

Estimation des besoins de phosphore et calcium chez le porc de 25 à 50 kilogrammes de poids vif

Joanie LANGLOIS (1,2), Candido POMAR (2), Marie-Pierre LÉTOURNEAU-MONTMINY (1)

(1) Département des sciences animales, Université Laval, Québec, QC, J1V 0A6 Canada

(2) Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke, QC, J1M 1Z3 Canada

Marie-Pierre.Letourneau@fsaa.ulaval.ca

Determination of phosphorus and calcium requirements in 25 to 50 kilogram body weight pigs

An experiment was conducted to study the effect of different dietary phosphorus (P) (60-80-100-120-140% of P requirements, with equal calcium: P ratio) in terms of bone mineralization, whole-body P and calcium (Ca) retention and growth performance in growing pigs. Eighty pigs (23.8 ± 2.7 kg) received one of the five dietary treatments for a period of 28 days. Average daily feed intake (ADFI) was recorded and eight pigs per treatment were weighed and scanned with Dual energy X-ray absorptiometry at the beginning and at the end of the experiment. The ADFI ($P = 0.04$) and average daily gain (ADG, $P < 0.01$) of pigs increased linearly (60 vs 140%, +8% ADG) and bone mineral content increased significantly (Lin : $P < 0.001$, Qua : $P = 0.03$, Cub : $P = 0.07$) with the increase of dietary P and Ca. Whole-body retention of P was minimized with the diet containing 60% of P, but it was not maximized with the diet containing the higher level of P (Lin: $P < 0.001$, Qua : $P = 0.005$, Cub : $P = 0.01$). These results confirm higher Ca and P requirements for maximal bone mineralization compared to growth performance.

INTRODUCTION

Les besoins de P et Ca chez le porc en croissance varient selon le critère de performance considéré. Ainsi, certaines recommandations alimentaires ont pour objectif de maximiser la minéralisation osseuse (Jondreville et Dourmad, 2005) et d'autres les performances de croissance (NRC, 2012). Quoi qu'il en soit, les publications à l'origine de ces recommandations datent de plusieurs années. L'objectif de cette étude est de réévaluer l'impact de différents apports de P chez le porc en début de croissance.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Essai préliminaire

Les niveaux de P et de Ca de l'aliment témoin ont été déterminés dans l'essai préliminaire. Vingt-quatre porcelets logés individuellement (Large White x Landrace, $17,9 \pm 2,0$ kg) ont été attribués à un des quatre traitements alimentaires durant 28 jours. Les aliments ont été formulés suivant un dispositif factoriel 2×2 où le Ca (NRCCa et INRACa : 2,15 et 2,9 g Ca/P dig) et le P digestible (NRCP et INRAP : 2,7 et 3,2 g/kg) étaient les facteurs principaux. Les niveaux utilisés correspondent respectivement aux recommandations du NRC (2012) et de Jondreville et Dourmad (2005). Après 21 jours, une collecte totale des urines et des fèces de 5 jours a été réalisée. Ensuite, les porcs ont été pesés et soumis à des mesures d'absorption biphotonique à rayons X (DXA ; Prodigy, GE Healthcare, Madison, WI) pour estimer le contenu minéral osseux (CMO), et le P et Ca corporels (Létourneau-Montminy *et al.*, 2015). Des analyses de variance ont été effectuées sur les variables étudiées avec les effets fixes de P, Ca et leur interaction (proc MIXED, SAS 9.4, SAS Inst. Inc. Cary, NC).

1.2. Essai principal

1.2.1. Aliments expérimentaux

Un aliment A apportant 140% du besoin de P digestible estimé (4,5 g/kg) et un aliment B apportant 60% (1,9 g/kg) ont été mélangés pour obtenir 60, 80, 100, 120 ou 140% des besoins de P avec un ratio Ca :P digestible de 2,7. Le P a été analysé par colorimétrie et le Ca par spectrométrie au plasma.

1.2.2. Dispositif expérimental et mesures

Quatre-vingt porcs mâles (Large White x Landrace, $23,8 \pm 2,7$ kg) ont reçu pendant 28 jours un des cinq traitements expérimentaux servis à l'aide de nourrisseurs automatiques mesurant également quotidiennement l'ingestion (Pomar *et al.*, 2009). Au début et à la fin de l'expérience, les porcs ont été pesés, et huit porcs par traitement ont été radiographiés par DXA. Une analyse de variance a été réalisée et les effets linéaire, quadratique et cubique de l'apport en P ont été évalués par contrastes orthogonaux (proc MIXED, SAS).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Essai préliminaire

Les performances de croissance n'étaient pas modifiées par les traitements alimentaires. Le CMO par kg de poids vif était plus bas chez les porcs ayant reçu NRCCa (-6% ; Ca, $P = 0,02$) comparativement à INRACa. Le P excrété dans l'urine différait entre les traitements (Ca x P, $P = 0,003$, Tableau 1) ; les porcs recevant le traitement INRACa-NRCP ont excrété moins de P dans l'urine, ceux recevant NRCCa-NRCP et INRACa-INRAP en excrétant le plus. Ces résultats montrent que le faible niveau de Ca de l'aliment NRCCa-NRCP a limité le dépôt de P et que le P a été légèrement en excès chez les porcs recevant INRAP.

Les faibles pertes urinaires de P chez les INRACa-NRCP indiquent un dépôt efficace de minéraux dans l'os. Les porcs recevant l'aliment INRACa-INRAP ont été ceux qui ingéraient, absorbaient et retenaient le plus de Ca (Ca x P, $P < 0,05$), mais en rejetaient également le plus (Ca, $P = 0,01$), indiquant que le

Ca a été apporté au-delà des besoins pour la minéralisation osseuse. L'aliment 100% de l'expérience principale s'est donc basé sur la minéralisation osseuse avec le niveau de P de l'INRA et un ratio Ca:P digestible du NRC compte tenu des pertes urinaires importantes avec l'aliment INRACa-INRAP.

Tableau 1 –Utilisation du phosphore (P) et du calcium (Ca) selon les niveaux NRC ou INRA de P et Ca apportés (essai préliminaire)¹

Paramètres	NRCCa		INRACa		Statistiques ²			
	NRCP	INRAP	NRCP	INRAP	e.t.m.	Ca	P	Ca x P
Contenu minéral osseux / poids vif, g/kg	17,8	19,1	19,5	19,5	0,60	0,02	0,12	0,14
P ingéré, g/j	13,7	16,0	14,6	17,4	0,74	0,16	0,003	0,73
P urine, g/j	1,62	1,05	0,31	1,47	0,253	0,10	0,25	0,003
P absorbé, g/j	8,19	9,73	8,56	10,26	0,469	0,35	0,003	0,86
P retenu, g/j	6,57	8,68	8,24	8,78	0,490	0,05	0,01	0,08
Ca ingéré, g/j	14,6	17,4	18,2	24,7	1,01	< 0,001	< 0,001	0,05
Ca urine, g/j	0,18	0,52	0,58	0,91	0,144	0,01	0,03	0,95
Ca absorbé, g/j	10,2	11,6	12,0	15,5	1,13	< 0,001	< 0,001	0,04
Ca retenu, g/j	10,0	11,1	11,4	14,6	1,13	< 0,001	< 0,001	0,03

¹Voir le texte pour les niveaux de P et Ca utilisés. ²Analyse de variance avec les effets P, Ca et l'interaction Ca x P ; e.t.m. : erreur type de la moyenne

Tableau 2 –Performances et composition corporelle selon le niveau de phosphore (essai principal)

Paramètres	Niveaux de phosphore par rapport au besoin, %					Statistiques ¹			
	60	80	100	120	140	e.t.m.	Lin	Quad	Cub
Gain moyen quotidien, kg/j	0,946	0,961	1,03	1,007	1,02	0,031	0,005	0,28	0,84
Consommation moyenne journalière, g	1850	1847	1927	1921	1981	74,1	0,04	0,84	0,93
Contenu minéral osseux final, g	620	824	909	949	1047	42,3	<0,001	0,03	0,067
P retenu, g/j	3,39	4,70	5,24	5,44	6,08	0,212	<0,001	0,005	0,015
P excrété, g/j	4,79	3,80	4,68	5,69	7,72	0,422	<0,001	<0,001	0,37
Ca retenu, g/j	3,12	5,73	6,62	7,12	8,31	0,325	<0,001	0,001	0,002
Ca excrété, g/j	7,72	6,86	9,29	11,8	16,3	0,74	<0,001	<0,001	0,41

¹Analyse de variance avec les effets linéaire (Lin), quadratique (Quad) et cubique (Cub) de l'apport en P; e.t.m. : erreur type de la moyenne

2.2. Essai principal

Le gain moyen quotidien (GMQ) (Lin : $P = 0,005$; Tableau 2) et la CMJ (Lin : $P = 0,04$) ont augmenté de façon linéaire de 60 à 140% mais l'IC n'a pas été modifié. Une carence en P est en effet reconnue pour induire une diminution de consommation qui peut se traduire en termes de GMQ (Suttle, 2010). Même si l'effet est linéaire, il est important de noter qu'on observe peu de différence entre les traitements, et des variations intra traitement importantes (8-12%). Le CMO a augmenté de façon linéaire de 60 à 100 %, un plateau a ensuite été observé de 100 à 120%, suivi d'une seconde augmentation de 120 à 140% (15%) (Lin : $P < 0,001$; Qua : $P = 0,03$; Cub : $P = 0,07$). Les besoins en P et Ca ne semblent donc pas avoir été atteints pour maximiser la minéralisation osseuse. L'excrétion de P était plus faible chez les porcs consommant le traitement 80% que chez ceux recevant les traitements 60 et 100%, alors qu'elle augmentait linéairement pour les traitements 100 à

140% (Lin : $P < 0,001$; Qua : $P < 0,001$). La plus faible excrétion pour le traitement 80% provient probablement de meilleures absorption intestinale et rétention corporelle en raison des adaptations connues de l'animal aux faibles apports phosphocalciques (Suttle, 2010) et d'une limitation du P disponible pour l'absorption avec le traitement 60%. L'évolution cubique de la rétention de P et Ca et la tendance pour le CMO, en raison d'une ré-augmentation à 140%, pourraient provenir d'un meilleur équilibre au niveau du Ca et du P absorbés.

CONCLUSION

Des quantités croissantes de P et Ca alimentaires avantagent la minéralisation osseuse et la rétention corporelle de P et Ca, mais elles augmentent leur excrétion dans l'environnement. Une approche multicritère est donc nécessaire pour établir les besoins en P et Ca chez le porc en croissance.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Jondreville C., Dourmad J.Y., 2005. Le phosphore dans la nutrition des porcs. INRA Prod. Anim., 18, 183-192.
- Létourneau-Montminy M.P., Lovatto P.A., Pomar C., 2015. Modeling the metabolic fate of dietary phosphorus and calcium and the dynamics of body ash content in growing pigs. J. Anim. Sci., 93, 1200-1217.
- NRC. 2012. Nutrient requirements of swine 11th edition. National Academy Press, Washington, DC, 400 p.
- Pomar C., Hauschild L., Zhang G.H., Pomar J., Lovatto P.A., 2009. Applying precision feeding techniques in growing-finishing pigs operations. Braz. J. Anim. Sci., 38, 226-237.
- Suttle N.F., 2010. The mineral nutrition of livestock. 4th ed. CABI Publishing, Wallingford, UK, 587 p.