

Détermination par méta-analyse du besoin en tryptophane pour les porcelets

Aude SIMONGIOVANNI (1), Etienne CORRENT (1), Nathalie LE FLOC'H (2), Jaap van MILGEN (2)

(1) AJINOMOTO EUROLYSINE S.A.S., 153 rue de Courcelles, F-75817 Paris cedex 17

(2) INRA- Agrocampus Ouest, UMR1079, Systèmes d'Elevage Nutrition Animale et Humaine, F-35590 Saint-Gilles

simongiiovanni_aude@eli.ajinomoto.com

Détermination par méta-analyse du besoin en tryptophane pour les porcelets

Le besoin des porcelets en tryptophane exprimé par rapport à la lysine en base digestible iléale standardisée (Trp:Lys DIS) présente une grande variabilité dans les valeurs publiées. Il existe notamment un écart important entre les recommandations européenne et nord américaine. Une méta-analyse a été réalisée afin d'estimer le rapport Trp:Lys DIS qui maximise les performances de croissance (gain moyen quotidien (GMQ), consommation moyenne journalière (CMJ), efficacité alimentaire (EA) définie comme le rapport GMQ:CMJ) de porcelets sevrés (5-25 kg de poids vif). Une base de données, comprenant 130 essais étudiant l'effet du Trp sur les performances des porcelets, a été établie. Les valeurs nutritionnelles des aliments expérimentaux ont été recalculées sur la base de la table INRA 2004. Parmi tous les essais, seuls 39 qui permettaient une expression du besoin en rapport Trp:Lys (c'est-à-dire que la Lys était le second facteur limitant) et qui testaient au moins trois niveaux de Trp, ont été sélectionnés. Trois modèles non linéaires ont alors été utilisés pour estimer le rapport Trp:Lys DIS avec la CMJ, le GMQ et l'EA comme critères de réponse. Un effet « essai » multiplicatif a été inclus dans chaque modèle qui estime alors une valeur de plateau spécifique à chaque essai. En revanche, la réponse au Trp et les autres paramètres des modèles sont estimés intra-essai. Le modèle est un facteur de variation important de l'estimation du besoin : le besoin Trp:Lys DIS permettant de maximiser les performances de croissance des porcelets est estimé à 16,5 % avec le modèle linéaire-plateau, à 22% avec le modèle curvilinéaire-plateau et à 26% avec le modèle asymptotique. Le besoin Trp:Lys DIS n'est pas modifié par l'origine géographique des essais (Etats-Unis vs Europe ; $P > 0,10$).

Estimation of the tryptophan requirement in piglets by meta-analysis

There appears to be no general consensus concerning the tryptophan requirement for piglets, expressed relative to lysine on a standardized ileal digestible basis (SID Trp:Lys). Different Trp requirement recommendations appear to exist between Europe and the United States (USA). A meta-analysis was performed to estimate the SID Trp:Lys ratio, which maximises performance (i.e., average daily gain (ADG), average daily feed intake (ADFI) and gain to feed ratio (G:F)) of weaned piglets between 5 and 25 kg of body weight. A database comprising 130 trials on the Trp requirement in piglets was established. The nutrient composition of all diets was calculated using information of feed ingredients used in each trial. Among all trials, only 39 trials which were designed to express the requirement relative to Lys (i.e., Lys was the second limiting factor in these trials) while testing at least three levels of Trp, were considered in the meta-analysis. Three non-linear models (i.e., linear-plateau, curvilinear-plateau and asymptotic models) were used to estimate the SID Trp:Lys requirement using ADG, ADFI and G:F as response criteria. A multiplicative trial effect was included in the models assuming that the experimental conditions only affected the magnitude of the response, but not the Trp requirement or the response to a Trp deficiency. The model used is an important factor of variation of the estimated requirement: the SID Trp:Lys requirement in piglets was estimated at 16.5% with the linear-plateau model, at 22% with the curvilinear-plateau model, and at 26% with the asymptotic model. There were no indications that the Trp requirement was affected by the geographical origin of the trial (USA vs Europe; $P > 0.10$).

INTRODUCTION

Quatrième acide aminé limitant dans les aliments pour porcelets en Europe, le tryptophane (Trp) est un acide aminé essentiel et indispensable pour le porcelet. Hormis son utilisation pour le dépôt protéique, le Trp est impliqué dans de nombreuses autres fonctions biologiques. Par son action dans la régulation de l'appétit (Henry *et al.*, 1996 ; Zhang *et al.*, 2007) et son implication dans le système immunitaire, il permet notamment de limiter l'impact négatif de mauvaises conditions sanitaires sur les performances des porcelets (Le Floc'h *et al.*, 2007 ; Trevisi *et al.*, 2008).

De nombreux travaux ayant pour objectif de déterminer le besoin en Trp pour les porcelets, c'est-à-dire la quantité de Trp permettant de maximiser la vitesse de croissance et la consommation ou bien de minimiser l'IC, ont été publiés et révèlent une grande variabilité dans les recommandations. Cette variabilité alimente toujours un débat notamment entre recommandations européenne et nord américaine. Le mode d'expression du besoin et les conditions expérimentales ont un rôle prépondérant dans les résultats obtenus et leurs interprétations. Ainsi, un besoin exprimé en pourcentage de l'aliment ne peut pas nécessairement se recalculer par rapport à la lysine (Lys) dans le cadre de la protéine idéale. Une synthèse bibliographique classique des résultats est par conséquent difficile à réaliser. La méthode de méta-analyse telle que décrite par Sauvante *et al.* (2005) permet en revanche de synthétiser de façon quantitative des informations issues de différentes sources afin de déterminer une loi de réponse générale.

L'objectif de cette publication est de déterminer, grâce à une méta-analyse, le rapport Trp:Lys digestible idéal standardisé (DIS) qui maximise les performances de porcelets sevrés (gain moyen quotidien (GMQ), consommation moyenne journalière (CMJ) et/ou efficacité alimentaire (EA) définie comme le rapport GMQ:CMJ).

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Dispositif méta-analytique

1.1.1. Conception de la base

Une base de données a été réalisée à partir de 155 essais (articles ou comptes-rendus d'essai) dans lesquels différents niveaux de Trp étaient testés sur les performances de croissance de porcelets sevrés. Cette base contient des informations concernant l'identification de l'essai, le détail du protocole, les caractéristiques des animaux (poids, âge,...), la composition et les valeurs nutritionnelles des régimes testés et les résultats des performances (GMQ, CMJ et/ou EA). Un des facteurs responsables de variations du besoin entre essais est l'évaluation des valeurs nutritionnelles des régimes alimentaires. Afin de standardiser ces informations, nous avons recalculé les valeurs nutritionnelles des régimes de chaque essai (énergie nette et acides aminés exprimés en digestibilité idéale standardisée (DIS)) grâce au logiciel EvaPig® (Noblet *et al.*, 2008 d'après les tables INRA, Sauvante *et al.*, 2004). La composition exacte du régime de base devait donc apparaître dans l'article. Ce calcul a également permis d'obtenir les profils complets en acides aminés.

Cent-trente essais, correspondants à 451 lots ou traitements, ont finalement été sélectionnés pour constituer la base de données* initiale ; ceux-ci représentent la quasi-totalité de la littérature depuis 1970 concernant le besoin en Trp pour des porcelets en post-sevrage entre 5 et 25 kg de poids vif (PV).

1.1.2. Analyse graphique préliminaire

L'analyse graphique, réalisée grâce au logiciel Minitab® (Minitab, 2009), donne une vue d'ensemble des données et des relations inter- et intra-étude, permet de repérer les éventuelles valeurs aberrantes et de vérifier ainsi la cohérence et l'homogénéité des données. Afin de faciliter cette analyse, les 130 essais ont été classés en trois catégories de poids des porcelets grâce à une analyse discriminante utilisant quatre prédicteurs (âge, poids initial et final, durée de l'essai) : 25 essais concernaient la phase « 1^{er} âge » ($7,2 \pm 1,5 - 10,3 \pm 2,5$ kg PV), 53 essais la phase « 2^{ème} âge » ($11,3 \pm 1,8 - 24,2 \pm 4,4$ kg PV) et 52 essais la phase « Post-sevrage » ($7,3 \pm 1,1 - 22,0 \pm 4,8$ kg PV).

Les 130 essais ont été réalisés entre 1970 et 2008 dont 90 (69,2%) depuis l'année 2000 ; 58% des 130 essais sont originaires d'Europe, 33% des Etats-Unis et 9% d'autres pays (Australie, Canada et Taïwan). Les essais européens sont plus récents que les essais nord-américains (80,0% réalisés depuis l'année 2000 vs 46,5%, respectivement).

Afin de vérifier la validité des valeurs nutritionnelles recalculées, des régressions entre valeurs publiées et recalculées ont été réalisées. Les R^2 les plus élevés sont pour la Lys (95,8%) et le Trp (94,2%). Ceci peut s'expliquer par le fait que ces deux acides aminés sont souvent analysés. Du fait de la bonne représentativité et de l'homogénéité des valeurs recalculées, celles-ci ont été utilisées pour la méta-analyse.

L'expression du GMQ en fonction de l'ingéré (Figure 1) indique que les données sont cohérentes (le GMQ augmente avec la CMJ) et révèle deux populations de porcelets qui diffèrent par leur EA. Les essais les plus anciens, principalement américains, montrent en effet une efficacité plus faible que les essais publiés après 2000. Cet effet peut s'expliquer notamment par l'évolution de l'amélioration génétique et des connaissances en nutrition animale.

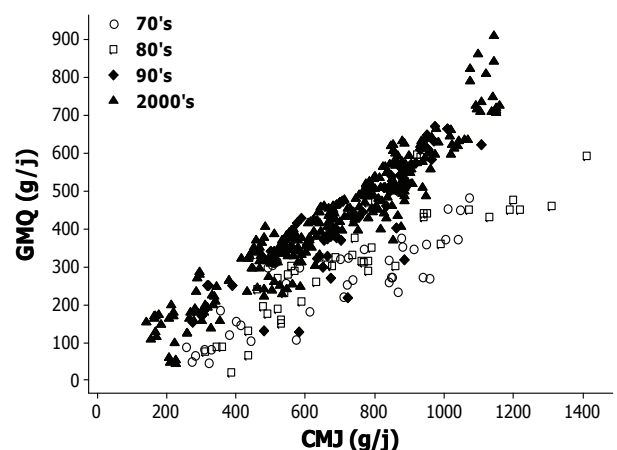
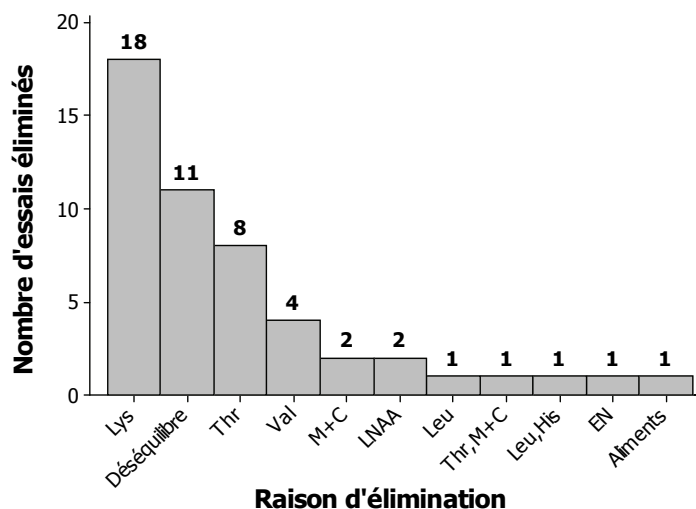


Figure 1 : Gain moyen quotidien (GMQ) en fonction de la consommation moyenne journalière (CMJ) pour chaque essai selon les différentes décennies



Lys : lysine non sub-limitante

Déséquilibre : essais éliminés pour cause de plus de trois acides aminés essentiels déficients

Thr : déficience en thréonine

Val : déficience en valine

M+C : déficience en méthionine+cystine

LNAA : excès ou déficience d'Acide Aminé Large Neutre

Leu : déficience en leucine

Thr, M+C : déficience en Thr et M+C

Leu, His : déficience en Leu et histidine

EN : déficience en énergie nette

Aliments : une différence de valeur PB analysée supérieure à 2 points de pourcentage entre 2 traitements

Figure 2 : Causes de l'élimination des essais de la base de données

1.1.3. Sélection des essais permettant une expression du besoin par rapport à la Lys

Chez les animaux en croissance, la protéine idéale est un profil pour lequel tous les acides aminés (g d'acide aminé pour 100 g de Lys) sont co-limitants pour les performances ; ce profil permet de maximiser la rétention azotée et/ou le gain de poids. Dans le cadre de la protéine idéale, la Lys est traditionnellement utilisée comme référence car elle est le premier acide aminé limitant pour la croissance des porcelets. Lors de la réalisation d'un essai visant à estimer un besoin en acide aminé relativement à la Lys, la Lys doit être le second facteur limitant après l'acide aminé étudié (ici Trp). Si la Lys est effectivement le second limitant pour les performances (GMQ, CMJ, EA), un apport croissant de Trp augmentera la réponse jusqu'à ce que le Trp ne soit plus limitant (point de rupture) ; la valeur du plateau (niveau de performance maximale) est alors déterminée par le niveau de Lys. Au point de rupture, le Trp et la Lys sont co-limitants et le rapport entre ces deux acides aminés définit le besoin en Trp:Lys. Il est maintenant admis que le rapport optimal Trp:Lys n'est pas affecté par le niveau de Lys dans la mesure où celle-ci est réellement le second facteur limitant dans l'étude expérimentale (Boisen, 2003). En revanche, si la Lys n'est pas le second facteur limitant, un facteur inconnu (par exemple un acide aminé autre que le Trp et la Lys ou l'énergie ingérée) limitera les performances avant la Lys ; la réponse attendue au Trp sera donc limitée par la disponibilité de ce facteur. Dans ce cas, considérer le point de rupture comme le besoin en Trp:Lys sous-estime le besoin réel qui devrait être exprimé sous la forme du rapport [Trp:second facteur limitant].

Les essais pour lesquels la Lys n'était pas le second facteur limitant ont ainsi été écartés de la base. Pour ce faire, les valeurs nutritionnelles des essais ont été comparées à deux références : NRC (1998) et Whittemore et al. (2003). De plus, les essais retenus devaient étudier au moins trois niveaux différents de Trp. Les études testant uniquement deux niveaux ne pouvant se modéliser que par une droite, elles n'ont pas été utilisées pour la méta-analyse mais ont servi à valider nos résultats.

Finalement, 91 essais sur les 130 (70%) ont été éliminés ; 41 pour le nombre de niveaux de Trp étudiés et 50 pour des anomalies dans la composition des régimes (Figure 2).

La première raison ayant conduit à l'élimination d'essais est la Lys non sub-limitante avec 18 essais éliminés dans lesquels la moyenne du niveau de Lys DIS est de 1,3%. Les principaux acides aminés essentiels apportés en quantité insuffisante dans les aliments expérimentaux sont la Thr dans 8 essais (Thr:Lys DIS de 61% en moyenne) et la Val dans 4 essais (Val:Lys DIS de 64% en moyenne). Ces valeurs sont inférieures aux recommandations admises de 65% et 70% pour les rapports Thr:Lys et Val:Lys DIS respectivement (Whittemore et al., 2003).

Finalement, seuls 30% des essais, (39 sur 130), ont été conservés pour la méta-analyse. Dans la figure 3 le GMQ a été exprimé en fonction du rapport Trp:Lys DIS pour chacun des essais sélectionnés. Cette représentation nous permet de visualiser les réponses inter- et intra-étude des porcelets à des apports croissants de Trp.

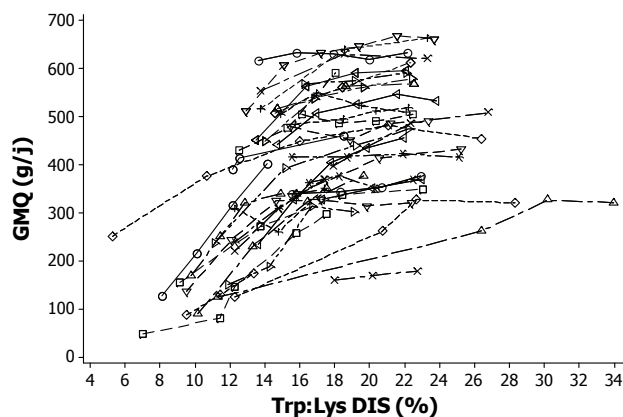


Figure 3 : Gain moyen quotidien (GMQ) en fonction du rapport Trp:Lys digestible iléale standardisé (DIS) des régimes des essais respectant le protocole à utiliser pour déterminer un besoin en rapport à la Lys

La répartition géographique des 39 essais retenus est similaire à celle des 130 essais initiaux : 51% sont originaires d'Europe, 36% des Etats-Unis et 13% d'autres pays.

La distribution des rapports Trp:Lys DIS testés dans les 39 essais sélectionnés est normale avec une moyenne de 17,5% \pm 4,8. La plupart des rapports Trp:Lys DIS testés sont compris entre 14% et 22%. L'effet du rapport Trp:Lys DIS sur les performances des porcelets sera donc plus précisément estimé dans cet intervalle pour lequel nous disposons d'un plus grand nombre de données.

1.2. Modèles statistiques choisis

Le modèle statistique permettant l'analyse de la base de données doit permettre de synthétiser de manière quantitative les résultats de différents essais. En nutrition animale, l'effet d'un acide aminé sur les performances des porcelets est souvent représenté par trois types de modèles non-linéaires : linéaire-plateau, curvilinéaire-plateau et asymptotique. En revanche, l'analyse de variance basée sur la comparaison point par point ne devrait pas être utilisée car elle ne permet pas de prendre en compte le fait que les variables de réponse sont continues et non discrètes (Shearer, 2000 ; Pesti *et al.*, 2009). Le modèle linéaire quadratique, souvent utilisé pour estimer le besoin, ne semble pas non plus approprié dans la mesure où la variable à expliquer ne répond plus à partir d'un certain seuil, ce qui semble être le cas pour le Trp (Figure 3).

L'intérêt de conduire une méta-analyse est de prendre en compte l'effet « essai » dans le modèle : chaque donnée n'est pas isolée mais appartient à une dose-réponse. La figure 3 a mis en évidence une importante variabilité inter-étude pour la valeur du plateau ; l'effet « essai » est donc appliqué sur ce paramètre, et le modèle estime une valeur de plateau spécifique à chaque essai. En revanche, la réponse des porcelets au Trp et les autres paramètres du modèle sont estimés intra-essai. Ainsi, un effet « essai » (noté A_i) fixe et multiplicatif est inclus dans le modèle. Les trois modèles testés s'écrivent de la manière suivante :

- linéaire-plateau :

$$Y_{ij} = A_i (1 + U(R - x_{ij})) + \varepsilon_{ij} \text{ pour } x_{ij} < R$$

$$Y_{ij} = A_i \text{ pour } x_{ij} \geq R$$

- curvilinéaire-plateau :

$$Y_{ij} = A_i (1 + U(R - x_{ij})^2) + \varepsilon_{ij} \text{ pour } x_{ij} < R$$

$$Y_{ij} = A_i \text{ pour } x_{ij} \geq R$$

- asymptotique :

$$Y_{ij} = A_i (1 - a \cdot \exp(-bx_{ij})) + \varepsilon_{ij}$$

Alors que l'effet « essai » A_i est spécifique à chaque essai i , les parenthèses comprennent l'équation représentant la loi de réponse générale des porcelets au Trp où Y_{ij} est la performance de croissance des porcelets (GMQ, CMJ et EA) de l'observation j de l'essai i , x_{ij} la valeur du rapport Trp:Lys DIS de l'observation j de l'essai i , U un paramètre de la réponse au Trp avant l'atteinte du plateau (correspondant à la pente dans le cas du modèle linéaire-plateau) et R la valeur minimum de x_{ij} nécessaire pour atteindre le plateau, c'est-à-dire la valeur minimum du rapport Trp:Lys DIS qui permet de maximiser les performances des porcelets (i.e., le besoin tel que défini dans les objectifs). Le ε est le terme d'erreur résiduelle (les ε_{ij} sont supposés indépendants et normalement distribués avec une variance constante). La procédure PROC NLIN de SAS a été utilisée pour l'estimation des paramètres de ces modèles (SAS, 2004).

2. RESULTATS

2.1. Besoins en Trp:Lys DIS estimés par la méta-analyse

Les trois modèles présentés ont été testés et le besoin (la valeur de R) a été estimé pour chacun d'entre eux. Le modèle asymptotique n'ayant pas de définition précise du besoin, nous avons arbitrairement choisi la valeur du rapport Trp:Lys DIS nécessaire pour atteindre 95% du plateau. Les résultats des méta-analyses pour les variables GMQ, CMJ et EA sont présentés dans le tableau 1.

Alors que le modèle linéaire-plateau présente les valeurs de besoin les plus faibles, le modèle asymptotique présente les plus élevées. Les résultats diffèrent selon le modèle mais restent homogènes intra-modèle. Seul le besoin obtenu en maximisant l'EA avec le modèle asymptotique semble éloigné de ceux obtenus avec ce même modèle pour maximiser le GMQ et la CMJ. L'étude des résidus permet une validation statistique de ces modèles (données non présentées).

Tableau 1 : Paramètres estimés pour les modèles testés et les variables de réponse : Gain Moyen Quotidien (GMQ), Consommation Moyenne Journalière (CMJ) et Efficacité Alimentaire (EA) (les écarts-types sont donnés en italique entre parenthèses)

	Linéaire-plateau			Curvilinéaire-plateau			Asymptotique		
	GMQ	CMJ	EA	GMQ	CMJ	EA	GMQ	CMJ	EA
$A^{(1)}$	439,3	732,1	0,613	446,9	741,7	0,616	497,3	801,4	0,649
U	-0,0647	-0,0401	-0,0443	-0,0030	-0,0017	-0,0027			
a							1,5854	0,9695	1,4150
b							0,1286	0,1188	0,1637
$R^{(2)}$	16,7 (0,3)	16,7 (0,4)	16,1 (0,3)	21,7 (0,9)	22,2 (1,1)	19,8 (0,8)	26,9 ⁽³⁾ (3,1)	25,0 ⁽³⁾ (3,7)	20,4 ⁽³⁾ (2,0)

⁽¹⁾ Moyenne des A_i

⁽²⁾ Besoin en Trp:Lys DIS estimé pour chacun des modèles et chacun des paramètres de croissance étudiés

⁽³⁾ Niveau de Trp:Lys DIS nécessaire pour atteindre 95% de la valeur du plateau

2.2. Validation croisée par les résultats des essais testant deux niveaux de Trp

Alors que le modèle linéaire-plateau estime le besoin à 16,5% en moyenne, le modèle curvilinéaire-plateau prédit une augmentation de GMQ de 9% pour des valeurs de Trp:Lys DIS entre 16,5% et 22%. La figure 4 présente l'augmentation de GMQ obtenue dans les essais ne testant que deux niveaux de Trp. Ce graphe illustre le fait qu'il existe bien une réponse des porcelets au Trp pour des rapports Trp:Lys DIS supérieurs à 16,5%. Dans ces essais, l'augmentation moyenne de GMQ pour des valeurs de Trp:Lys DIS allant de 16,5% à 22% est également de 9%, comme prédit par le modèle curvilinéaire-plateau. Les modélisations linéaire-plateau et curvilinéaire-plateau (dont les estimations des paramètres sont présentées dans le tableau 1) sont également représentées sur la figure 4. Nous pouvons ainsi conclure que les valeurs estimées par le modèle curvilinéaire-plateau semblent plus adaptées pour représenter des données externes à la méta-analyse.

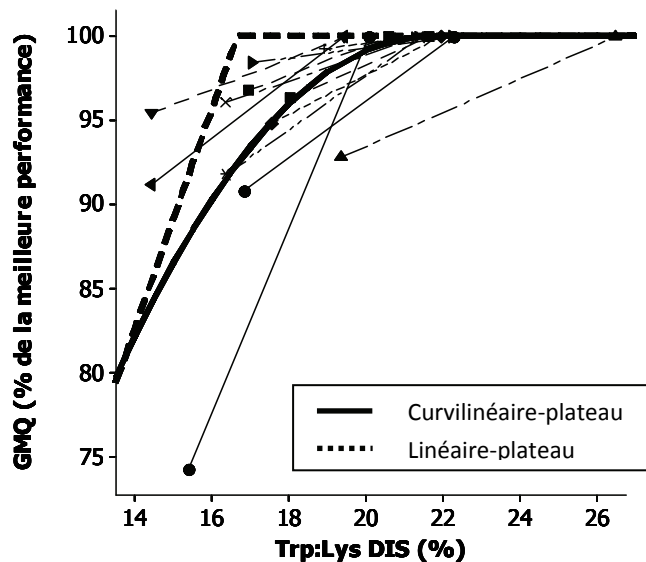


Figure 4 : GMQ (% de la meilleure performance) en fonction du rapport Trp:Lys DIS pour chaque essai qui teste seulement deux niveaux de Trp et qui respecte les conditions requises pour estimer un besoin en Trp relativement à la Lys

3. DISCUSSION

3.1. Variabilité des besoins publiés du fait du protocole requis pour déterminer un besoin en acide aminé relativement à la Lys

De nombreux essais ont été conduits alors que la Lys n'était ni sub-limitante, ni le second facteur limitant. Ceci n'infirme pas les résultats obtenus alors mais leur interprétation. Il est évident que dans ce type d'essai, le besoin en Trp ne peut être exprimé relativement à la Lys mais devrait l'être relativement au second limitant. Par exemple, Borg *et al.* (1987) ont estimé le besoin Trp:Lys DIS à 15%, alors que le rapport Val:Lys DIS ne valait que 48%, ce qui est largement inférieur aux 70% recommandés (Whittemore *et al.*, 2003 ; Barea *et al.*, 2009). Du fait de l'apport insuffisant en Val, la

Lys n'est pas le second facteur limitant et la valeur du rapport Trp:Lys DIS optimal est sous-estimée. Le besoin en Trp devrait donc être exprimé par rapport à la Val qui dans ce cas est certainement le second limitant. Ainsi le besoin en Trp est de 31,25% Trp:Val DIS. Considérant le besoin Val:Lys DIS à 70%, la valeur du rapport Trp:Lys DIS peut être recalculée en multipliant 31,25% par 70%, ce qui donne un rapport Trp:Lys DIS de 21,9%.

3.2. Variabilité des besoins publiés selon le modèle utilisé

Le modèle utilisé pour l'interprétation des résultats d'une dose-réponse, c'est-à-dire l'effet d'un acide aminé sur les performances de croissance des porcelets, doit être statistiquement mais également biologiquement adapté aux données étudiées. C'est le cas des modèles non-linéaires présentés dans cette étude. Les modèles linéaire-plateau et curvilinéaire-plateau ont tous deux une définition claire de l'estimation du besoin : il s'agit du rapport Trp:Lys minimum nécessaire pour atteindre le plateau. En revanche, pour le modèle asymptotique, le plateau n'est jamais atteint, le besoin est alors estimé comme la valeur du rapport Trp:Lys requise pour atteindre un pourcentage du plateau choisi arbitrairement (95% dans notre cas).

Nos résultats (Tableau 1) illustrent bien le fait que le choix du modèle est un important facteur de variation des besoins publiés (Baker *et al.*, 1986 ; Barea *et al.*, 2009).

Chacune des estimations est liée à l'interprétation spécifique du modèle utilisé. Alors que le modèle linéaire-plateau décrit une productivité marginale constante jusqu'à l'atteinte du besoin (partie linéaire croissante : pente) pour s'annuler ensuite, le modèle curvilinéaire-plateau décrit une productivité marginale qui décroît linéairement avec l'augmentation du Trp pour s'annuler une fois le besoin atteint (Pesti *et al.*, 2009). Le modèle curvilinéaire-plateau est ainsi plus adapté pour des considérations économiques. Du fait de leur représentation différente, ces deux modèles ont également des applications pratiques différentes. Un apport de Trp juste en-dessous du besoin cause une brusque chute de GMQ dans le cas du modèle linéaire-plateau alors que la chute est moindre dans le cas du modèle curvilinéaire-plateau. Le besoin estimé grâce à ce dernier modèle comprend donc une notion de sécurité marginale plus adaptée à l'optimisation de formules alimentaires (Pesti *et al.*, 2009).

Le choix du modèle statistique contribue ainsi pour une large part à la forte variabilité rapportée dans les besoins publiés. Les résultats publiés ne peuvent donc être comparés que dans la mesure où les modèles utilisés sont identiques. Ces trois modèles diffèrent conceptuellement mais leur comparaison suggère que le modèle curvilinéaire-plateau est le meilleur estimateur de l'effet d'un acide aminé sur les performances de croissance des porcelets.

3.3. Différence entre les recommandations de besoin aux Etats-Unis et en Europe

Parmi les 39 essais sélectionnés, 14 ont été conduits aux Etats-Unis et 20 en Europe. Nous avons voulu vérifier s'il existait une réelle différence de besoin entre les porcelets nord américains et européens. Cependant, les essais les plus anciens étant essentiellement originaires des Etats-Unis,

l'origine géographique est confondue avec le temps. Cet effet « Temps » étant surtout présent pour l'efficacité alimentaire, la comparaison Etats-Unis/Europe a été réalisée avec le modèle curvilinéaire-plateau pour le GMQ uniquement. L'estimation du besoin Trp:Lys DIS n'est pas affectée par l'origine géographique des essais (Etats-Unis vs Europe ; $P > 0,10$). La différence de recommandations entre ces deux continents peut trouver une part d'explication dans le modèle statistique utilisé pour interpréter les résultats : les auteurs nord américains utilisent généralement un modèle linéaire-plateau pour déterminer le besoin contrairement aux européens qui utilisent préférentiellement le modèle curvilinéaire-plateau.

CONCLUSION

Cette étude souligne l'importance de mettre en adéquation l'objectif d'un essai (mode d'expression du besoin) avec son protocole. Dans le cadre d'un essai visant à déterminer le besoin en un acide aminé exprimé par rapport à la Lys, il est primordial de concevoir les aliments expérimentaux avec précision afin de s'assurer d'une part que la Lys est à la fois sub-limitante et seconde limitante (après l'acide aminé étudié) et, d'autre part, qu'aucun autre acide aminé n'est limitant pour les performances. Ainsi, la variabilité apparente des résultats obtenus trouve une part d'explication dans la conception des aliments expérimentaux qui peuvent biaiser

la réponse attendue. Ceci ne doit pas être confondu avec des facteurs externes non contrôlables qui expliquent également une part de la variabilité des résultats publiés mais qui sont ici pris en compte dans l'effet « essai » inclus dans le modèle. Le choix du modèle statistique à utiliser pour estimer le besoin est également une composante importante de la variabilité des résultats publiés.

Avec la disponibilité sur le marché de la nutrition animale de 5 acides aminés de synthèse, il est aujourd'hui techniquement possible de formuler des aliments où 6 acides aminés sont co-limitants avec une réduction significative de la teneur en matières azotées totales de l'aliment.

Cette nutrition de précision implique également que le risque de proposer un régime avec des déficiences est plus élevé ; c'est pourquoi il est important de formuler les aliments avec des contraintes minimales pour les acides aminés digestibles en considérant une marge de sécurité.

La méta-analyse constitue un outil puissant permettant de déterminer le besoin en un nutriment à partir de nombreuses données déjà publiées. Celle-ci révèle ainsi que le besoin Trp:Lys DIS permettant de maximiser les performances de croissance des porcelets en post-sevrage (5-25 kg) est estimé à 22% avec le modèle curvilinéaire-plateau et à 5 points de pourcentage de moins avec le modèle linéaire-plateau.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Baker D.H., 1986. Problems and pitfalls in animal experiments designed to establish dietary requirements for essential nutrients. The Journal of Nutrition, 116, 2339-2349.
- Barea R., Brossard L., Le Flo'h N., Primot Y., Melchior D., van Milgen J., 2009. The standardized ileal digestible valine-to-lysine requirement ratio is at least seventy percent in postweaned piglets. J. Anim. Sci., 87, 935-947.
- Boisen S., 2003. Ideal dietary amino acid profiles for pigs. In : J.P.F. D'Mello (Ed.), Amino Acids in Animal Nutrition, 157-168. CABI.
- Borg B., Libal G.W., Wahlstrom R.C., 1987. Tryptophan and threonine requirements of young pigs and their effects on serum calcium, phosphorus and zinc concentrations. J. Anim. Sci., 64, 1070-1078.
- Henry Y., Sève B., Mounier A., Ganier P., 1996. Growth performance and brain neurotransmitters in pigs as affected by tryptophan, protein and sex. J. Anim. Sci., 74, 2700-2710.
- Le Flo'h N., Melchior D., Le Bellego L., Matte J.J., Sève B., 2007. Le statut sanitaire affecte-t-il le besoin en tryptophane pour la croissance des porcelets après sevrage ? Journées Rech. Porcine, 39, 125-132.
- Minitab, 2009. Version 15. Minitab Inc., Pennsylvania, PA.
- National Research Council, 1998. Nutrient Requirements of Swine. National Academy Press, Washington, DC.
- Noblet J., Valancogne A., Tran G., Primot Y., EvaPig®. [1.0.1.4], 2008. Computer program.
- Pesti G.M., Vedenov D., Cason J.A., Billard L., 2009. A comparison of methods to estimate nutritional requirements from experimental data. Br. Poult. Sci., 50, 16-32.
- SAS, 2004. SAS/STAT User's Guide (Version 9.1). SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Sauvant D., Perez J.M., Tran G., 2004. Tables of composition and nutritional value of feed materials. Wageningen Academic Publishers, INRA Editions and AFZ, Paris.
- Sauvant D., Schmidely P., Daudin J.J., 2005. Les méta-analyses des données expérimentales : applications en nutrition animale. INRA Prod. Anim., 18(1), 63-73.
- Shearer K.D., 2000. Experimental design, statistical analysis and modelling of dietary nutrient requirement studies for fish: a critical review. Aquaculture Nutrition, 6, 91-102.
- Trevisi P., Melchior D., Mazzoni M., Casini L., Filippi S.D., Minieri L., Lalatta-Costerbosa G., Bosi G., 2008. A tryptophan-enriched diet improves feed intake and growth performance of susceptible weanling pigs orally challenged with K88 E. coli. J. Anim. Sci., 87, 148-156.
- Whittemore C.T., Hazzledine M.J., Close W.H., 2003. Nutrient requirement standards for pigs. In: British Society of Animal Science (Ed.), pp. 1-30. BSAS PO Box 3 Penicuik, Midlothian, Scotland, UK.
- Zhang H., Jingdong Y., Defa L., Xuan Z., Xilong L., 2007. Tryptophan enhances ghrelin expression and secretion associated with increased food intake and weight gain in weanling pigs. Domestic Animal Endocrinology., 33, 47-61.

* Les références de la base de données sont disponibles auprès de Simongianni_Aude@eli.ajinomoto.com