

Effet de l'alimentation de précision sur les performances, l'excrétion de nutriments et le coût d'alimentation du porc charcutier

Ines ANDRETTA (1,2), Candido POMAR (1), Joël RIVEST (3), Jesús POMAR (4), Paulo Alberto LOVATTO (2),
João RADÜNZ NETO (2)

(1) Agriculture et Agroalimentaire Canada, J1M 0C8 Sherbrooke, Québec, Canada

(2) Universidade Federal de Santa Maria, 97105-900 Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil

(3) Centre de Développement du Porc du Québec, G1V 4M6 Québec, Québec, Canada

(4) Universitat de Lleida, 25198 Lleida, Catalunya, Espagne

Candido.Pomar@agr.gc.ca

Cette étude a été financée par La Grappe Porcine Canadienne et Agriculture et Agroalimentaire Canada avec la participation économique d'Aliments Breton Inc., St-Bernard, Québec. Les nourrisseurs automatiques ont été fournis par l'université de Lleida et partiellement financés par le Ministère de la science et de l'éducation espagnol. Les auteurs remercient l'aide technique de N. OUELLET et du personnel du Centre porcine d'Agriculture et Agroalimentaire Canada à Sherbrooke, Québec.

Effet de l'alimentation de précision sur les performances, l'excrétion de nutriments et le coût d'alimentation du porc charcutier

L'effet du passage d'une alimentation conventionnelle à une alimentation de précision sur les performances zootechniques, le bilan nutritif et le coût d'alimentation du porc charcutier ont été évalués dans deux études d'une durée de 84 jours chacune. Dans la première étude, 60 porcs ($41,2 \pm 3,9$ kg) ont servi à comparer un plan d'alimentation conventionnel à trois phases pendant lesquelles les porcs recevaient des proportions constantes d'un aliment A (riche en nutriments) et d'un aliment B (pauvre en nutriments) à deux plans d'alimentation multiphases dans lesquels la proportion des deux aliments expérimentaux était ajustée chaque jour en fonction des besoins nutritionnels du groupe de porcs ou de chaque porc. Dans la deuxième étude, 70 porcs ($30,4 \pm 2,2$ kg) ont été alimentés selon cinq plans d'alimentation différents : un programme conventionnel équivalent à celui de la première étude et quatre plans d'alimentation multiphases dont les aliments étaient formulés pour combler 80%, 90%, 100% ou 110% des besoins journaliers et individuels estimés en lysine. Comparativement au programme témoin, l'alimentation individualisée des porcs avec de régimes ajustés chaque jour selon leur besoin en lysine a permis d'obtenir les mêmes performances d'ingestion et de croissance tout en réduisant ($P < 0,05$) l'ingestion de lysine digestible de 27% et 26%, l'excrétion d'azote estimée de 22% et 30%, et le coût d'alimentation de 6,9 \$ (-8%) et 7,6 \$ (-10%), respectivement dans la première et la deuxième étude. La méthode utilisée pour l'estimation journalière des besoins en lysine semble appropriée. L'alimentation de précision constitue une approche efficace pour réduire les rejets de nutriments et le coût des aliments sans nuire aux performances zootechniques.

Effect of precision feeding strategy on performance, nutrient excretion and feed costs of growing-finishing pigs

The impact of moving from conventional to precision feeding systems on pig performance, nutrient balance and feed costs in growing-finishing pigs was evaluated over 84 days in two studies. In the first trial, 60 pigs (41.2 ± 3.9 kg) were used to compare a control three-phase feeding program, in which pigs were fed within each phase with a constant blend of feeds A (high nutrient density) and B (low nutrient density), with two multi-phases feeding programs in which the feeds were blended daily to meet the nutritional requirements either of the group or of each pig individually. In the second trial, 70 pigs (30.4 ± 2.2 kg) were fed either according to five feeding programs: a three-phase control program equivalent to trial 1 or four multi-phase feeding programs in which pigs were fed daily with a blend meeting 110%, 100%, 90% or 80% of the estimated individual nutritional requirements. In comparison with the control treatment, feeding pigs individually with diets tailored daily to individual lysine requirements made it possible to obtain similar intake and growth results. Precision feeding also reduced ($P < 0.05$) the digestible lysine intake by 27% and 26%, the estimated nitrogen excretion by 22% and 30%, and feeding costs by 6.9\$ (-8%) and 7.6\$ (-10%) per pig, in the first and second studies, respectively. The method used to estimate daily lysine requirements seems to be appropriate. Precision feeding is an effective approach to reduce nutrient excretion and feed costs without interfering on pig performance.

INTRODUCTION

Les programmes alimentaires visent à maximiser les performances zootechniques en servant des aliments successifs (phases) à des groupes de porcs. Toutefois, les besoins nutritionnels varient entre les animaux en quantité mais également dans le temps (Brossard *et al.*, 2009 ; Pomar *et al.*, 2009). En négligeant cette variabilité, les programmes conventionnels d'alimentation doivent apporter des nutriments à des niveaux qui dépassent largement les besoins d'une grande partie de la population. L'efficacité d'utilisation des nutriments pourrait être améliorée par un ajustement plus précis des apports de nutriments aux besoins individuels des animaux (Ferket *et al.*, 2002). L'alimentation de précision vise à tenir compte de cette variabilité en donnant à chaque porc du troupeau et chaque jour la quantité de nutriments dont il a besoin (Pomar *et al.*, 2009).

Il a été démontré par simulation que l'alimentation de précision pourrait réduire l'ingestion de lysine et d'azote de 25%, l'excrétion d'azote de 38% et les coûts d'alimentation de 10% comparativement à un système d'alimentation conventionnelle à trois phases (Pomar *et al.*, 2010). Malgré ces avantages potentiels, l'alimentation de précision est un nouveau concept qui nécessite d'être évalué en conditions expérimentales ainsi que sur le terrain. Les deux présentes études ont donc été menées pour évaluer en conditions expérimentales l'effet du passage d'une alimentation conventionnelle à des plans d'alimentation de précision sur les performances zootechniques, le bilan nutritif et le coût des aliments chez le porc charcutier.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Animaux et conduite d'élevage

Cent-trente porcs (Fertilis 25 X G-Performer 8,0, Génétiporc Inc., Canada) ont été utilisés pour la conduite des deux études (étude 1 : 60 mâles castrés, 41,2 ± 3,9 kg ; étude 2 : 35 femelles et 35 mâles castrés, 30,4 ± 2,2 kg) échelonnés sur trois phases d'alimentation de 28 jours chacune pour une durée totale de 84 jours. Les porcs ont été choisis au hasard pour représenter la variabilité naturelle de la population. Les animaux ont été logés en groupe, mais nourris avec cinq nourrisseurs automatiques fournissant chaque jour et à chaque porc un mélange contenant le niveau de nutriments souhaité. L'eau et la nourriture étaient disponibles à volonté.

1.2. Rations et conduite alimentaire

Dans l'étude 1, deux aliments expérimentaux (A et B) et trois aliments commerciaux complets ont été formulés en considérant la teneur en énergie nette (EN) et la digestibilité iléale standardisée (DIS) des acides aminés (Tableau 1). L'aliment A avait une teneur nutritive élevée pouvant combler les besoins en acides aminés des porcs les plus exigeants au début de la croissance pendant que l'aliment B avait une faible teneur nutritive pouvant combler les besoins des porcs les moins exigeants à la fin de la période de finition. Dans les deux études, les besoins journaliers en lysine (Lys) ont été estimés avec le modèle proposé par Hauschild *et al.* (2012). La consommation d'aliment et le poids vif (PV) de la journée qui commence sont estimés par la composante empirique de ce modèle pour chaque porc en fonction des informations collectées en temps réel sur les animaux. Ensuite, la composante mécaniste permet de déterminer la concentration

optimale en acides aminés à fournir aux animaux pour satisfaire leurs besoins pour réaliser les performances attendues.

Dans l'étude 1, les quatre plans d'alimentation (traitements) suivants ont été utilisés : 1) alimentation à trois phases (3P) dans laquelle les animaux recevaient pendant chaque phase une combinaison constante des aliments expérimentaux A et B calculée durant les 3 premiers jours de la phase afin de combler les besoins en Lys du porc au 80^e percentile du groupe dans le but de maximiser la réponse de la population (Hauschild *et al.*, 2010) ; 2) alimentation commerciale (COM) à trois phases dans laquelle les porcs recevaient des aliments complets conformes aux normes de l'industrie locale. Ce plan d'alimentation a servi à la validation de la représentativité des résultats du groupe 3P en regard des pratiques de l'industrie. 3) alimentation multiphase de groupe (MPG) dans laquelle tous les porcs recevaient la même combinaison d'aliments A et B dans une proportion qui était calculée chaque jour afin de combler les besoins en Lys du porc au 80^e percentile du groupe ; et 4) alimentation multiphase individualisée (MPI) dans laquelle les porcs recevaient une combinaison des aliments A et B calculée chaque jour pour combler les besoins en Lys spécifiques de chaque porc.

Les aliments A et B de la deuxième étude (Tableau 2) ont été formulés suivant les mêmes critères que ceux utilisés dans la première étude. Les cinq plans d'alimentation comparés dans cette deuxième étude comprenaient un plan d'alimentation à trois phases (3P) établi comme dans l'étude 1, plus quatre plans multiphases individualisés dans lesquels chaque porc recevait une combinaison des aliments A et B dans une proportion qui était calculée chaque jour pour combler 110% (MPI110), 100% (MPI100), 90% (MPI90) ou 80% (MPI80) de ses besoins estimés en Lys DIS.

1.3. Mesures et calculs économiques

Dans les deux études, la prise alimentaire individuelle était mesurée chaque jour pendant que le PV l'était chaque semaine. Au début de chaque phase d'alimentation (jours 0, 28 et 56) et à la fin de l'étude (jour 84), les épaisseurs de gras et du muscle dorsal ont été mesurées entre les 3^e et 4^e dernières côtes à 5 cm de la ligne médiane avec un appareil aux ultrasons (Ultrascan 900, Alliance Médicale inc., Canada). Les porcs ont par la suite été anesthésiés et leur corps soumis à des mesures d'absorption biphotonique à rayons X (DXA ; Prodigy, GE Healthcare, Madison, WI). Le balayage a été réalisé en mode standard (jour 0) et épais (jours 28, 56 et 84) pour estimer les masses corporelles en maigre et en gras, lesquelles ont été transformées en leur équivalent chimique de protéines et lipides (Pomar et Rivest, 1996). La rétention d'azote (N) a été estimée à partir du gain en protéines calculé à partir des mesures DXA. Enfin, l'excrétion de N a été obtenue en calculant la différence entre la rétention et l'ingestion de N. Pour comparer le coût d'alimentation des aliments utilisés dans les deux études dans un contexte commercial, tous les aliments ont été formulés à nouveau avec des prix récents (avril 2013) fournis par un producteur local (N. Lafond, Aliments Breton, St-Bernard, Québec).

1.4. Analyses statistiques

Le porc était l'unité expérimentale dans toutes les analyses. La normalité des variables a été vérifiée au moyen du test Shapiro-Wilks et des transformations logarithmiques ont été

appliquées lorsque nécessaires (étude 1 : efficacité alimentaire, excrétion d'azotée et coût d'alimentation exprimé par kg de gain de poids ; étude 2 : efficacité alimentaire). Des analyses de variance ont été effectuées sur les variables étudiées avec la procédure MIXED de SAS (SAS 9.2, 2002, Inst. Inc. Cary, NC).

L'analyse a pris en compte les effets du traitement (plans d'alimentation), de la période (facteur temps) et l'interaction traitement x période comme effets fixes dans l'étude 1. Les données ont été analysées dans l'étude 2 de façon similaire, avec les effets du traitement, de la période, du sexe et leurs interactions comme effets fixes. Dans les deux études, l'effet des mesures répétées dans le temps sur le même individu a été inclus dans le modèle.

La comparaison des moyennes a été effectuée à l'aide du test de Tukey. Le niveau de nutriments qui optimisait la réponse animale a été obtenu dans la deuxième étude à l'aide d'un modèle quadratique-plateau obtenu avec la procédure NLIN de SAS.

Tableau 1 – Composition des aliments expérimentaux (A et B) et commerciaux (C1, C2, C3) utilisés dans l'étude 1

Aliments	A	B	C1	C2	C3
Ingrédients,%					
Blé	18,20	51,00	5,00	10,00	15,00
Maïs	40,06	30,06	66,57	67,97	68,27
Orge	8,85	16,22	-	-	-
Remoulages de blé	5,50	-	-	-	-
Tourteau de soja	17,20	-	24,80	18,90	14,10
Farine de gluten	4,50	-	-	-	-
Huile de soja	1,50	-	-	-	-
Chaux	1,72	1,34	1,69	1,43	1,26
Phosphate ¹	0,34	-	0,42	0,17	-
Sel	0,60	0,57	0,38	0,38	0,39
DL-méthionine	0,16	-	0,10	0,09	0,03
L-lysine HCL	0,52	0,20	0,33	0,34	0,28
L-thréonine	0,19	-	0,10	0,11	0,07
L-tryptophane	0,05	-	-	-	-
Phytase	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Choline	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Prémix ²	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Caractéristiques nutritionnelles³ et économiques					
Matière sèche,%	87,74	87,32	87,14	87,05	86,99
Protéines brutes,%	18,96	11,21	17,80	15,86	14,21
Lysine DIS ⁴ ,%	1,06	0,40	1,02	0,89	0,74
Energie nette, MJ/kg	9,76	10,42	10,25	10,45	10,59
Ca,%	0,81	0,56	0,82	0,67	0,56
P total,%	0,46	0,31	0,43	0,37	0,32
P assimilable,%	0,19	0,08	0,19	0,13	0,09
Cendres,%	5,36	3,57	4,88	3,68	3,31
Coût, \$/kg	0,38	0,29	0,38	0,40	0,37

¹ Phosphate dicalcique 21%.

² Prémix de vitamines et de minéraux.

³ Valeurs calculées.

⁴ Digestibilité iléale standardisée

Tableau 2 – Composition des aliments expérimentaux (A et B) utilisés dans l'étude 2

Aliments	A	B
Ingrédients,%		
Blé	15,00	15,00
Maïs	54,86	83,22
Tourteau de soja	25,42	0,17
Chaux	1,61	0,42
Phosphate dicalcique 21%	1,22	-
Sel	0,63	0,50
DL-méthionine	0,09	-
L-lysine HCL	0,44	0,09
L-thréonine	0,13	-
Choline	0,10	0,10
Prémix ¹	0,50	0,50
Caractéristiques nutritionnelles² et économiques		
Matière sèche,%	87,66	86,96
Protéines brutes,%	18,10	8,15
Lysine DIS ³ ,%	1,15	0,26
Energie Nette, MJ/kg	9,67	10,59
Ca,%	0,92	0,21
P total,%	0,60	0,25
P assimilable,%	0,32	0,07
Cendres,%	7,86	4,07
Coût, \$/kg	0,40	0,32

¹ Prémix de vitamines et de minéraux.

² Valeurs calculées.

³ Digestibilité iléale standardisée

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. Variabilité des besoins individuels en lysine

La connaissance de la variabilité des besoins en acides aminés au sein d'une population est très utile pour définir la stratégie optimale d'alimentation (Pomar *et al.*, 2003 ; Brossard *et al.*, 2012). Dans l'étude 1, l'intervalle de variation intrajour moyen entre les besoins estimés des porcs les plus et les moins exigeants au sein de la population (Figure 1) est de 16,7 g/j de Lys DIS, l'intervalle maximal étant observé au 69^e jour (24,1 g/j) de l'étude. Dans l'étude 2, l'intervalle de variation intrajour moyen est de 15,2 g/j de Lys DIS pendant que la variation maximale étant observée au 13^e jour (27 g/j). Dans les deux projets, le coefficient de variation intrajour à augmenté avec l'âge des animaux avec une moyenne globale de 22 et 20% pour la première et deuxième étude, respectivement. La variation journalière des besoins estimés en Lys peut être associée à des aspects environnementaux ou sanitaires, mais elle peut aussi être le résultat de la méthodologie utilisée dans la conduite des essais. Cependant, en fournissant à chaque animal les nutriments estimés nécessaires (traitements MPI et MPI100), il a été possible de réduire la teneur en Lys DIS des aliments servis de 27% et 26% dans la première et deuxième étude respectivement, comparativement aux animaux servis avec un aliment optimisé à trois phases (3P ; Figure 2).

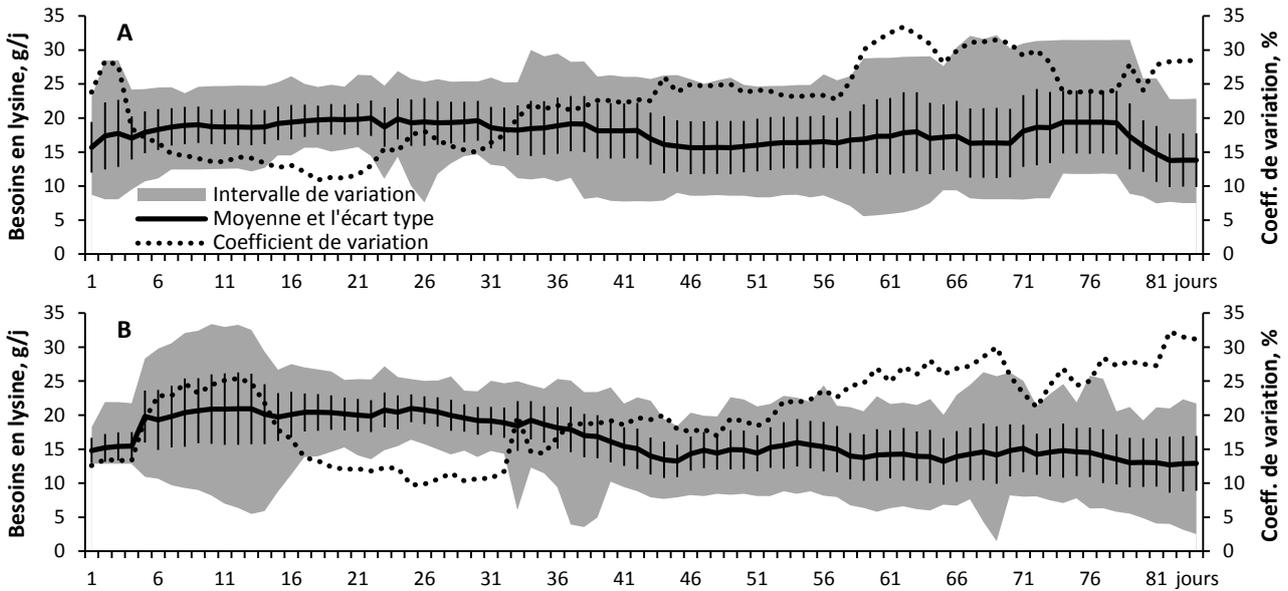


Figure 1 – Moyenne, intervalle de variation et coefficient de variation sur la population des besoins en lysine digestible iléale standardisée estimés pour chaque porc de l'étude 1 (A) et de l'étude 2 (B)

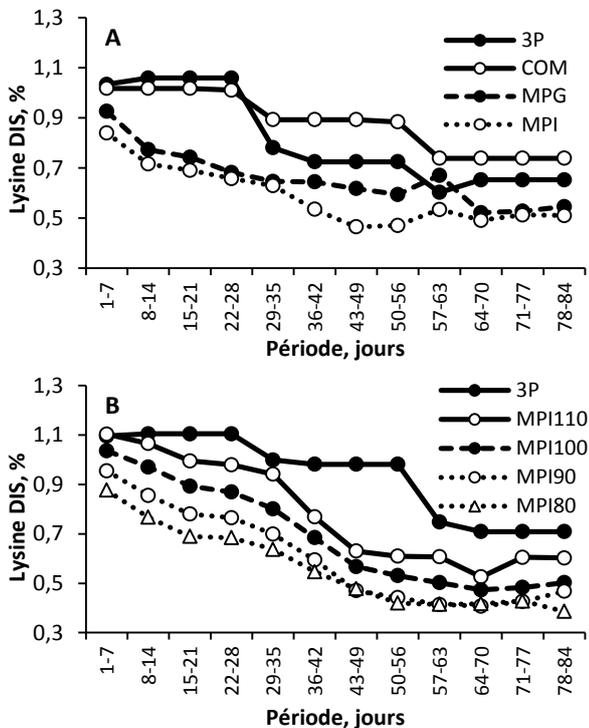


Figure 2 – Teneur moyenne en lysine digestible iléale standardisée (DIS) alimentaire dans l'étude 1 (figure A : 3P, alimentation à trois phases ; COM, alimentation commerciale à trois phases ; MPG, plan multiphase de groupe ; MPI, plan multiphase individualisée) et l'étude 2 (figure B : 3P, alimentation à trois phases ; MPI, plans multiphases individualisés pour combler 110%, 100%, 90% ou 80% des besoins estimés en Lys DIS)

2.2. Performance et composition corporelle

Les animaux utilisés dans les deux études ont consommé et gagné du poids normalement. Ceux nourris avec les aliments COM ont consommé moins ($P < 0,05$), ont présenté une meilleure efficacité alimentaire ($P < 0,05$) et une épaisseur finale du gras dorsal inférieure comparativement aux trois autres groupes de l'étude 1 (Tableau 3) ce qui semble être le résultat d'une restriction nutritionnelle pendant les deuxième

et troisième phases (données par phases non présentées). Le traitement 3P a été préféré comme traitement de référence.

Dans l'étude 1, les performances des porcs nourris selon les plans d'alimentation 3P, MPG ou MPI ont été similaires, car ces porcs ont reçu presque tout le temps les nutriments nécessaires pour exprimer leur potentiel de croissance. Des travaux antérieurs avaient déjà démontré qu'une alimentation multiphase journalière n'a pas d'effet négatif sur la performance des porcs en croissance (Bourdon *et al.*, 1995 ; Pomar *et al.*, 2007).

L'interaction sexe-traitement n'était significative pour aucune des variables étudiées dans l'étude 2 et par conséquent, seules des valeurs regroupant les deux sexes sont présentées (Tableau 4). La prise alimentaire, l'efficacité alimentaire, le gain de lipides et l'épaisseur finale du gras dorsal étaient semblables dans tous les traitements. De plus, comparativement au traitement 3P, les plans d'alimentation qui ont été ajustés à 110%, 100% ou 90% des besoins individuels de Lys estimés n'ont pas eu d'effet sur le PV final, le gain de poids ou le gain de protéines corporelles. Toutefois, une réduction plus importante des apports nutritionnels (80%) a réduit de 11% ($P < 0,05$) le gain de poids et de protéines corporelles et de 9% le PV final comparativement au groupe 3P. Ces résultats laissent entendre que le modèle utilisé pour l'estimation des besoins individuels en Lys est bien calibré, car les performances optimales sont obtenues avec le modèle quadratique-plateau à 99,7% des besoins pour le PV, à 100,4% pour le gain de poids et à 98% pour l'efficacité alimentaire. D'un autre côté, comparativement au plan 3P, les animaux nourris avec le plan MPI100 ont présenté une moindre dispersion du gain de poids (coefficient de variation pour les plans 3P et MPI100 de 9,1 et 7,1%, respectivement), gain de protéines (dans le même ordre, 8,4 et 6,0%) et PV final (8,1 et 5,1%).

2.3. Prise alimentaire et bilan nutritif

Dans l'étude 1, l'utilisation des plans d'alimentations MPI, COM et MPG a permis de réduire ($P < 0,05$) l'ingestion de protéine brute (PB) respectivement de 16%, 10% et 10%, comparativement au traitement 3P. Les traitements MPI et

MPG ont également permis une réduction ($P < 0,05$) de l'ingestion de Lys DIS, respectivement de 27% et 17%, comparativement au traitement 3P. Dans l'étude 2, le plan MPI100 a réduit ($P < 0,05$) de 16% l'ingestion de PB et de 26% l'ingestion de Lys DIS comparativement à 3P. La réduction de Lys consommée avec les traitements MPI (étude 1) et MPI100 (étude 2) par rapport à 3P est similaire à la valeur de 25%

obtenue par simulation par Pomar *et al.* (2010). Comme les besoins nutritionnels ont été comblés adéquatement, les traitements alimentaires de l'étude 1 n'ont pas eu d'effet sur la rétention de N.

Des résultats semblables ont aussi été obtenus entre les traitements 3P, MPI110, MPI100 et MPI90 de l'étude 2.

Tableau 3 – Performances, coût d'alimentation et bilan azoté des porcs soumis aux plans d'alimentation à trois phases, commercial, multiphases par groupe ou multiphases individualisés (étude 1)

Variable	Traitements ¹				ETM ²	Valeur de P ³
	3P	COM	MPG	MPI		
Prise alimentaire, kg/jour	3,05 ^b	2,73 ^a	3,07 ^b	3,05 ^b	0,04	< 0,01
Gain de poids, kg/jour	1,11	1,07	1,11	1,10	0,01	0,58
Efficacité alimentaire, kg/kg	0,38 ^b	0,40 ^a	0,37 ^b	0,37 ^b	0,01	0,01
Gain de protéines, g/jour	161	155	155	154	2,30	0,65
Gain de lipides, g/jour	343	326	366	369	9,11	0,16
Poids vif final, kg	134	131	135	136	1,12	0,24
Épaisseur finale gras dorsal, mm	19,1 ^a	16,8 ^b	19,5 ^a	19,1 ^a	0,50	0,03
Épaisseur finale muscle dorsal, mm	70,1	70,2	71,5	70,2	0,74	0,91
Ingestion de protéine brute, g/jour	480 ^a	433 ^b	433 ^b	405 ^b	5,80	< 0,01
Ingestion de lysine DIS ⁴ , g/jour	23,8 ^a	23,9 ^a	19,7 ^b	17,4 ^c	0,42	< 0,01
Rétention d'azote, kg/porc	2,17	2,08	2,08	2,06	0,02	0,64
Excrétion d'azote, kg/porc	4,04 ^a	3,52 ^b	3,54 ^b	3,17 ^b	0,07	< 0,01
Coût d'alimentation, \$/porc	85,5 ^{ab}	87,3 ^a	82,7 ^b	78,6 ^c	0,94	< 0,01
Coût d'alimentation, \$/100 kg gain de poids	92,4 ^{ab}	97,7 ^a	89,8 ^{bc}	85,3 ^c	0,01	< 0,01

¹ Les moyennes affectées de lettres différentes sur une même ligne sont significativement différentes ($P < 0,05$). Traitements : 3P, alimentation à trois phases ; COM, alimentation commerciale à trois phases ; MPG, plan multiphase de groupe ; MPI plan multiphase individualisée.

² Erreur type de la moyenne.

³ Valeur pour l'effet traitement. Analyse de variance (proc MIXED, SAS, 2002) avec en effets principaux le traitement, la période et l'interaction traitement x période.

⁴ Digestible iléale standardisée.

Tableau 4 – Performances, coût d'alimentation et bilan azoté des porcs soumis aux plans d'alimentation à trois phases ou multiphases individualisés pour combler 110%, 100%, 90% ou 80% des besoins nutritionnels estimés (étude 2)

Variable	Traitements ¹					ETM ²	Valeur de P ³
	3P	MPI110	MPI100	MPI90	MPI80		
Prise alimentaire, kg/jour	2,44	2,43	2,53	2,57	2,33	0,03	0,52
Gain de poids, kg/jour	1,05 ^a	1,05 ^a	1,03 ^a	1,00 ^{ab}	0,93 ^b	0,01	< 0,01
Efficacité alimentaire, kg/kg	0,43	0,43	0,41	0,39	0,40	0,01	0,05
Gain de protéines, g/jour	167 ^a	167 ^a	166 ^a	158 ^{ab}	148 ^b	3,10	< 0,01
Gain de lipides, g/jour	256	263	245	256	235	2,74	0,55
Poids vif final, kg	119 ^a	118 ^a	116 ^{ab}	114 ^{ab}	108 ^b	1,21	0,02
Épaisseur finale gras dorsal, mm	15,6	17,0	15,5	16,1	15,2	0,36	0,37
Épaisseur finale muscle dorsal, mm	72,4 ^a	74,1 ^a	69,7 ^{ab}	64,6 ^b	64,6 ^b	0,87	< 0,01
Ingestion de protéine brute, g/jour	380 ^a	331 ^b	318 ^b	302 ^{bc}	262 ^c	4,00	< 0,01
Ingestion de lysine DIS ⁴ , g/jour	22,4 ^a	18,1 ^b	16,5 ^{bc}	15,0 ^c	12,5 ^d	0,38	< 0,01
Rétention d'azote, kg/porc	2,25 ^a	2,24 ^a	2,24 ^a	2,13 ^{ab}	1,99 ^b	0,01	< 0,01
Excrétion d'azote, kg/porc	2,66 ^a	2,04 ^b	1,87 ^{bc}	1,78 ^{bc}	1,41 ^c	0,02	< 0,01
Coût d'alimentation, \$/porc	80,5 ^a	74,8 ^{ab}	72,8 ^b	72,8 ^b	68,0 ^c	0,33	0,01
Coût d'alimentation, \$/100 kg gain de poids	89,7 ^a	84,4 ^b	84,6 ^b	84,8 ^b	86,3 ^{ab}	1,21	0,04

¹ Les moyennes affectées de lettres différentes sur une même ligne sont significativement différentes ($P < 0,05$). Traitements : 3P, alimentation à trois phases ; MPI, plans multiphases individualisés pour combler 110%, 100%, 90% ou 80% des besoins estimés en Lys DIS)

² Erreur type de la moyenne.

³ Valeur pour l'effet traitement. Analyse de variance (proc MIXED, SAS, 2002) avec en effets principaux l'effet du traitement, la période, le sexe et leurs interactions.

⁴ Digestible iléale standardisée.

Par une meilleure adéquation entre les apports et les besoins nutritionnels, le plan MPI a permis de réduire ($P < 0,05$) les rejets de N estimés de 22% par rapport au plan d'alimentation conventionnelle 3P de l'étude 1. De même, dans l'étude 2, les rejets de N ont été réduits ($P < 0,05$) de 23% avec le traitement MP110, de 30% avec le traitement MPI100, de 33% avec le traitement MP90 et de 47% avec le traitement MP80 par rapport au groupe 3P. La réduction obtenue est inférieure au taux de 38% estimé par Pomar et al. (2010) ce qui s'explique par la différence entre le ratio Lys/PB des aliments A et B des études. Une diminution du N excrété de près de 38% pourrait cependant être obtenue avec une amélioration du profil des acides aminés.

2.4. Évaluation économique

Par rapport au système conventionnel 3P, l'alimentation de porcs avec des aliments ajustés chaque jour (MPI et MPI100) a permis de réduire ($P < 0,05$) le coût d'alimentation de 6,9 \$/porc (8%) dans l'étude 1 et de 7,7 \$/porc (10%) dans l'étude 2. Les plans MPI et MPI100 ont également permis de minimiser ($P < 0,05$) le coût alimentaire exprimé par kg de gain de poids. Les réponses économiques peuvent varier selon les

contextes économiques courants et locaux des prix des ingrédients (Brossard *et al.*, 2011). Toutefois, l'alimentation de précision permet de réduire les excès de la plupart des nutriments coûteux (Pomar *et al.*, 2010), ce qui entraîne une diminution importante du coût d'alimentation. De plus, l'alimentation des porcs avec seulement deux aliments peut aussi être une option prometteuse pour l'industrie porcine, car il n'y a que deux aliments à préparer, à transporter et à entreposer (Pomar *et al.*, 2009). Dans ce contexte, on pourrait s'attendre à des avantages économiques supérieurs si un scénario global (intégrant des coûts autres que le prix des ingrédients, par exemple transport et entreposage) pouvait être considéré dans l'évaluation économique.

CONCLUSION

L'alimentation individualisée des porcs en croissance avec des aliments ajustés chaque jour peut être un élément clé pour optimiser la durabilité des entreprises porcines. À la lumière des présentes constatations, l'alimentation de précision est une stratégie pour améliorer l'efficacité d'utilisation des nutriments, diminuer les rejets de N et diminuer le coût de l'alimentation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bourdon D., Dourmad J.-Y., Henry Y., 1995. Réduction des rejets azotés chez le porc en croissance par la mise en oeuvre de l'alimentation multiphase, associée à l'abaissement du taux azoté. Journées Rech. Porcine, 27, 269-278.
- 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.
- Brossard L., Quiniou N., Dourmad J. Y., van Milgen J., 2011. A herd modelling approach to determine the economically and environmentally most interesting dietary amino acid level during the fattening period. In: Sauvant D., Milgen J., Faverdin P., Friggens N. (eds.). *Modelling nutrient digestion and utilisation in farm animals*. 335-346. Wageningen Academic Publisher, Wageningen, NLD.
- Brossard L., Quiniou N., Dourmad J.-Y., van Milgen J., 2012. Prise en compte de la variabilité individuelle dans la modélisation de la réponse des porcs en croissance aux apports alimentaires. *INRA Prod. Anim.*, 25, 17-28.
- Ferket P.R., van Heugten E., van Kempen T.A.T.G., Angel R., 2002. Nutritional strategies to reduce environmental emissions from nonruminants. *J. Anim. Sci.*, 80, E168-E182.
- Hauschild, L., Pomar C., Lovatto P.A., 2010. Systematic comparison of the empirical and factorial methods used to estimate the nutrient requirements of growing pigs. *Animal*, 4, 714-723.
- Hauschild L., Lovatto P.A., Pomar J., Pomar C., 2012. Development of sustainable precision farming systems for swine: Estimating real-time individual amino acid requirements in growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 90, 2255-2263.
- Pomar C., Rivest J., 1996. The Effect of body position and data analysis on the estimation of body composition on pigs by dual energy x-ray absorptiometry (DEXA). Proc. Conference "46th Annual conference of the Canadian Society of Animal Science", Lethbridge, Alberta, pp. 26.
- Pomar C., Kyriazakis I., Emmans G. C., Knap P.W., 2003. Modeling stochasticity: Dealing with populations rather than individual pigs. *J. Anim. Sci.*, 81, E178-E186.
- Pomar C., Pomar J., Babot D., Dubeau F., 2007. Effet d'une alimentation multiphase quotidienne sur les performances zootechniques, la composition corporelle et les rejets d'azote et de phosphore du porc charcutier. Journées Rech. Porcine, 39, 23-30.
- Pomar C., Hauschild L., Zhang G.-H., Pomar J., Lovatto P.A., 2009. Applying precision feeding techniques in growing-finishing pig operations. *Rev. Bras. Zoot.*, 38, 226-237.
- Pomar C., Hauschild L., Zhang G.H., Pomar J., Lovatto P.A., 2010. Precision feeding can significantly reduce feeding cost and nutrient excretion in growing animals. In: Sauvant D., Milgen J., Faverdin P., Friggens N. (Eds.), *Modelling nutrient digestion and utilisation in farm animals*, 335-346. Wageningen Academic Publisher, Wageningen, NLD.