

Des niveaux élevés de vitamines chez les truies gestantes pour améliorer les performances reproductives et la survie des porcelets

Béatrice SAUVÉ (1), Hannah BURLETT (2,3), Laetitia CLOUTIER (1), Lucie GALIOT (1), Gabrielle DUMAS (1), Isabelle AUDET (3),
Matheus COSTA (2), Danyel BUENO-DALTO (3)

(1) Centre de développement du porc du Québec (CDPQ), 815 Rte Marie-Victorin, Lévis, Québec G7A 3S6, Canada

(2) Department of Large Animal Clinical Sciences, University of Saskatchewan, Western College of Veterinary Medicine,
105 Administration Place, Saskatchewan S7N 5A2, Canada

(3) Centre de Recherche de Développement de Sherbrooke, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Sherbrooke, Québec
J1M 0C8, Canada

@danyel.buenodalto@agr.gc.ca

Des niveaux élevés de vitamines chez les truies gestantes pour améliorer les performances reproductives et la survie des porcelets

Cette étude a évalué l'impact d'une supplémentation accrue en vitamines dans l'alimentation des truies sur leurs performances de gestation et lactation et sur la survie des porcelets. Dès l'insémination, 51 truies gestantes, nullipares (nul) et multipares (multi), ont été réparties en deux traitements alimentaires selon le rang de portée : CTR – niveaux de vitamines recommandés par le National Research Council (nul-CTR et multi-CTR) ; HVit – niveaux de vitamines 50% plus élevés que dans l'industrie nord-américaine (nul-HVit et multi-HVit), avec un même régime standard de lactation. Le gain de poids des nul-CTR pendant tout le cycle était plus élevé que celui des multi-CTR, les nul- et multi-HVit étant intermédiaires ($P < 0,01$). Les multi-HVit ont perdu moins d'épaisseur de lard dorsal (ELD) en lactation que les nul-CTR et -HVit ($P < 0,01$), avec globalement un gain d'ELD ($P = 0,04$). Le taux de mortalité total de porcelets était plus bas pour les nul-HVit comparé aux multi-CTR ($P < 0,04$). Les poids des porcelets vivants à 24h étaient plus homogènes dans les portées des nul-HVit comparé aux multi-CTR et -HVit (coefficient de variation intra-portée; $P < 0,01$). Le gain moyen quotidien de la naissance au sevrage était plus élevé pour les portées des multi-HVit et -CTR, les nul -HVit était intermédiaire ($P = 0,03$). Malgré un nombre total de porcelets nés et nés-vivants similaire, les nul-HVit et -CTR avaient un pourcentage de porcelets sevrés plus élevé ($P = 0,03$), mais aucune différence pour le poids total de portée au sevrage. En conclusion, la supplémentation accrue en vitamines chez les multipares gestantes réduit la perte de lard dorsal en lactation et sur tout le cycle, mais n'améliore pas les performances des porcelets. Cependant, elle réduit la mortalité et la variabilité des poids à la naissance des porcelets chez la nullipare.

Administering high levels of vitamins to gestating sows to improve reproductive performance and piglet survivability

This study evaluated impacts of increased dietary vitamin supplementation to dams on their reproductive performance and piglet survivability and performance. On the day of insemination, 51 gestating dams (gilts and multiparous sows) were randomly allocated to two experimental diets as a function of parity: CTR – vitamin levels recommended by the NRC (CTR-gilts and CTR-multi); HiVit – vitamin levels 50% higher than those in the North American industry (HiVit-gilts and HiVit-sows), with the same standard diet during lactation. The weight gain of CTR- and HiVit-gilts during gestation was higher than that of CTR-multi ($P < 0.01$). HiVit-multi lost less backfat thickness (BFT) during lactation than HiVit- and CTR-gilts did ($P < 0.01$), with an overall increase in their BFT gain ($P = 0.04$). The piglet mortality rate was lower for HiVit-gilts than for CTR-multi ($P \leq 0.04$). Despite similar mean birth weights, the coefficient of variation in live piglet weight at 24 hours was lower for HiVit-gilts than for HiVit- and CTR-multi ($P < 0.01$). The average daily gain from birth to weaning was increased for HiVit- and CTR-multi compared to CTR-gilts, with HiVit-gilts being intermediate ($P = 0.03$). Despite a similar number of total piglets born and born alive, HiVit- and CTR-gilts had a higher percentage of piglets weaned ($P = 0.03$). No difference was detected in mean weaning weight or mean weight at 42 days of age in commercial farm for 100 identified piglets. In conclusion, increased vitamin supplementation of pregnant sows decreases loss of BFT during lactation and throughout the cycle but does not improve piglet performance. However, it does decrease piglet mortality and weight variation at birth for gilts.

INTRODUCTION

Compte tenu des avancées significatives de l'industrie porcine et de la génétique au cours des dernières décennies en termes d'augmentation de la prolificité des truies et du taux de croissance des porcs, les niveaux de micronutriments présents dans les tableaux de recommandations nutritionnelles tels que ceux du National Research Council (2012) peuvent ne pas être adaptés aux génotypes porcins modernes. Les vitamines sont d'ailleurs le groupe de nutriments le moins étudié et le moins à jour dans la nutrition des porcs, donc les niveaux alimentaires nécessaires pour assurer une croissance rapide et soutenue, la reproduction, la santé et la robustesse sont largement inconnus. D'ailleurs, les vitamines, principalement A, D, E et K, sont généralement incorporés dans les régimes alimentaires des porcs à des niveaux pouvant aller de 2,6 à 7,3 fois les recommandations du NRC (2012) (Flohr *et al.*, 2016 ; Dalto et da Silva, 2020). De plus, les études sur l'effet des vitamines dans l'alimentation des truies sur les performances de reproduction et la survie des porcelets sont souvent obsolètes, datant d'avant les années 2000, et peu fréquentes. Ces études portent généralement sur l'effet ciblé d'une seule vitamine et les niveaux endogènes de vitamine présents dans les ingrédients ne sont pas toujours considérés. Deux catégories de vitamines sont considérées : les liposolubles (A, D, E, K) qui peuvent être entreposées dans les tissus de l'animal, et les hydrosolubles (C et B) qui ne sont entreposées qu'en faible quantité et pourraient venir à manquer en période de changements métaboliques comme pendant la gestation et la lactation (Matte et Lauridsen, 2012). Certaines vitamines influencent l'intégrité des membranes cellulaires, l'inflammation, le statut antioxydant (Carr et Maggini, 2017; Huang *et al.*, 2018 ; Lewis *et al.*, 2019), et l'absorption de certains autres nutriments, par exemple la vitamine D est déterminante dans l'absorption des minéraux (Sauvé *et al.*, 2023). Ces effets des vitamines sur le système immunitaire et la digestibilité pourraient ainsi permettre de meilleures performances de reproduction chez la truie et de croissance chez les porcelets issus de ces truies. Chez des truies gestantes, une supplémentation en 25-OH-D₃ a permis d'augmenter le poids de portée total et le poids de sevrage total, d'augmenter le gain de poids des porcelets issus de ces truies en post-sevrage comparativement à la forme de vitamine D₃ (Weber *et al.*, 2014 ; Upadhaya *et al.*, 2022). Dans certains cas, peu d'effets ont été observés sur les performances des truies ou de leur portée avec une augmentation du niveau de plusieurs vitamines (Santos *et al.*, 2020), d'une combinaison comme la vitamine E et C (Pinelli-Saavedra et Scaife, 2005) ou d'une seule vitamine par exemple avec la vitamine E (Shelton *et al.*, 2014) ou la vitamine D (Lauridsen *et al.*, 2010). Au contraire, une augmentation de 900% par rapport aux recommandations du NRC (2012) impacte négativement la prise alimentaire, la variation de poids et de lard dorsal des truies multipares en gestation ou en lactation (Jeong *et al.*, 2019). Ainsi, les effets d'une augmentation du niveau de vitamines dans les aliments sont inconsistants et nécessitent plus de recherches.

L'objectif de cette étude était donc de déterminer si les niveaux élevés de vitamines alimentaires pendant la gestation de truies en premier cycle de reproduction (nommées nullipares) ou plus (nommées multipares) pouvaient améliorer les performances de reproduction et les performances de croissance ainsi que la croissance et la survie des porcelets.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Traitements expérimentaux et alimentation

Le projet a été autorisé par le Conseil interne de protection des animaux (CIPA) du Centre de Recherche et de Développement de Sherbrooke et les essais en ferme ont eu lieu à la maternité de recherche du Centre de Développement du Porc du Québec à Armagh (Québec, Canada). Dès l'insémination, 51 truies gestantes, soit des nullipares (n = 21) ou des multipares (n = 30), ont été réparties entre deux traitements alimentaires selon le rang de portée : CTR –niveaux de vitamines recommandés par le NRC (2012) ou HVit –niveaux de vitamines 50% plus élevés qu'actuellement dans l'industrie nord-américaine (Flohr *et al.*, 2016). Les traitements expérimentaux étaient nommés nul-CTR et -HVit quand appliqués aux nullipares et multi-CTR et -HVit quand appliqués aux multipares. Le tableau 1 présente les deux diètes, et leurs niveaux de vitamines. Les aliments de gestation étaient donnés aux truies dès l'insémination en bloc de saillies jusqu'à 110 jours de gestation. Les niveaux d'alimentations étaient similaires entre les traitements et ajustés pour le rang de portée. Un aliment de lactation correspondant à une composition nutritionnelle conventionnelle était donné à l'ensemble des truies de leur entrée en salle de maternité jusqu'au sevrage (2540 kcal énergie nette/kg, 1,0 % lysine digestible iléale standardisée).

Tableau 1 – Composition nutritionnelle des deux régimes utilisés

	CTR	HVit
Ingrédients (g/kg)		
Maïs	493	493
Gru Rouge	300	300
Drêche de distillerie	80,7	80,8
Écales d'avoines	66,5	66,3
Tourteau de soja	27,7	27,8
Calcium (pierre à chaux)	15,7	16,1
Monocalcium de phosphate	2,82	2,83
Sel	6,55	6,55
Choline	2,40	1,54
Vitamines et prémix minéral	2,50	2,50
Lysine-HCl	1,50	1,50
L-Thréonine	0,36	0,36
Composition en vitamines		
Vitamine A, IU/kg	2.200	15.000
Vitamine D ₃ , IU/kg	220	2,000
Vitamine E, IU/kg	16	150
Vitamine K, mg/kg	0,5	5
Vitamine B1, mg/kg	1	2,5
Vitamine B2, mg/kg	3,5	10
Vitamine B3, mg/kg	30	45
Vitamine B5, mg/kg	10	40
Vitamine B6, mg/kg	7	5,5
Vitamine B7, mg/kg	0,05	0,8
Vitamine B9, mg/kg	0,3	5,5
Vitamine B12, mg/kg	17,5	50
Vitamine C, mg/kg	300	300
Choline, mg/kg	500	800

1.2. Prise de mesure

La consommation alimentaire des truies a été comptabilisée par les systèmes d'alimentation automatisés (Gestal Quattro, JYGA Technologies, Québec) et des échantillons de chaque aliment ont été prélevés afin d'être analysés pour en valider la composition nutritionnelle. Le poids vif et l'épaisseur de lard dorsal (ELD) des truies ont été mesurés au sevrage (5 jours avant l'insémination artificielle), au transfert vers le bloc de saillies à 28 jours de gestation, à l'entrée en salle de maternité (110 jours de gestation) et au sevrage (21 jours de lactation). Les variations entre les périodes de gestation, de lactation et de tout le cycle ont été calculées. L'ELD a été mesurée par ultrasons au niveau de la dernière côte (appareil Ultra Scan 50, Alliance Medical Inc., Limerick, Irlande) par un technicien du CDPQ accrédité. Le nombre total de porcelets nés (excluant les momifiés) et de porcelets momifiés a été comptabilisé et le poids individuel des porcelets a été mesuré lors des soins suivant la naissance, et en cas de mortalité ou d'adoption. Le coefficient de variation des poids intra-portées a été calculé grâce au poids individuel à 24h de vie. Le poids de la portée a été mesuré au sevrage. Les gains de poids de portées ont été calculés en incluant les variations issues des adoptions et des mortalités. Pour chaque truie/nullipare ($n = 51$), deux porcelets moyens ($n = 102$) ont été sélectionnés et identifiés après 24h de vie afin d'être pesés individuellement à 24h, au sevrage, et en pouponnière commerciale à 42 jours d'âge pour obtenir le gain moyen quotidien (GMQ). Ces porcelets étaient distribués aléatoirement en groupe de 20 par parc et recevaient tous un aliment commercial (Avantis, Saint-Narcisse-de-Beaurivage, Canada).

1.3. Statistiques

Les données ont été analysées selon une ANOVA de modèle mixed sur SAS (SAS studio 2021 ; SAS Inst., Inc. Cary, NC, USA). Le test de Tuckey-Kramer a permis la comparaison des moyennes. L'unité expérimentale était la truie pour l'état de chair et les performances en lactation avec le traitement expérimental comme facteur fixe. Une autre ANOVA de modèle

mixed a aussi servi à analyser les effets des traitements expérimentaux pour les performances de croissances des porcelets identifiés. L'unité expérimentale était le porcelet avec le traitement expérimental de la mère comme facteur fixe et la case de porcelets en pouponnière (42 jours) comme facteur aléatoire. Les hypothèses nécessaires pour l'application de l'analyse de la variance (normalité des résidus et homogénéité des variances) étaient vérifiées, et une transformation était appliquée lorsque nécessaire. Pour les taux de mortalité de porcelets (naissance-sevrage et totale), une régression logistique a été utilisée. Les différences ont été considérées comme significatives pour $P < 0,05$ et P entre 0,05 et 0,10 indique une tendance statistique.

2. RÉSULTATS

2.1.1. Performances reproductives des truies

Concernant l'état corporel des truies durant la gestation et la lactation, le poids des multi-CTR et -HVit était plus élevé que celui des nul-CTR et -HVit avant la saillie, en début de gestation (28 j), avant la mise bas (110 j) et au sevrage (Tableau 2; $P < 0,001$). Le gain de poids des nul-CTR et -HVit sur toute la gestation était plus élevé que les multi-CTR et -HVit ($P < 0,01$). Globalement, le gain de poids des nul-CTR étaient plus élevé que les multi-CTR au cours du cycle de gestation et lactation, les nullipares et les multi-HVit étaient intermédiaires ($P = 0,02$). L'ELD à la saillie n'était pas différent entre les traitements. L'ELD était inférieure pour les multi-CTR et -HVit en début gestation (28 j) comparé aux nul-CTR et HVit ($P = 0,04$). Il n'y avait pas de différences d'ELD avant la mise bas et en lactation. Durant la gestation, il n'y avait pas de variations d'ELD entre les traitements. En lactation, les multi-HVit ont perdu moins de lard dorsal comparé aux nul-CTR et -HVit ($P < 0,01$). Globalement, les multi-HVit avaient un gain d'ELD plus élevé au cours du cycle de gestation et de lactation comparées aux nul-CTR et -HVit qui perdaient du lard dorsal, et les multi-CTR étaient intermédiaires ($P = 0,04$). La consommation moyenne en lactation des multi-CTR et -HVit était plus élevée ($P < 0,001$).

Tableau 2– Évolution de l'état de chair des truies durant la gestation et la lactation

Rang de portée	Nullipares		Multipares		ETM ¹	Valeur de P
	CTR	HVit	CTR	HVit		
Nombre de truies	12	9	15	15		
Poids avant la saillie (-5 j), kg	163,2 ^a	160,8 ^a	223,4 ^b	218,4 ^b	7,39	< 0,001
Poids pendant la gestation (28 j), kg	178,1 ^a	174,6 ^a	225,1 ^b	224,5 ^b	6,57	< 0,001
Poids avant la mise bas (110 j), kg	220,3 ^a	215,9 ^a	262,8 ^b	262,8 ^b	6,24	< 0,001
Poids au sevrage, kg	190,2 ^a	183,7 ^a	238,5 ^b	238,2 ^b	6,65	< 0,001
Variation du poids gestation (saillie-mise bas), kg	56,9 ^a	55,1 ^a	39,4 ^b	44,4 ^b	3,63	< 0,01
Variation du poids en salle de lactation, kg	-30,0	-32,2	-24,3	-24,5	3,98	0,28
Variation du poids sur le cycle, kg	26,9 ^a	22,9 ^{ab}	15,1 ^b	19,9 ^{ab}	3,16	0,02
Épaisseur lard dorsal (ELD) avant la saillie (-5 j), mm	13,6	13,9	12,6	12,5	0,70	0,26
ELD pendant la gestation (28 j), mm	15,2 ^a	15,2 ^a	12,7 ^b	12,8 ^b	0,74	0,04
ELD avant la mise bas (110 j), mm	15,5	16,2	14,5	14,3	0,90	0,29
ELD au sevrage, mm	12,4	12,4	13,2	13,5	1,24	0,84
Variation d'ELD en gestation (saillie-mise bas), mm	1,9	2,4	1,9	1,8	0,54	0,87
Gain ELD en salle de lactation, kg	-3,2 ^{ab}	-3,8 ^a	-1,3 ^{bc}	-0,8 ^c	0,76	< 0,01
Gain ELD sur le cycle, mm	-1,3 ^a	-1,5 ^a	0,6 ^{ab}	1,0 ^b	0,84	0,04
Consommation moyenne 0-28 j de gestation, kg ²	2,5	2,5	2,9	2,9		0,91
Consommation moyenne 28-110 j de gestation, kg ²	2,5	2,5	2,6	2,6		< 1,00
Consommation en salle de maternité, kg	6,3 ^b	6,0 ^b	7,8 ^a	7,4 ^a	0,27	< 0,001

¹ETM : erreur-type à la moyenne, P -value de l'effet du traitement. ²Régression de Poisson.

Les lettres minuscules dans la même ligne indiquent des différences entre les traitements ($P \leq 0,05$) et les lettres majuscules indiquent une tendance ($P < 0,10$).

2.1.2. Performance et survie des porcelets

Le taux de mortalité de la naissance au sevrage (Tableau 3 ; $P < 0,04$) et la mortalité totale ($P < 0,04$) étaient plus faibles chez les nul-HVit comparées aux multi-CTR, les nul-CTR et les multi-HVit étaient intermédiaires. Le poids de portée total et de porcelets vivants après 24h n'était pas différent entre les traitements. Le coefficient de variation (CV) des poids de porcelets vivants intra-portées à 24h était tout de même plus faible pour les nul-HVit comparées au multi-CTR et -HVit, et les nul-CTR étaient intermédiaires ($P < 0,01$). Le CV des poids de porcelets incluant les vivants et les mort-nés n'était pas

significativement différent. Le nombre et le taux de nés totaux, de nés vivants, de mort-nés et de momifiés n'étaient pas impactés par le traitement selon le rang de portée. Au cours du sevrage, le GMQ par porcelet par jour était plus élevé pour les multi-HVit et -CTR comparées aux nul-CTR, les nul-HVit étaient intermédiaires ($P = 0,03$). Enfin, le nombre de porcelets sevrés était supérieur les nul-HVit et -CTR comparé au multi-CTR, les multi-HVit étaient intermédiaires ($P = 0,01$). Ainsi, les multi-CTR avaient le taux de porcelets sevrés le plus bas ($P = 0,03$). Du côté des porcelets identifiés individuellement, seul le poids de porcelets à 24h était plus faible pour les nul-HVit et -CTR comparativement aux multi-HVit et -CTR (Tableau 4; $P < 0,01$).

Tableau 3– Caractéristiques de portées et survie des porcelets

Rang de portée	Nullipares		Multipares		ETM ¹	Valeur de P
	CTR	HVit	CTR	HVit		
Variables, Unité						
Nombre de portées	12	9	15	15		
Nés totaux (nés vivants + mort-nés, NT)	17,1	15,1	16,9	17,3	1,04	0,37
Nés vivants	16,0	14,4	15,7	16,1	0,86	0,47
Sevrés	13,6 ^a	14,2 ^a	12,3 ^b	13,3 ^{ab}	0,45	0,01
Mort-né ²	1,1	0,7	1,3	1,3		0,54
Momifié ²	0,5	0,6	0,9	0,7		0,67
Taux de mort-nés, % NT ³	6,3	4,4	7,5	7,3		0,67
Taux nés vivants, % NT ³	93,7	95,6	92,5	92,7		0,67
Taux de momifiés, % NT ³	2,8	3,5	5,1	4,1		0,72
Taux de sevrés, % NV ³	95,3 ^a	95,5 ^a	87,9 ^b	91,4 ^{ab}		0,03
Mortalité naissance-sevrage, % NT ³	8,95 ^{ab}	6,57 ^a	16,3 ^b	13,4 ^{ab}		0,04
Mortalité totale, % NT ^{3,4}	14,1 ^{ab}	11,0 ^a	21,7 ^b	19,2 ^{ab}		0,04
Poids des NT à 24h, kg/portée	22,3	20,6	24,2	24,3	1,41	0,14
Poids des NV, kg/portée	20,7	19,6	22,2	22,2	1,24	0,30
Poids total de porcelets sevrés, kg/portée	80,3	84,9	78,9	83,4	3,73	0,53
Gain de poids de porcelets total, kg/portée	62,3	66,2	60,2	63,7	3,08	0,47
GMQ par porcelet, g/jour	211,5 ^a	218,4 ^{ab}	233,7 ^b	232,3 ^b	7,16	0,03
CV poids intra-portée des NT à 24h, % ⁵	21,8	18,1	23,6	22,9		0,14
CV poids intra-portée des NV à 24h, % ⁵	17,4 ^{ab}	16,1 ^a	22,3 ^c	22,0 ^{bc}		< 0,01

¹Erreur-type à la moyenne ; ²Régression de Poisson ; ³Régression logistique ; ⁴Inclus les mort-nés et la mortalité naissance-sevrage ; ⁵Log10 ; CV= coefficient de variation

Les lettres minuscules dans la même ligne indiquent des différences entre les traitements ($P \leq 0,05$) et les lettres majuscules indiquent une tendance ($P < 0,10$)

Tableau 4– Performances de croissance des porcelets suivis jusqu'à 42 jours d'âge

Rang de portée	Nullipares		Multipares		ETM ¹	Valeur de P
	CTR	HVit	CTR	HVit		
Variables, Unité						
Nombre de porcelets	24	18	28	30		TRT
Poids à 24h, kg	1,5 ^a	1,4 ^a	1,6 ^b	1,6 ^b	0,05	< 0,001
Poids au sevrage, kg	6,3	6,1	6,7	6,4	0,24	0,28
GMQ 24h-sevrage, g/jour/porcelet	244,0	238,0	261,6	248,9	11,48	0,37
Poids à 42 jours, kg	10,3	10,8	11,2	11,1	0,46	0,29

¹Erreur-type à la moyenne

Les lettres minuscules dans la même ligne indiquent des différences entre les traitements ($P \leq 0,05$) et les lettres majuscules indiquent une tendance ($P < 0,10$)

3. DISCUSSION

3.1. État de chair corporel des truies

Au niveau de l'état de chair corporel des truies, des différences entre les rangs de portées ont été observées pour le poids, avec les multipares de poids plus élevé durant la gestation et la lactation, comme c'est le cas dans d'autres études (Quiniou et Calvar, 2005 ; Santos *et al.*, 2020). Le gain de poids durant la

gestation était plus élevé pour les nullipares, lorsque comparées aux multipares. Le gain de poids global était toutefois similaire entre les nul-HVit et les multi-HVit et -CTR. La plupart des études n'observent pas d'effet de l'augmentation du niveau de certaines vitamines sur le poids et le gain de poids des truies. Par exemple, l'ajout de vitamine E n'a pas impacté le poids, la prise alimentaire ou encore la mesure de lard dorsal à différentes concentrations et formes d'apport à partir de 70 jours de gestation dans l'étude de Shelton *et al.* (2014). Santos *et al.* (2020) n'ont également observé aucun effet d'une

augmentation du niveau de vitamines dans l'alimentation dès l'insémination et pendant la lactation sur les performances de reproduction et les paramètres corporels des truies. Toutefois, la concentration en vitamines du traitement HVit dans le présent projet était légèrement plus élevée en comparaison avec l'étude de Santos *et al.* (2020), ce qui peut expliquer que les multi-HVit aient un gain de poids similaire aux nul-HVit pendant la gestation, ce qui n'est pas le cas des multi-CTR. Au niveau de la perte en lard dorsal, il faut noter que les multipares étaient numériquement plus maigres que les nullipares en début de gestation. Avant la mise bas et après la lactation, l'ELD n'était cependant pas différente entre les traitements expérimentaux. Les multipares ont donc limité leur perte en lard dorsal, comme aux termes du cycle de reproduction complet, les multi-HVit ont perdu moins de gras que les nullipares des deux traitements. Dans une autre étude, une augmentation de 900% du niveau de vitamines par rapport au NRC (2012) a de son côté augmenté l'ELD après 90 jours de gestation chez des multipares, mais initialement ces truies n'avaient pas une ELD plus faible (Jeong *et al.*, 2019). Ces effets sur le poids et l'ELD des multi-HVit, bien que principalement dus au rang de portée, peuvent être liés aux rôles de certaines vitamines, notamment le complexe de vitamines B, dans l'équilibre et le métabolisme énergétique (Gunanti *et al.*, 2014). Elles sont également nécessaires à la synthèse des stéroïdes, des acides gras, du cholestérol, des acides aminés et du glucose (Yanni *et al.*, 2019), et des niveaux sous-optimaux peuvent perturber le métabolisme énergétique (Barazzoni *et al.*, 2014). Ces vitamines sont ainsi partagées entre les besoins pour la croissance, l'entretien et la reproduction de la truie (Matte *et al.*, 2006). Chez la truie, le traitement HVit peut avoir mieux couvert les besoins en vitamine B12 pendant la gestation, ce qui pourra être confirmé ultérieurement avec les analyses des niveaux de vitamines dans le sang à venir.

3.2. Caractéristiques de portées et de porcelets

Aucun effet de l'apport supplémentaire en vitamines selon le rang de portée n'a été observé sur le nombre de porcelets nés totaux, de nés vivants, de mort-nés et de momifiés. Néanmoins, le taux de mortalité naissance-sevrage et la mortalité totale étaient tous deux plus bas chez les nul-HVit comparées aux multi-CTR, qui avaient la mortalité de porcelets la plus élevée. Les nul-CTR et les multi-HVit étaient intermédiaires. Certaines études ont mis en évidence des effets sur le poids de porcelets en post-sevrage lorsque les truies recevaient un niveau de vitamines plus élevé que les tables brésiliennes où les porcelets en début de pouponnière étaient plus lourds (Santos *et al.*, 2020), alors que d'autres n'ont observé aucune différence d'une supplémentation accrue en vitamines sur les performances de la portée et la survie des porcelets (Quiniou et Calvar, 2005 ; Jeong *et al.*, 2019 ; Bruun *et al.*, 2024). La fin de la gestation et le début de la lactation sont associés à une augmentation du stress oxydatif, qui peut causer des dommages aux cellules épithéliales mammaires et affecter la production laitière (Blavi *et al.*, 2021). Bien que non évaluées dans cette étude, les vitamines pourraient ainsi diminuer le stress oxydatif et augmenter la production de colostrum, et donc le transfert de vitamines (Santos *et al.*, 2020), ce qui aurait des bénéfices sur la survie des porcelets. Le poids de portée total à 24h n'était pas différent entre les traitements, bien que, numériquement, le poids des nés totaux à 24h de vie était plus bas pour les nul-HVit et intermédiaires pour le nul-CTR. Une diminution du poids moyen de porcelet à la naissance a été mise

en évidence auparavant chez les nullipares (Quesnel *et al.*, 2008). Toutefois, toujours pour les nul-HVit, le CV de poids de porcelets vivants intra-portée était plus bas comparé aux multi-CTR et -HVit. De plus, de façon descriptive, le CV inter-portée du nombre de porcelets nés totaux était de 10,7 et 17,1 % pour les nul- et multi-HVit, respectivement, alors qu'il était de 18,6 et 22,3 % pour les nul- et multi-CTR, respectivement. Le CV inter-portée du nombre de porcelets nés vivants était de 11,5 et 14,4 % pour les nullipares et les multi-HVit, respectivement, alors qu'il était de 17,7 et 19,6 % pour les nullipares et les multi-CTR, respectivement. Ainsi, les nul-HVit avaient des porcelets de poids plus homogènes que les autres traitements, en plus d'avoir une taille de portée moins variable dans ce même traitement. Depuis les dernières années, le nombre de porcelets nés par truie a augmenté et, par conséquent, le nombre de porcelets de petite taille et la variation de poids intra-portée ont augmenté. Cette variation de poids intra-portée est liée à une augmentation de la mortalité présevrage et donc à de plus grandes pertes économiques (Campos *et al.*, 2012). Des poids de porcelets plus homogènes à la naissance pourraient avoir l'effet contraire et diminuer la mortalité de porcelets, comme observé dans ce projet chez les nul-HVit qui avaient un taux de mortalité totale des porcelets et de la naissance au sevrage plus bas que les multi-CTR. De plus, au cours de la lactation, le GMQ par porcelet de la portée, bien que plus bas, était intermédiaire pour les nul-HVit comparé aux multipares, alors que les nul-CTR avait le GMQ le plus bas. Le pourcentage de porcelets sevrés était plus élevé pour les nul-HVit et -CTR comparées aux multi-CTR, les multi-HVit étaient intermédiaires. Chez les nullipares, une augmentation du nombre de sevrés a été observée auparavant lorsqu'elles recevaient 0,1 mg/kg de ration de vitamine B12 durant toute la gestation jusqu'à la mise bas (Simard *et al.*, 2007). La vitamine B12 tout comme la B9 sont importantes dans la rétention des protéines et dans la synthèse de tissus, en plus d'être impliquées dans le métabolisme énergétique (Matte *et al.*, 2006 ; Matte et Lauridsen, 2012). La diminution du taux de mortalité chez les porcelets issus de nul-HVit et l'augmentation du nombre de sevrés chez les nullipares des deux traitements peuvent avoir été au détriment de la mère. En effet, les nul-HVit ont perdu plus d'ELD que les multipares en lactation. Les nullipares ont des besoins en vitamine B12 et B9 plus élevés que les multipares comme elles sont toujours en croissance et elles ont des besoins énergétiques plus grands (Guay *et al.*, 2002). Étant donné qu'en lactation, toutes les truies recevaient un aliment de composition nutritionnelle conventionnelle, les nul-HVit, qui avaient un apport de vitamines plus élevé en gestation, ont peut-être modulé le système énergétique en favorisant les porcelets. Ce résultat aurait pu être différent si elles avaient reçu un niveau de vitamines plus élevé pendant la lactation également, comme dans l'étude de Santos *et al.* (2014). De plus, les nullipares avaient un apport alimentaire plus bas en gestation par rapport aux multipares, ces dernières du traitement HVit ayant ainsi reçu plus de vitamines.

Chez les porcelets identifiés, aucun effet du niveau d'apport en vitamines dans l'aliment de la mère n'a été observé pendant l'allaitement ou en post-sevrage, excepté un poids plus élevé pour les porcelets nés de multipares des deux traitements à la naissance. Dans un autre projet, une supplémentation directement aux porcelets dans les aliments en post-sevrage de vitamines D₃ ou de 25-OH-D₃ n'avait aucun impact sur les performances de croissance après 21 jours, et la combinaison avec les vitamines E et C non plus lors d'une contamination par une mycotoxine (Sauvé *et al.*, 2023, 2024).

CONCLUSION

Cette étude a révélé que les multi-HVIt perdaient moins d'ELD durant la gestation et la lactation, tandis que leur gain de poids sur tout le cycle reproductif était comparable aux nul-HVIt et -CTR. En termes de performances reproductives, l'apport supplémentaire de vitamines selon le rang de portée n'a pas eu d'effet significatif sur le nombre de porcelets nés, vivants, mort-nés ou momifiés. Cependant, le taux de mortalité naissance-sevrage et la mortalité totale étaient plus bas chez les nul-HVIt. Ces dernières avaient des porcelets de poids plus égaux à la naissance. L'augmentation du niveau de vitamines dans l'alimentation des truies multipares peut donc avoir des effets

bénéfiques sur la variation de poids intra-portée et réduire la mortalité des porcelets avant le sevrage, comme mis en évidence chez les nul-HVIt. Cependant, les nul-HVIt perdaient plus d'ELD en lactation probablement du fait d'une allocation de l'énergie favorisant les porcelets et la production laitière au détriment de leur croissance, alors que l'alimentation conventionnelle en lactation n'apportait plus un niveau élevé de vitamines. Enfin, les effets sur le poids et les performances de reproduction de la truie restent limités. Cette étude s'est également poursuivie sur un deuxième cycle de gestation et lactation chez les mêmes truies, et les résultats sont en cours d'évaluation afin de voir si les truies ayant reçu HVIt ont un meilleur statut en vitamines dès la folliculogénèse et donc des effets observables à plus long terme.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barazzoni R., Silva V., Singer P., 2014. Clinical biomarkers in metabolic syndrome. *Nutr. Clin. Pract.*, 29, 215-221.
- Blavi L., Solà-Oriol D., Llonch P., López-Vergé S., Martín-Orúe S.M., Pérez J.F., 2021. Management and feeding strategies in early life to increase piglet performance and welfare around weaning: A Review. *Animals*, 11, 302.
- Bruun T.S., Lyderik K.K., Dall J., Strathe A.V., 2024. Effect of feeding sows a combination of extra vitamin B2, vitamin B6, vitamin B12, and folic acid during the first 45 days of gestation on piglet birthweight. *Livest. Sci.*, 282, 105434.
- Campos P.H.R.F., Silva B.A.N., Donzele J.L., Oliveira R.F.M., Knol E.F., 2012. Effects of sow nutrition during gestation on within-litter birth weight variation: a review. *Animal*, 6, 797-806.
- Carr A.C., Maggini S., 2017. Vitamin C and immune function. *Nutrients*, 9, 1211.
- Dalto D.B., da Silva C.A., 2020. A survey of current levels of trace minerals and vitamins used in commercial diets by the Brazilian pork industry—a comparative study. *Transl. Anim. Sci.*, 4, txaa195.
- Flohr J.R., DeRouchey J.M., Woodworth J.C., 2016. A survey of current feeding regimens for vitamins and trace minerals in the US swine industry. *J. Swine Health Prod.*, 24, 290-303.
- Guay F., Matte J.J., Girard C.L., Palin M.-F., Giguère A., Laforest J.-P., 2002. Effect of folic acid and glycine supplementation on embryo development and folate metabolism during early pregnancy in pigs. *J. Anim. Sci.*, 80, 2134-2143.
- Gunanti I.R., Marks G.C., Al-Mamun A., Long K.Z., 2014. Low serum vitamin B-12 and folate concentrations and low thiamin and riboflavin intakes are inversely associated with greater adiposity in Mexican American children. *J. Nutr.*, 144, 2027-2033.
- Huang Z., Liu Y., Qi G., Brand D., Zheng S.G., 2018. Role of vitamin A in the immune system. *J. Clin. Med.*, 7, 258.
- Jeong J.H., Hong J.S., Han T.H., Fang L.H., Chung W.L., Kim Y.Y., 2019. Effects of dietary vitamin levels on physiological responses, blood profiles, and reproductive performance in gestating sows. *J. Anim. Sci. Technol.*, 61, 294-303.
- Lauridsen C., Halekoh U., Larsen T., Jensen S.K., 2010. Reproductive performance and bone status markers of gilts and lactating sows supplemented with two different forms of vitamin D. *J. Anim. Sci.*, 88, 202-213.
- Lewis E.D., Meydani S.N., Wu D., 2019. Regulatory role of vitamin E in the immune system and inflammation. *IUBMB Life*, 71, 487-494.
- Matte J.J., Guay F., Girard C., 2006. Folic acid and vitamin B12 in reproducing sows: new concepts. *Can. J. Anim. Sci.*, 86, 197-205
- Matte J.J., Lauridsen C., 2012. Vitamins and Vitamin Utilization in Swine. In: L.I. Chiba (Eds), *Sustainable Swine Nutrition*, 139-172, ville, pays ?
- National Research Council, 2012. Nutrient requirements of swine (11th revised edition). *Natl. Acad. Press (Eds)*, Washington, DC, 400 p.
- Pinelli-Saavedra A., Scaife J.R., 2005. Pre- and postnatal transfer of vitamins E and C to piglets in sows supplemented with vitamin E and vitamin C. *Livest. Prod. Sci.*, 97, 231-240.
- Quiniou N., Calvar C., 2005. Est-ce que la truie hyperprolifère valorise un apport en vitamines supérieur aux recommandations ? *Techni Porc*, 28, 3-8.
- Quesnel H., Brossard L., Valancogne A., Quiniou N., 2008. Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. *Animal*, 2, 1842-1849.
- Santos R.K.S., Novais A.K., Borges D.S., Alves J.B., Dario J.G.N., Frederico G., Pierozan C.R., Batista J.P., Pereira M., Silva C.A., 2020. Increased vitamin supplement to sows, piglets and finishers and the effect in productivity. *Animal*, 14, 86-94.
- Sauvé B., Chorfi Y., Létourneau-Montminy M.-P., Guay F., 2023. Vitamin D supplementation impacts calcium and phosphorus metabolism in piglets fed a diet contaminated with deoxynivalenol and challenged with lipopolysaccharides. *Toxins*, 15, 394.
- Sauvé B., Chorfi Y., Létourneau-Montminy M.-P., Guay F., 2024. Vitamin 25(OH)D₃, E, and C supplementation impact the inflammatory and antioxidant responses in piglets fed a deoxynivalenol-contaminated diet and challenged with lipopolysaccharides. *Toxins*, 16, 297.
- Simard F., Guay F., Girard C.L., Giguère A., Laforest J.-P., Matte J.J., 2007. Effects of concentrations of cyanocobalamin in the gestation diet on some criteria of vitamin B12 metabolism in first-parity sows. *J. Anim. Sci.*, 85, 3294-3302.
- Shelton N.W., Drits S.S., Nelssen J.L., Tokach M.D., Goodband R.D., DeRouchey J.M., Yang H., Hill D.A., Holzgraefe D., Hall D.H., Mahan D.C., 2014. Effects of dietary vitamin E concentration and source on sow, milk, and pig concentrations of α -tocopherol_{1,2}. *J. Anim. Sci.*, 92, 4547-4556.
- Upadhya S.D., Chung T.K., Jung Y.J., Kim I.H., 2022. Dietary 25(OH)D₃ supplementation to gestating and lactating sows and their progeny affects growth performance, carcass characteristics, blood profiles and myogenic regulatory factor-related gene expression in wean-finish pigs. *Anim. Biosci.*, 35, 461-474.
- Weber G.M., Witschi A.-K.M., Wenk C., Martens H., 2014. Triennial Growth Symposium— Effects of dietary 25-hydroxycholecalciferol and cholecalciferol on blood vitamin D and mineral status, bone turnover, milk composition, and reproductive performance of sows. *J. Anim. Sci.*, 92, 899-909.
- Yanni A.E., Kokkinos A., Psychogiou G., Binou P., Kartsioti K., Chatzigeorgiou A., Konstantopoulos P., Perrea D., Tentolouris N., Karathanos V.T., 2019. Daily consumption of fruit-flavored yoghurt enriched with vitamins B contributes to lower energy intake and body weight reduction, in type 2 diabetic patients: a randomized clinical trial. *Food Funct.*, 10, 7435-7443.