

Alimentation des porcs sans soja ni phosphate minéral ?

Peng LIN (1,2), Marco TRETOLA (1), Luciano PINOTTI (2), Giuseppe BEE (1), Patrick SCHLEGEL (1)

(1) Agroscope, Groupe Recherche Porcine, 1725 Posieux, Suisse

(2) Université de Milan, Via dell'Università, 26900 Lodi, Italie

patrick.schlegel@agroscope.admin.ch

Feeding pigs without soya bean meal nor mineral phosphate?

To improve the input-output balance of nitrogen (N) and phosphorous (P) in national agricultural systems, reducing the amounts of imported soya bean meal and mineral phosphate represents a pragmatic strategy. If dietary N and P contents can be reduced simultaneously, their excretion will be as well, thereby improving the nutrient balance at farm level. This study investigated, using 48 pigs, the removal of soya bean meal (N-) or/and mineral phosphate (P-/NP-) combined with a reduction of N and/or P contents by $\geq 10\%$ compared to actual practices (C). Soya bean meal was replaced with locally produced rapeseed press-cake and peas and with five additional synthetic amino acids. Compared to diet C, the N- and NP- diets contained 140 (-10%) and 116 g crude protein (-15%) per kg, while the P- and NP- diets contained 3.4 (-20%) and 3.0 g P (-22%) per kg in the grower and finisher phases, respectively. As compromise, it was accepted that in grower N- and NP- soya bean meal remained at 2.7% and that the feed cost increased by 5%. In grower P- and NP-, digestible P provided only 77% of the requirement. No N $\times$ P interaction was observed. The diets did not influence growth performance or body composition in terms of lean and fat tissues. However, the phosphate free diets (P- and NP-) decreased ($P < 0.001$) bone mineral mass and density by 8% at diet change and by 6% at 109 kg body weight. The diets with less N and P decreased ($P < 0.001$) their excretion by 20% and 25%, respectively. In conclusion, pigs were successfully raised on diets based on local protein sources and without mineral phosphate, while reducing nutrient excretion.

INTRODUCTION

L'équilibre nutritif en azote (N) et en phosphore (P) d'un système agricole est évalué en Suisse au moyen deux types de bilans annuels. Le premier, établi à l'échelle nationale, compare les flux d'entrée et de sortie de nutriments du système agricole. Ce bilan, actuellement excédentaire, doit être réduit de 15% d'ici à 2030. En alimentation porcine, une mesure pragmatique consiste à diminuer au mieux l'utilisation d'aliments riches en N et/ou P provenant de l'importation, principalement le tourteau de soja et le phosphate minéral. Ceux-ci représentent à elles seules 47% du N et 56% du P alimentaire importé. Le second bilan, établi à l'échelle de l'exploitation agricole, compare les besoins de fertilisation des cultures avec les apports d'engrais. En cas d'excédent nutritif, le levier principal en alimentation porcine consiste à réduire autant que nécessaire leur teneur en protéine (MAT) ou/et en P.

L'expérience portant sur des porcs en croissance-finition visait à contribuer aux deux approches de bilan par une alimentation sans tourteaux de soja ou/et sans phosphate minéral tout en réduisant les teneurs en MAT ou/et en P d'au moins 10%. Leurs effets ont été étudiés sur les performances zootechniques, la composition corporelle et sur les quantités de rejets en N et P.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Alimentation

Quatre aliments iso-énergétiques (10,1 MJ/kg en énergie nette) et iso-acides aminés (AA) digestibles ($_{dig}$) ont été formulés pour

les phases de croissance (à 40 kg poids vif, **PV**) et de finition (à 80 kg PV). Tous les régimes étaient supplémentés en phytase exogène. Les aliments Contrôles (C) de croissance et de finition contenaient respectivement 8,3 et 6,3 g/kg de lysine $_{dig}$ et 2,9 et 2,6 g/kg de P $_{dig}$ et nécessitaient l'incorporation de 11,0% et 6,4% de tourteau de soja et 0,29% et 0,21% de phosphate monocalcique pour atteindre 155 et 135 g/kg de MAT et 4,3 et 3,7 g/kg de P. Ces valeurs correspondaient aux moyennes usuelles des aliments bi-phases suisse (von Wyl *et al.*, 2003). Dans les aliments réduits en N (**N-**), le tourteau de soja a été remplacé par des sources protéiques locales (incorporation de pois et augmentation du tourteau de pression de colza) et d'AA de synthèse (augmentation de lysine, méthionine, thréonine et ajout de tryptophane, valine, leucine, isoleucine et histidine). Compte tenu des contraintes de formulation inter-traitements, l'incorporation du tourteau de soja a dû être maintenue à 2,7% en phase croissance. Les teneurs en MAT atteignaient respectivement 140 et 115 g/kg en croissance et en finition, représentant une réduction de 10 et 15% par rapport à C. Le coût des matières premières du régime N- a augmenté de respectivement 5 et 3% en croissance et finition. Dans les aliments réduits en P (**P-**), le phosphate monocalcique a été retiré et le ratio Ca/P $_{dig}$ a été maintenu. Les teneurs en P atteignaient 3,6 g/kg (-17%) en croissance et 3,2 (-15%) g/kg en finition, tandis que le P $_{dig}$ (2,3 g/kg) représentait 77% de l'apport recommandé en phase croissance. Le coût des matières premières du régime P- a diminué de 1%. Les aliments **NP-** combinaient les caractéristiques des aliments N- et P-.

1.2. Animaux et procédure expérimentale

Quarante-huit porcs Grand Porc Blanc Suisse (22,3 ± 3,3 kg poids vif, **PV**) ont été répartis en blocs composés de 4 femelles ou 4 mâles castrés issus d’une même portée, puis assignés aux 4 régimes (**Début**). Ils étaient logés dans une case équipée de 8 distributeurs d’aliment (2 par régime) permettant la pesée et l’enregistrement individuelle des ingestions. Le passage à l’aliment finition s’effectuait par bloc atteignant 60 kg PV (**Milieu**). Chaque porc terminait l’expérience lorsqu’il atteignait 107 kg PV (**Fin**). La composition corporelle (masse de tissus mous gras, maigres et minéralisés) a été déterminée par absorptiométrie biphotonique à rayons X (**DXA**) aux trois stades (Début, Milieu et Fin). L’excrétion de N et de P a été calculée par différence entre les quantités ingérées et retenues. Ces dernières ont été estimées à partir des données DXA et des équivalences en valeurs chimiques (Kasper *et al.*, 2022). Les données individuelles ont été soumises à une analyse de variance (SYSTAT 13) incluant les effets fixes N (**Usuel** : C et P- ; **Réduit** : N- et NP-), P (**Usuel** : C et N- ; **Réduit** : P- et NP-), sexe (femelle, mâle castré), ainsi que leurs interactions à 2 niveaux. La portée était intégrée en covariable.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Aucune interaction N x P n’a été observée ($P > 0,10$), indiquant que le régime NP- n’a pas entraîné d’effet additionnel par rapport aux régimes N- et P- considérés séparément. De même, les régimes n’ont pas influencé différemment les femelles et les mâles castrés (sexe x N et sexe x P, $P > 0,10$). Par conséquent, seuls les effets principaux de N et de P sont présentés.

2.1. Performance de croissance

Ni le gain moyen quotidien (moyenne ± erreur : 1006 ± 23 g/j), ni l’ingestion alimentaire (2396 ± 48 g/j), ni l’indice de consommation (2,39 ± 0,03), ni le PV final (109,3 ± 1 kg) et ni la durée d’engraissement (88,8 ± 2,7 j) n’ont été influencés par les effets N et P ($P > 0,10$). Ainsi, le régime N réduit avec une complémentation suffisante de huit AA a permis d’éviter les effets négatifs attendus en cas d’apport restrictif en AA_{dig} (Bonnefont *et al.*, 2025 ; Antonacci *et al.*, 2025). Et le régime P réduit et carencé en P_{dig} durant la phase de croissance confirme le maintien des performances déjà observé dans des études précédentes (Schlegel et Gutzwiller, 2020 ; Bonnefont *et al.*, 2025).

2.2. Composition corporelle

La proportion des tissus corporels au Début, au Milieu (64,2 ± 1,64 kg) et à la Fin ne se distinguait pas par l’effet N ($P > 0,10$, Tableau 1). La masse et densité minérale osseuse étaient péjorés de 8% au Milieu puis de 6% à la Fin par l’effet P réduit ($P < 0,001$). Cet effet, expliqué par l’apport insuffisant en P_{dig} en

croissance, n’a donc pas été entièrement compensé en finition. Toutefois, selon la revue de Coquil et Létourneau-Montminy (2025), une minéralisation péjorée est rattrapée par la suite. Ici, elle s’est surtout péjorée dans les régions de la tête et du tronc, mais moins dans les membres locomoteurs.

Tableau 1 – Composition corporelle des porcs (g/kg PV)

Variables	Effet N		Effet P		Erreur
	Usuel	Réduit	Usuel	Réduit	
Début : Tissus					
Maigre	892	893	893	892	2,9
Gras	88	87	87	88	2,7
Minéral osseux	20,2	20.5	20,2	20,6	0.39
Densité osseuse ¹	0,51	0,50	0,50	0,51	0,01
Milieu : Tissus					
Maigre	847	848	848	847	3,5
Gras	132	131	130	133	3,4
Minéral osseux	20,9	20,8	21,8 ^a	19,9 ^b	0.28
Densité osseuse ¹	0,88	0,87	0,91 ^a	0,84 ^b	0,01
Fin : Tissus					
Maigre	784	778	781	781	4,8
Gras	165	201	198	198	4,9
Minéral osseux	21,1	21,1	21,8 ^a	20,4 ^b	0.17
Densité osseuse ¹	1,19	1,17	1,21 ^a	1,15 ^b	0,01

¹ en g/cm² ; ^{a,b} Effet P < 0,001

2.3. Excrétion en nutriments

Le régime N réduit a diminué de 12% ($P < 0,001$) le N ingéré, sans modifier le N retenu et ainsi réduit le N excrété de 20% ($P < 0,001$). L’efficacité d’utilisation alimentaire du N est passée de 43,2% à 48,5% ($P < 0,001$). De même, le régime P réduit a diminué de 15% ($P < 0,001$) le P ingéré, de 4% ($P < 0,01$) le P retenu et de 24% ($P < 0,001$) le P excrété. Son efficacité du P alimentaire a progressé de 52,2% à 58,0% ($P < 0,001$).

CONCLUSION

Les porcs ont pu être engraisés avec succès selon une alimentation biphasique formulée à partir de sources protéiques locales et sans phosphate minéral contribuant ainsi au bilan import-export national. La réduction d’au moins 10 % de la teneur en MAT (sans diminution des AA_{dig}) et en P par rapport aux pratiques usuelles en Suisse a également permis de renforcer le bilan nutritif à l’échelle de l’exploitation. Cette approche a permis de diminuer les rejets de N et P de 20% et 24%, respectivement. En revanche, les coûts alimentaires ont augmenté jusqu’à 5% dans les régimes réduits en N, en raison du prix relativement élevé des AA additionnels. Ainsi, si la mise en œuvre d’une telle approche apparaît réaliste pour l’aspect P, le manque de sources protéiques locales sur le marché demeure un facteur limitant pour l’aspect N.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Antonacci A., Bee G., 2025. Effects of low-protein diets partially balanced in essential amino acids and pen cleaning frequency on growth, protein efficiency and carcass characteristics in growing-finishing pigs. 76th Annual EAAP Meeting, pp 389.
- Bonnefont C.M.D., Kasper C., Brun A., Brossard L., Donko T., Oster M., Font-i-Furnols M., Schlegel P., 2025. Performance de croissance et composition corporelle du porc suite à un apport limitant en protéines et en phosphore. Journées Rech. Porcine 57, 463-464.
- Coquil N., Létourneau-Montminy M.P., 2025. Can we increase phosphorus utilization efficiency by depletion-repletion protocols; insight from a meta-analysis. Animal, Sci. Proc. 16, 423–489.
- Kasper C., Schlegel P., Ruiz-Ascacibar I., Stoll P., Bee G., 2021. Accuracy of predicting chemical body composition of growing pigs using dual-energy X-ray absorptiometry. Animal, 15, 100307.
- Schlegel P., Gutzwiller A., 2020. Dietary calcium to digestible phosphorus ratio for optimal growth performance and bone mineralization in growing and finishing pigs. Animals, 10, 178.
- Von Wyl H., Küng T., Kupper T., Spring P., 2023. Rohproteingehalte in Schweinefutter. Agrarforschung Schweiz 14, 116-121.