croissance

Ludovic BROSSARD (1), Nathalie QUINIOU (2), Jean-Yves DOURMAD (1), Yvon SALAÛN (2), Jaap van MILGEN (1)

(1) INRA, UMR1079 SENAH, 35590 Saint-Gilles

(2) IFIP - Institut du Porc, BP35104, 35651 Le Rheu cedex

ludovic.brossard@rennes.inra.fr

A herd modelling approach to define feeding strategies combining economic performance and environmental concern in fattening pigs

We simulated herd performance using InraPorc model to evaluate different feeding strategies in terms of economic performance and environmental impact. A population of 1000 virtual pigs was generated from data from a real population of pigs. Performance were simulated using different feeding strategies varying in digestible lysine to NE ratio in diets (85 to 115% of the mean population requirement) and number of diets used (i.e., a two-phase strategy or a continuous multiphase strategy where the lysine/NE ratio was changed daily according to the requirement). Diets were formulated on a least-cost basis using feed prices of September 2007 (P1) or March 2009 (P2). Average daily gain increased while feed-to-gain ratio and duration of growth decreased with increasing lysine content. Maximum performance was achieved for a supply of 105 to 115% of the mean population requirement for lysine/NE. Increasing the lysine/NE ratio up to 105 or 110% of the mean requirement was associated with a reduction in total feed cost and an increase in economical return (carcass payment minus feed cost). When using a lysine/NE ratio greater than the mean population requirement, nitrogen excretion was reduced with the multiphase feeding strategy compared to the two-phase strategy. Excretion and feed cost were lower and the economical return was higher in P2 scenario. Relation between economical return and nitrogen excretion depends on the feeding strategy and the feed price context. Using multiphase strategies with amino acids supply higher than the mean requirement of the population allows optimizing economical return while reducing nitrogen excretion.

INTRODUCTION

InraPorc est un modèle et un outil destiné à l'évaluation de la réponse du porc à différentes stratégies nutritionnelles. Etant un modèle déterministe, InraPorc considère l'individu moyen et ignore la variabilité qui peut exister dans une population. En pratique, les stratégies alimentaires sont appliquées à une population et non à l'individu, et le choix d'une stratégie donnée a des conséquences économiques (prix d'aliment, paiement des carcasses) et environnementales : une partie de la population peut être nourrie au delà du besoin, accroissant les rejets. L'objectif de cette étude est d'évaluer par simulation l'impact sur les performances zootechniques, économiques et environnementales, de différentes stratégies alimentaires appliquées à une population de porcs en croissance.

1. MATERIEL ET METHODES

Dans une étude précédente, nous avons pu caractériser la variabilité d'une population de porcs en termes de cinétiques d'ingestion et de croissance (Brossard *et al.*, 2009). Ces informations ont été utilisées pour générer une population de 1000 porcs virtuels. Les performances de ces porcs ont été

simulées individuellement avec InraPorc suivant stratégies alimentaires variant par leur ratio lysine digestible (Lys) sur énergie nette (EN) dans l'aliment (85 à 115% du besoin moyen de la population) et par le nombre d'aliments utilisés (biphase : changement d'aliment à 112 j d'âge ; multiphase : évolution quotidienne du ratio Lys/EN selon le besoin). Les aliments ont été formulés au moindre coût selon deux contextes de prix de matières premières : n°1, septembre 2007 (prix élevés) et n°2, mars 2009 (prix modérés) (Notes de conjoncture Aliment). Les contraintes de formulation étaient de 9,71 MJ EN et 11 à 16,5% de MAT. Les niveaux de référence (100%) pour l'apport de Lys/EN étaient respectivement de 0,762 et 0,635 g/MJ pour le premier et le deuxième régime de la séquence biphase, et de 0,762 et 0,531 g/MJ pour les deux régimes utilisés en mélange en séquence multiphase. Le prix, la MAT et l'incorporation des acides aminés de synthèse des aliments formulés augmentaient avec la teneur en Lys. Le prix et la MAT étaient plus élevés en contexte n°1, à l'inverse de l'incorporation des acides aminés de synthèse. Les simulations étaient conduites de 65 jours d'âge jusqu'à un poids moyen de la population de 112 kg. Les résultats individuels ont été utilisés pour calculer, à l'échelle de la population, les performances zootechniques (GMQ, CMJ, IC), économiques (Quiniou *et al.*, 2007), et l'impact environnemental (excrétion

d'azote). Le paiement de la carcasse était calculé selon la grille française de paiement du TMP (mars 2009).

2. RESULTATS

Avec l'augmentation de l'apport de Lys/EN, le GMQ de la population augmente alors que l'IC diminue (Tableau 1), de même que la durée de croissance et les quantités ingérées totales (données non indiquées). Les performances maximales sont atteintes pour un apport entre 105 et 115 % du besoin moyen de la population en Lys/EN. Lorsque le ratio Lys/EN augmente de 85 à 105% du besoin moyen de la population, le coût alimentaire diminue parallèlement à une amélioration de l'IC. Le retour économique augmente avec l'accroissement du ratio Lys/EN avec un maximum pour des apports supérieurs à 110% du besoin moyen. Le retour économique est plus élevé dans le contexte n°2 du fait de coûts alimentaires plus faibles. L'excrétion d'azote s'accroît avec l'augmentation de l'apport de Lys/EN pour la séquence biphasé alors qu'elle diminue puis augmente avec la séquence multiphasé. L'excrétion d'azote est plus importante lorsque les aliments sont formulés dans le

contexte n°1 du fait d'une MAT supérieure dans les régimes formulés. L'excrétion d'azote est également plus élevée pour la séquence biphasé pour des apports en Lys/EN supérieurs au besoin moyen. L'amplitude de la réponse du retour économique et de l'excrétion d'azote à une variation d'apport de Lys/EN dépend de la stratégie alimentaire et du contexte de prix relatif entre matières premières.

DISCUSSION-CONCLUSION

La réduction de l'excrétion d'azote résulte d'une augmentation de l'efficacité du dépôt protéique et d'une réduction de la quantité ingérée totale. Utiliser une stratégie multiphasé avec des apports en lysine supérieurs au besoin moyen de la population permet d'optimiser le retour économique tout en réduisant l'excrétion d'azote. Les résultats peuvent cependant évoluer selon le contexte de prix des matières premières. Les simulations basées sur des modèles stochastiques permettent de modéliser le troupeau et d'inclure la variation entre animaux, ce qui apparaît indispensable dans les évaluations multicritères des stratégies alimentaires.

Tableau 1 : Résultats zootechniques et économiques selon le contexte de prix des matières premières, l'apport de Lysine/EN et la séquence alimentaire

Prix des matières premières	Séquence alimentaire	Niveau d'apport de Lys/EN (en % du niveau de référence)							e.t.r. ¹	Statistiques ²
		85	90	95	100	105	110	115		
Contexte n°1										
GMQ (g/j)	Biphase	826	853	872	886	892	896	897	24	A***, S***, AxS***
	Multiphasé	778	813	844	866	881	890	895		
IC	Biphase	2,88	2,79	2,72	2,69	2,67	2,66	2,65	0,06	A***, S***, AxS***
	Multiphasé	3,08	2,94	2,83	2,75	2,70	2,67	2,66		
Coût alimentaire ³ (Δ €/porc)	Biphase	+3,8	+2,2	+0,3	0	-0,5	-0,1	-0,6	0,8	A***, S***, AxS***
	Multiphasé	+8,3	+5,3	+2,9	+1,0	-0,1	-0,6	-0,2		
Excrétion d'azote (kg/porc)	Biphase	3,01	3,05	3,10	3,24	3,39	3,53	3,59	0,07	A***, S***, AxS***
	Multiphasé	3,12	3,00	2,99	3,04	3,12	3,20	3,27		
Ecart de marge ³ (Δ €/porc)	Biphase	-8,6	-4,6	-1,6	0	+0,9	+1,3	+1,3	2,9	A***, S***, AxS***
	Multiphasé	-17,4	-11,4	-6,4	-2,8	-0,6	+0,6	+1,0		
Contexte n°2										
GMQ (g/j)	Biphase	800	826	844	868	882	892	897	21	A***, S***, AxS***
	Multiphasé	769	806	837	862	870	878	887		
IC	Biphase	2,95	2,88	2,82	2,75	2,70	2,67	2,65	0,06	A***, S***, AxS***
	Multiphasé	3,10	2,95	2,84	2,76	2,74	2,72	2,68		
Coût alimentaire ³ (Δ €/porc)	Biphase	+0,5	+0,3	-0,1	0	-0,2	+0,2	+0,5	0,4	A***, S***, AxS***
	Multiphasé	+2,0	+0,4	-0,5	-1,1	-0,4	-0,1	-0,3		
Excrétion d'azote (kg/porc)	Biphase	2,56	2,54	2,54	2,65	2,69	2,82	3,00	0,06	A***, S***, AxS***
	Multiphasé	2,84	2,68	2,60	2,58	2,57	2,59	2,64		
Ecart de marge ³ (Δ €/porc)	Biphase	-6,0	-3,7	-2,3	0	+0,9	+1,4	+1,3	2,8	A***, S***, AxS***
	Multiphasé	-10,4	-6,0	-2,6	0	+0,4	+0,6	+1,1		

1. Ecart-type résiduel. 2. Analyse de variance (proc MIXED, SAS, 2000) avec en effets principaux les apports (A), la stratégie (S) et l'interaction AxS.

3. Différence entre la valeur obtenue pour le niveau considéré et celle pour le niveau 100 de la stratégie biphasé du même contexte.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Brossard L., Dourmad J.-Y., Rivest J., van Milgen J., 2009. Modelling the variation in performance of a population of growing pig as affected by lysine supply and feeding strategy. *Animal*, 3, 1114-1123.
- Note de conjoncture Aliment. Lettre électronique mensuelle de l'IFIP, www.ifip.asso.fr.
- Quiniou N., Brossard L., Gaudré D., van Milgen J., Salaün Y., 2007. Optimum économique du niveau en acides aminés dans les aliments pour porcs charcutiers – Impact du contexte de prix des matières premières et de la conduite d'élevage. *TechniPorc*, 30(3), 25-36.
- SAS, 2000. SAS/STAT users guide, version 8.01. SAS Institute, Cary, NC, USA.