

Modélisation du volume de lisier produit par les truies en maternité et en gestation, au Brésil

Paulo Armando V. de OLIVEIRA (1), Arlei COLDEBELLA (1), Paul ROBIN (2), Jorge M. R. TAVARES (3)

(1) EMBRAPA SUÍNOS E AVES, Caixa Postal 21, 89.700-000 Concórdia/SC, Brésil

(2) INRAE, UMR Sol-Agronomie-Spatialisation, 65 rue de St Brieuc, F-35042 Rennes Cedex

(3) Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Beja, Beja, Portugal

paulo.armando@embrapa.br

Modélisation du volume de lisier produit par les truies en maternité et en gestation au Brésil

Un modèle de prédiction du volume et de la composition du lisier produit a été développé pour les truies en maternité et en gestation, à partir des articles publiés dans la littérature. Ce modèle a été validé au cours d'une expérience conduite dans le sud du Brésil, pendant 14 mois, dans des fermes commerciales de production. Les flux d'eau et d'aliment consommés par les truies en maternité et en gestation (en hébergement individuel ou collectif), sont utilisés comme entrées du modèle pour prédire la quantité d'effluent produite. Le modèle calcule le volume de lisier en prenant en compte les effets de stade (gestation ou lactation), de la gestion des animaux (performances), de l'alimentation (quantité et composition des aliments, abreuvement) et du bâtiment (température ambiante, ventilation, évacuation des effluents, lavage). Le modèle pour la gestation a été validé à partir de 29 lots de truies (2490 truies en logement individuel (G1) et 1790 en logement collectif (G2)), considérant une durée totale de mesure de cinq semaines par lot. Les résultats estimés du modèle pour les truies en maternité ont été validés à partir de 26 lots, avec un effectif total de 862 truies, considérant une durée totale de cinq semaines par lot. La production journalière de lisier par truie observées pour la gestation s'élevait à $15,2 \pm 3,1$ litres pour G1 et $5,7 \pm 1,5$ litres pour G2. En maternité elle était de $18,9 \pm 2,4$ L/j/truies. Les modèles s'est avéré fiable et robuste pour la prédiction du volume du lisier produit en gestation ($R^2=0,80$) et maternité ($R^2=0,64$). Le modèle est donc adapté et utilisable en conditions réelles de production dans les fermes commerciales dans le sud du Brésil.

Modeling the volume of slurry produced by sows in farrowing and gestation facilities in Brazil

A model was developed to predict the volume of manure produced by sows in farrowing and gestation rooms, based on publications available in the literature and adapted for Brazilian conditions. This model was validated in an experiment conducted in southern Brazil for 14 months on commercial pig farms. Fluxes of water and feed consumed by sows in farrowing and gestation rooms (individual (G1) and collective (G2) housing) were used as model inputs, and the manure produced was predicted. The model estimates the volume of manure as a function of production stage (gestation or farrowing), animal management (performance), feeding strategy (quantity and composition of feed, watering), and housing (room temperature, ventilation, cleaning facilities, effluent discharge). For predictions during gestation, the model was validated using 29 batches of sows (G1 = 2,490 sows, G2 = 1,790 sows), assuming a duration of five weeks per batch. For predictions during farrowing, the model was validated using 26 batches (862 sows), with a duration of five weeks per batch. The mean (\pm standard deviation) measured amount of manure produced per sow per day (L/sow/day) was G1 = 15.2 ± 3.1 and G2 = 5.7 ± 1.5 in gestation rooms, and 18.9 ± 2.4 in farrowing rooms. The model was reliable and robust in predicting the volume of manure produced during gestation ($R^2 = 0.80$) and farrowing ($R^2 = 0.64$). It can be used in real production conditions usually observed on commercial farms in southern Brazil.

INTRODUCTION

Un modèle de prédiction du volume et de la composition des lisiers produits par un élevage de porcs a été développé et validé à partir de la littérature, par *Dourmad et al.* (2002) et *Rigolot et al.* (2010). Des modèles similaires ont été développés par *Oliveira* (1999) et *Aarnink et al.* (1992) pour la prédiction du volume de lisier produit par les porcs à l'engraissement, mais ces modèles n'ont pas été validés en conditions réelles d'élevage. Le modèle développé par *Rigolot et al.* (2010) permet la prédiction des flux de lisier liquide pour et leur composition (masse, matières sèches et organiques, teneurs en N, P, K, Cu et Zn). *Dourmad et al.* (2002) ont développé un modèle qui prenait en compte l'ensemble des stades physiologiques, mais ne considérait que le flux d'azote, sur la base de valeurs moyennes d'émissions gazeuses. Le CORPEN (2003) a également proposé un modèle de bilan simplifié qui permet de prédire les flux d'azote, phosphore, cuivre, zinc et potassium, mais ce modèle ne prédit pas les volumes d'effluents produits. Ces différents modèles ont été développés pour des climats tempérés et la question est posée de leur adaptation aux conditions climatique et aux différents systèmes de production présents au Brésil.

Le modèle évalué dans cette étude est basé sur ceux décrits par *Dourmad et al.* (2002) et *Rigolot et al.* (2010) avec des modifications des équations de production de chaleur par les animaux, qui sont remplacées par celles de la CIGR (2002) et de *Robin et al.* (2010) et l'ajout de pertes d'eau par évaporation qui sont fonctions de la température ambiante observée. L'objectif de cette étude est donc d'évaluer le modèle ainsi adapté dans les conditions réelles de production porcine dans le sud du Brésil.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Dispositif expérimental

L'expérience a été réalisée de juillet 2014 à septembre 2015 dans des fermes commerciales situées dans l'ouest de l'État de Santa Catarina au sud du Brésil, selon la méthodologie présentée par *Tavares* (2016). Les exploitations choisies ont été identifiées et sélectionnées afin de réduire les causes possibles de variation, selon les critères suivants: a) production dans la même région géographique; b) producteurs recevant les truies d'une seule agro-industrie; c) conditions de logement facilitant la mise en œuvre des matériels de mesure. Les mesures étaient réalisées au cours de deux saisons différentes, froide et chaude. Les truies utilisées pendant l'expérimentation étaient de race Large White × Landrace.

La surface utile pour les animaux, était de 1,5 m²/truie en maternité et gestation individuelle (G1) et 2,5 m²/truie en gestation collective (G2), avec un sol plein en béton pour la gestation et en caillebotis partiel pour la maternité.

Les truies avaient un accès permanent à un abreuvoir par case, en accord avec les recommandations professionnelles du secteur. Les truies ont été nourries par le producteur à volonté en maternité et une fois par jour (08h00) pendant la gestation, avec des aliments granulés à base de maïs et de tourteau de soja, formulés suivant les recommandations de *Rostagno et al.* (2014).

1.2. Système de mesure des volumes d'eau et de lisier

La mesure de la consommation d'eau a été réalisée sur la totalité de la période de l'essai. Les volumes d'eau consommée

par les animaux (ingérés et gaspillés), et utilisés pour la nébulisation et le lavage du bâtiment ont été enregistrés tous les jours. Pour cela, des compteurs d'eau (Unimag Cyble PN 10, Itron Inc., Liberty Lake, Washington) ont été installés dans les exploitations concernées. La production de lisier a été mesurée à l'aide de cuves de 5,0 m³ de volume (Fibratec et Fortlev), installées entre le bâtiment et la fosse de stockage. Les mesures de compteurs d'eau et de volume de lisier réalisées dans chaque bâtiment, ont été enregistrées par les producteurs, toutes les 24 heures, puis recueillies par des techniciens de l'Embrapa, pour vérification et analyse. Le lisier produit a été échantillonné chaque semaine et envoyé au laboratoire de l'Embrapa pour l'analyse physico-chimique. Les paramètres analysés selon les méthodes standardisées étaient les suivants : matière sèche (totale, volatile et minérale), azote total (NTK), potassium (K) et phosphore (P).

1.3. Les mesures sur les aliments

Les aliments ont été échantillonnés dans chaque élevage et chaque semaine, par les techniciens de l'Embrapa et envoyés au laboratoire de l'Embrapa pour analyse physico-chimique de leur teneur en matière sèche, azote total (NTK), potassium (K) et phosphore (P).

1.4. Température et humidité relative de l'air

Des enregistreurs de données Testo 174H (Testo AG, Lenzkirch, Allemagne) ont été installés entre 1,5 et 2,0 mètres au-dessus du sol, au centre de chaque bâtiment d'élevage pour mesurer la température et l'humidité relative de l'air. Les données, enregistrées toutes les heures, ont été stockées puis les moyennes déterminées par jour pour chaque bâtiment.

1.5. Description du modèle de calcul

Le modèle de calcul utilisé dans cet article a été adapté de ceux de *Dourmad et al.* (2002) et *Rigolot et al.* (2010). Les principales équations utilisées pour le calcul des bilans sont décrites ci-après. Les entrées du modèle sont la composition et la consommation de l'aliment, la consommation d'eau, les caractéristiques des animaux et la température ambiante. Les sorties du modèle sont les volumes de lisier produits par les truies dans les salles de gestation et de maternité.

1.5.1. Bilan d'eau et quantité de lisier

La prédiction de la quantité d'eau du lisier est réalisée à partir du bilan d'eau pour le compartiment animal + bâtiment et de la quantité d'eau utilisée. Ce bilan été calculé selon la méthode décrite par *Dourmad et al.* (2002), *Rigolot et al.* (2010) et *Oliveira* (1999). Nous présentons ici seulement les principales équations impliquées.

Eau de l'effluent (kg/truie/j)

$$Eau_{\text{Lisier}} = Eau_{\text{Bilan}} + Eau_{\text{Lavage}} \text{ (Totale/j)}$$

$$Eau_{\text{Bilan}} = Eau_{\text{Boisson}} + Eau_{\text{Aliment}} + Eau_{\text{Métabolique}} - Eau_{\text{Retenue}} - Eau_{\text{Évaporée}}$$

où, Eau_{Lisier} = eau contenue dans lisier; Eau_{Lavage} = eau utilisée pour nettoyer le bâtiment; Eau_{Boisson} = eau consommée par les truies; Eau_{Aliment} = eau contenue dans la nourriture; $Eau_{\text{Métabolique}}$ = eau produite par le métabolisme animal; Eau_{Retenue} = eau retenue dans les tissus corporels; $Eau_{\text{Évaporée}}$ = eau évaporée par les animaux.

Dans le cas de la maternité, le bilan prend également en compte l'eau de boisson, l'eau métabolique et l'eau retenue par les porcelets.

1.5.2. Estimation la production de vapeur d'eau par les animaux

La production de vapeur d'eau (kg/h) des porcs est calculée sur la base de la quantité de chaleur nécessaire au passage de l'eau de la phase liquide à la phase vapeur (L_v = chaleur latente de vaporisation= 680,6 Watts/kg d'eau/heure) à l'aide de l'équation suivante :

$$\text{Eau}_{\text{Évaporée}} = Q_{\text{lat}} / L_v$$

La production de chaleur latente (Q_{lat}) se déduit simplement comme le complément à la chaleur sensible (Q_{sen}) :

$$Q_{\text{lat}} = Q_{\text{tot}} - Q_{\text{sen}}$$

La chaleur totale (Q_{tot}) produite par les truies (et leur portée pendant la lactation) est répartie entre chaleur sensible et chaleur latente. La CIGR (2002) a publié un ensemble d'équations représentatives des flux métaboliques émis par les truies dans leur milieu d'élevage, en fonction de leur poids (m) et de leur environnement climatique. La production de chaleur totale (CIGR, 2002) pour les truies est estimée par :

$$\begin{aligned} Q_{\text{tot}} &= Q_{\text{tot.gest}} + Q_{\text{tot.mat}} + Q_{\text{tot.porcel}} \\ Q_{\text{tot.gest}} &= 4,85 \text{ m}^{0,75} + 8 \times 10^{-5} \cdot p^3 + 76 Y_2 \\ Y_1 &= 3,58 \cdot T^{0,5} \cdot \exp(-0,003 \cdot T) \\ Q_{\text{tot.mat}} &= 4,85 \text{ m}^{0,75} + 28 Y_1 \\ Q_{\text{tot.porcel}} &= 10^{(0,715-0,0025t+0,0211 \cdot \log_{10} m)} \cdot m \\ Q_{\text{tot}} &= Q_{\text{tot}} \cdot [1+0,012 \times (20 - t)] \text{ (W)} \end{aligned}$$

Où, Y_2 = gain de poids : 0,18 kg/j; Y_1 = production de lait (kg/j); p = nombre de jours dans le cycle; t = température à l'intérieur du bâtiment, m = masse corporelle (kg) et T = nombre de jours de lactation.

Pour le calcul de l'eau évaporée ($\text{Eau}_{\text{Évaporée}}$, kg/truie), les équations de chaleur latente ont été prises en compte, car cette forme de chaleur se dissipe chez les animaux en fonction de l'évapotranspiration (CIGR, 2002). L'estimation est donnée par les équations suivantes:

$$\begin{aligned} \text{Eau}_{\text{Évaporée}} &= (Q_{\text{lat}} / L_v) \times 24 \\ Q_{\text{tot}} &= Q_{\text{lat}} + Q_{\text{sen}} \text{ (W)} \\ Q_{\text{lat}} &= Q_{\text{lat.truies}} + Q_{\text{lat.porcel}} \text{ (W)} \\ Q_{\text{lat.porcel}} &= -2,26 + 0,194 t + 0,0679 m - 0,0034 t \cdot m \\ Q_{\text{lat.truie}} &= Q_{\text{tot}} \cdot \{0,62 \cdot [1 + 0,012 \cdot (20 - t)] - 1,15 \cdot 10^{-10} \cdot t^6\} \end{aligned}$$

Où, $Q_{\text{lat.truies}}$ = chaleur latente par la truie ; $Q_{\text{lat.porcel}}$ = chaleur latente par les porcelets ; m = masse corporelle (kg) ; t = température à l'intérieur du bâtiment.

1.5.3. Estimation de la production d'eau métabolique

La production d'eau métabolique ($\text{Eau}_{\text{Métabolique}}$) a été estimée sur la base du métabolisme oxydatif des animaux. Ainsi, si l'on considère que la production d'une molécule de dioxyde de carbone (CO_2) nécessite une molécule d'eau (H_2O), la production d'une mole de CO_2 (22,4 L) est associée à la production de 0,018 kg d'eau (Oliveira *et al.*, 1999). La production de chaleur des truies permet d'estimer le CO_2 total produit par la respiration de l'animal. Pedersen *et al.* (2008) ont estimé des coefficients spécifiques pour les truies et les porcelets, à savoir respectivement 0,180 et 0,185 kg eau/mole CO_2 . La production d'eau métabolique est alors :

$$\begin{aligned} \text{Eau}_{\text{Métabolique}} &= [Q_{\text{CO}_2} / (22,41 \cdot 0,018)] \times 24 \text{ (kg/truie)} \\ Q_{\text{CO}_2} &= Q_{\text{CO}_2\text{-Gest}} + Q_{\text{CO}_2\text{-Mat}} + Q_{\text{CO}_2\text{-Porcel}} \\ Q_{\text{CO}_2\text{-Gest}} &= 0,180 \text{ L/h.W} \cdot Q_{\text{tot}} \\ Q_{\text{CO}_2\text{-Mat}} &= 0,180 \text{ L/h.W} \cdot Q_{\text{tot}} \\ Q_{\text{CO}_2\text{-Porcel}} &= 0,185 \text{ L/h.W} \cdot Q_{\text{tot}} \end{aligned}$$

1.5.4. Estimation de la rétention d'eau corporelle des truies

La rétention journalière totale de protéines corporelles (P_{Ret}) peut être estimée par les modèles qui ont été publiés par Dourmad *et al.* (2002). La quantité d'eau retenue ($\text{H}_2\text{O}_{\text{Ret}}$) dans les tissus corporels est estimée en fonction de la quantité de protéines retenue (Oliveira, 1999). L'estimation est donnée par les équations suivantes :

$$\begin{aligned} \text{H}_2\text{O}_{\text{Ret}} &= \text{H}_2\text{O}_{\text{Corp}} + \text{H}_2\text{O}_{\text{utérus}} + \text{H}_2\text{O}_{\text{porcel}} \\ \text{H}_2\text{O}_{\text{Corp}} &= 1,10 \cdot 4,889 \cdot (P_{\text{Ret}})^{0,885} \\ \text{H}_2\text{O}_{\text{utérus}} &= 0,84 \cdot (0,3 + 1,329 \text{ masse de porcelets}) \\ \text{H}_2\text{O}_{\text{porcel}} &= 0,75 \text{ masse des porcelets au sevrage} \end{aligned}$$

1.5.5. Estimation du volume de lisier

Le volume de lisier estimé par truie ($L/\text{Truie}/J$) est déterminé par les équations ci-dessous, publiées par Dourmad *et al.* (2002) et Oliveira *et al.* (2015).

$$\begin{aligned} \text{Vol}_{\text{Quantité Lisier}} &= \text{Eau}_{\text{lisier}} + \text{QMS}_{\text{lisier}} \\ \text{Vol}_{\text{lisier}} &= \text{Vol}_{\text{Quantité Lisier}} / \text{Densité}_{\text{lisier}} \\ \text{Densité}_{\text{lisier}} &= 1000 + 0,49 \text{ MS (g/kg)} \end{aligned}$$

où $\text{Vol}_{\text{lisier}}$ = quantité de lisier produits ; $\text{Eau}_{\text{lisier}}$ = quantité de l'eau contenue dans lisier produits; $\text{QMS}_{\text{lisier}}$ = quantité de matière sèche contenue dans le lisier; $\text{Densité}_{\text{lisier}}$ = Densité du lisier et MS = matière sèche du lisier.

1.6. Analyses statistiques des données

Le logiciel SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA) a été utilisé pour l'analyse statistique des différentes variables mesurées. Les estimations par le modèle ont été comparées aux données observées en élevage. Les coefficients de détermination et les erreurs de prédiction ont été calculés pour les relations entre les données prédites et observées à l'aide de la procédure REG de SAS. On peut considérer que l'erreur de prédiction peut traduire un biais (erreur systématique) du modèle (ou des observations) tandis que le coefficient de détermination traduit la dispersion des prédictions (erreur aléatoire).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Caractéristiques techniques des élevages

Les caractéristiques moyennes des truies élevées dans les salles de gestation et maternité sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1 - Caractéristiques techniques des élevages.

Paramètre	Gestation		Maternité
	G1	G2	
Poids des truies (kg)	180,02	189,54	200,01
Poids des porcelets (kg)			
Naissance	-	-	1,31
Sevrage	-	-	8,21
Durée du Cycle (j)	36	70	35
Nom. des porcelets nés	-	-	13,2
Nombre truies observé	2490	1790	862
Cons. d'aliment (kg/j)	1,83±0,1	2,44±0,18	6,03±0,19

2.2. Caractéristiques physico-chimiques des lisiers

Les résultats des mesures de caractéristiques physico-chimiques des lisiers produits par les truies dans les salles de gestation (G1 et G2) et de maternité, sont présentés dans le Tableau 2.

Tableau 2 - Caractéristiques physico-chimiques des lisiers (moyenne \pm écart-type, g·L⁻¹).

Paramètre	Gestation		Maternité
	G1	G2	
Nombre Lot	14	14	14
Matière sèche			
Totale	18,3 \pm 16,3	52,7 \pm 32,3	14,1 \pm 3,9
Volatile	11,3 \pm 11,2	33,6 \pm 21,2	8,3 \pm 2,6
Minérale	7,0 \pm 5,2	19,1 \pm 11,7	5,8 \pm 1,4
Azote total	2,4 \pm 0,6	4,6 \pm 0,9	3,1 \pm 0,9
N-NH ₄ ⁺	1,8 \pm 0,3	3,1 \pm 0,5	2,6 \pm 0,8
Potassium	0,8 \pm 0,2	1,9 \pm 0,4	1,3 \pm 0,5
Phosphore	0,7 \pm 0,7	1,5 \pm 1	0,3 \pm 0,2

2.3. Température et humidité mesurées dans les élevages

Les mesures de températures et d'hygrométrie de l'air ambiant dans les salles de gestations (G1 et G2) et de maternité, sont présentées dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Température (°C) et humidité (%) moyenne journalières mesurées dans les élevages (moyenne et écart-type).

Paramètre	Gestation G1	Gestation G2	Maternité
Température	21,6 \pm 2,2	21,4 \pm 2,3	22,1 \pm 2,2
Humidité	75,6 \pm 6,7	74,9 \pm 6,8	77,1 \pm 8,6

Nous pouvons observer que la température moyenne journalière, en période froide, était supérieure à 16°C, elle peut être considérée comme supérieure à la température critique inférieure pour les truies en gestation et en lactation (CIGR, 2002). Les températures critiques supérieures sont comprises entre 25 et 32°C pour la truie en gestation et entre 22 et 25°C pour la truie en lactation (Quesnel *et al.*, 2005). Dans notre cas, les températures moyennes observées étaient donc inférieures aux valeurs considérées comme une température critique supérieure pour les truies (CIGR, 2002).

2.4. Volumes de lisier

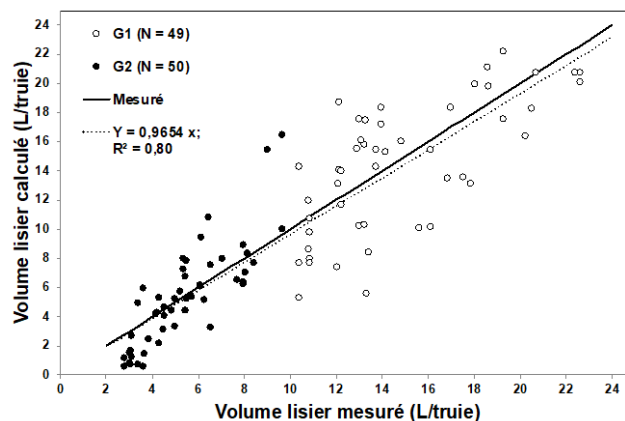
Au total, 29 lots de truies (4280) en gestation (G1 et G2) et 26 lots de truies en maternité (862) ont été observés dans les élevages suivis. Le Tableau 4 présente les résultats obtenus pour la quantité moyenne journalière d'eau (L/truie/j) consommée par truie en gestation (G1 : 27,1 \pm 3,9 et G2 : 8,9 \pm 2,1) et dans la maternité (32,2 \pm 9,2) et le volume moyen journalier de lisier (L/truie/j) produit par les truies en gestation (G1 : 15,2 \pm 3,1 et G2 : 5,7 \pm 1,5) et dans la maternité (18,9 \pm 2,4).

Les consommations moyennes journalières d'eau par truie observées dans notre étude sont dans la gamme de celles observées (G1) par plusieurs auteurs (Massabie *et al.*, 2014 : truies gestantes de 10 à 15 L/j et allaitantes 31 \pm 4,9 L/j ; Mémento de l'éleveur de porc, 2013 : truies gestantes entre 15 et 20 L/j et truies allaitantes entre 20 et 35 L/j ; Froeses, 2003 : 37,4 L/j pour des truies allaitantes). Les volumes moyens de lisier produits (L/truie/j) par truie (gestantes et allaitantes) observés dans cette étude sont également en accord avec les valeurs observées par plusieurs auteurs (Levasseur, 1998 : 15,4 L/j pour des truies gestantes et de 16,4 à 21,5 L/j pour des truies allaitantes ; Mémento de l'éleveur de porc, 2013 : truie gestantes 20 L/j et truies allaitantes entre 13 et 27 L/j ; Levasseur et Texier, 2001 : truies gestantes 21,25 L/j et allaitantes 40,56 L/j).

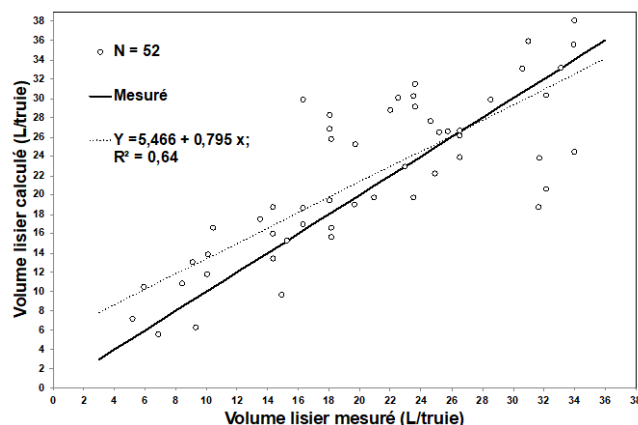
Tableau 4 - Consommation d'eau et production de lisier (L/truies/j). Moyenne et écart-type observés dans les élevages.

Paramètre	Gestation		Maternité
	G1	G2	
Nombre des lots	29	29	26
Consommation d'eau	27,1 \pm 3,9	8,9 \pm 2,1	32,2 \pm 9,2
Production de Lisier	15,2 \pm 3,1	5,7 \pm 1,5	18,9 \pm 2,4

Le modèle prédit de façon satisfaisante le volume total de lisier produit par les truies en gestation (Figure 1 ; N= Nombre des mesures observées). Le coefficient de détermination (R²) s'élève à 0,80 et l'erreur de prédiction est de 2,79 \pm 1,6 litres, soit 19 et 32 % de la valeur moyenne, respectivement pour G1 et G2.

**Figure 1** –Relation entre le volume de lisier prédit par le modèle et le volume mesuré, pour les truies en gestation.

Pour la phase de maternité, la prédiction est également satisfaisante, la relation étant toutefois moins précise que pour la gestation (Figure 2 ; N= Nombre des mesures observées). Le coefficient de détermination (R²) s'élève à 0,64 et l'erreur de prédiction est de 3,9 \pm 3,44 litres, soit 22,3 % de la valeur moyenne.

**Figure 2** - Relation entre le volume de lisier prédit par le modèle et le volume mesuré, pour les truies en maternité.

Le modèle proposé apparaît donc relativement précis pour la prédiction du volume de lisier produit à la sortie des élevages, en particulier pour la gestation.

Les données que nous utilisons ont été obtenues à partir de mesures sur le terrain, dans les bâtiments d'élevage où l'on trouve des conditions diversifiées de conduite alimentaire, d'abreuvement, de performances et de conditions climatiques.

La moyenne et l'écart-type de l'écart entre les valeurs prédites et calculées pour le volume du lisier sont récapitulées au tableau 5.

Tableau 5 - Moyenne et écart-type de la différence entre valeurs prédites et mesurées, pour le volume du lisier, et erreur de prédiction (en % de la moyenne mesurée).

Paramètre	Écart de prédiction	Erreur de prédiction (%)
Gestation G 1 (L/truie/j)	2,79 ± 1,73	19,9 ± 13,8
Gestation G 2 (L/truie/j)	1,60 ± 1,42	32,0 ± 26,6
Maternité (L/truie/J)	3,99 ± 3,44	22,3 ± 19,1

En l'absence de calage des paramètres, le modèle que nous utilisons permet de prédire le volume du lisier à la sortie des bâtiments, avec une erreur de prédiction de 19,9 et 32% pour la gestation, respectivement pour G1 et G2, et de 22,3% pour la maternité. Cette erreur de prédiction peut être considérée comme relativement élevée. Mais il faut considérer que les données ont été obtenues dans des élevages commerciaux où de nombreux facteurs d'élevage (température ambiante, type de sol, ventilation) sont susceptibles d'interférer.

Par ailleurs, nous devons considérer que le modèle a été développé sur la base de relations empiriques moyennes ou de prédictions issues de modèles plus mécanistes.

CONCLUSION

Les résultats obtenus indiquent que le modèle testé peut être utilisé dans les élevages de truies au sud de Brésil, avec toutefois des limites. Le modèle est relativement précis pour estimer le volume de lisier produit par les élevages de truies en gestation et maternité, en situation réelle d'élevage.

Toutefois, les erreurs de prédiction restant relativement élevées, il semble important de continuer à améliorer le modèle pour les conditions brésiliennes d'alimentation, d'environnement, de température et de conduite des animaux.

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce projet a été rendue possible grâce à la contribution financière de l'AINCADESC/SINDICARNE-SC, EMBRAPA, Brasil Foods (BRF), FAPESC et PPGEA-UFSC.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aarnink A.J.A., Ouwkerk E.N.J., Verstegen M.W.A., 1992. A mathematical model for estimating the amount and composition of slurry from fattening pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 31, 133-147.
- CORPEN, 2003. Estimation des rejets d'azote et de phosphore des élevages de porc. CORPEN (Ed) Paris, 41 pages.
- CIGR, 2002. 4th report of working group on climatization of animal houses heat and moisture production at animal and house levels. Pedersen, S., Sällvik, K. Eds, Danish Institute of Agricultural Sciences, Horsens, Denmark, 46 p.
- Dourmad J.Y., Pomar C., Massé D., 2002. Modélisation du flux de composés à risque pour l'environnement dans un élevage porcin. *Journées Rech. Porcine*, 34, 183-194.
- Froese C., 2003. Water usage and manure production rates in today's pig industry. *Advances in Pork Production*, 14, 19-22.
- Le Goff G., Noblet J., 2001. Utilisation digestive comparée de l'énergie des aliments chez le porc en croissance et la truie adulte. *Journées Rech. Porcine*, 33, 211-220.
- Levasseur P., Texier C., 2001. Teneurs en éléments-trace métalliques des aliments et des lisiers de porcs à l'engrais, de truies et de porcelets. *Journées Rech. Porcine*, 33, 57-62.
- Levasseur P., 1998. Composition et volume de lisier produit par le porc : Données bibliographiques, *Techniporc*, 21, n° 4.
- Massabie P., Roy H., Boulestreau-Boulay A.L., Dubois A., 2014. La consommation d'eau en élevage de porcs. Edition IFIP-Institut du porc, Paris, 1^{er} trimestre.
- Mémento de l'éleveur de porc, IFIP, 2013.
- Oliveira P.A.V., 1999. Comparaison des systèmes d'élevage des porcs sur litière de sciure ou caillebotis intégral. Thèse de doctorat, L'ENSAR Rennes, France, 264 p.
- Oliveira P.A.V., Belli Filho P., Trumina L., Coldebella A., Tavares J.M.R., 2015. Modélisation du volume et de la composition du lisier des porcs à l'engraissement. *Journées Rech. Porcine*, 47, 153-158.
- Quesnel, H., Boulot, S., Le Cozler, Y., 2005. Les variatins saisonnières des performances de reproduction chez la truie. *INRA, Prod. Anim.*, 18 (2), 101-110.
- Robin P. Procédures de référence pour la mesure des émissions de polluants gazeux des bâtiments d'élevage et stockages d'effluents d'élevage. Paris, ADME, Rapport final, 23 avril 2010. 473 p.
- Rigolot C., Espagnol S., Pomar C., Dourmad, J.Y., 2010. Modelling of manure production by pigs and NH₃, N₂O and CH₄ emissions. Part I: animal excretion and enteric CH₄, effect of feeding and performance. *Animal*, v. 4, p. 1401-1412.
- Rostagno H.S., Albino L.F.T., Donzele J.L., Gomes P.C., Oliveira R.F., Lopes D.C., Ferreira A.S., Barreto S.L.T., Euclides R.F., 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3^a Edição, UFV, Dep. de Zootecnia, Viçosa, Brasil, 252p.
- Tavares J.M.R., 2016. Modelling of water disappearance, manure production and greenhouse gas and ammonia emissions at commercial pig farms. Thèse de doctorat. Unv. Federal Santa Catarina (UFSC), 2016. 219p.

