



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CARLOS RODOLFO PIEROZAN

**ESTUDO DOS FATORES DE PRODUÇÃO QUE AFETAM O
DESEMPENHO E O RITMO REPRODUTIVO DE MATRIZES
SUÍNAS**

Londrina
2020

CARLOS RODOLFO PIEROZAN

**ESTUDO DOS FATORES DE PRODUÇÃO QUE AFETAM O
DESEMPENHO E O RITMO REPRODUTIVO DE MATRIZES
SUÍNAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Caio Abércio da Silva

Londrina
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UE

Pierozan, Carlos Rodolfo.

Estudo dos fatores de produção que afetam o desempenho e o ritmo reprodutivo de matrizes suínas / Carlos Rodolfo Pierozan. - Londrina, 2020.
171 f. : il.

Orientador: Caio Abércio da Silva.

Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2020.

Inclui bibliografia.

1. Base de dados - Tese. 2. Conversão alimentar - Tese. 3. Desmame - Tese.
4. Dia não produtivo - Tese. I. da Silva, Caio Abércio. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

CDU 636

CARLOS RODOLFO PIEROZAN

**ESTUDO DOS FATORES DE PRODUÇÃO QUE AFETAM O
DESEMPENHO E O RITMO REPRODUTIVO DE MATRIZES SUÍNAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor.

BANCA EXAMINADORA



Orientador: Prof. Dr. Caio Abércio da Silva
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Paulo Roberto Ost
Universidade Estadual do Centro-Oeste –
UNICENTRO

Prof. Dr. Sérgio de Miranda Pena
Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
– IF Sudeste MG

Prof. Dr. Cesar Augusto Pospissil Garbosa
Universidade de São Paulo – USP

Prof. Dr. Josep Gasà Gasó
Universitat Autònoma de Barcelona – UAB

Londrina, 28 de julho de 2020.

Dedico este trabalho a todos os trabalhadores da suinocultura do Brasil. Que esta tese possa contribuir no desenvolvimento de ferramentas que auxiliem os suinocultores a produzirem mais com menos, mantendo o respeito ao bem-estar dos animais e ao meio ambiente, preservando a sustentabilidade da atividade suinícola, orgulho para nosso País.

AGRADECIMENTOS

A Deus por perceber minhas aflições, atender meus pedidos e me direcionar sempre para o caminho certo, permitindo que eu chegasse até aqui.

A minha família, em especial aos meus pais, Clovis e Cleuzy, e ao meu irmão, Clovis Junior, por serem meus maiores exemplos para seguir em frente.

À Universidade Estadual de Londrina, por me proporcionar a oportunidade de cursar o Doutorado em Ciência Animal.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação Araucária pelo apoio financeiro.

Às empresas, cooperativas e produtores participantes, que confiaram a nós os dados de suas granjas.

Ao orientador, professor Dr. Caio A. da Silva (*the boss*), por me guiar no caminho das pedras, mas, sobretudo, pela amizade construída ao longo desses seis anos. Muito obrigado por todos os conselhos e oportunidades.

Ao amigo Dr. Marco A. Callegari, por me permitir compartilhar desse projeto *sui generis*, obrigado por me influenciar com sua natureza contagiante de “fazer a coisa acontecer”, aprendo muito contigo.

Ao amigo Dr. Cleandro P. Dias, provavelmente a pessoa com a qual eu tenha mais vezes viajado ao longo dos últimos quatro anos, obrigado por compartilhar comigo sua sabedoria profissional, vivencial e espiritual.

À *Universitat Autònoma de Barcelona*, em especial ao professor Josep Gasa, quem lançou este desafio e auxiliou na conduta dos trabalhos.

A minha namorada, Franciele, por fazer parte desta jornada, tornando-a mais leve e feliz.

Aos amigos da suinocultura com quem trabalhei e ri muito durante esse período, Luciana Foppa, Jefferson Alves, João Batista, Gabi Nagi, Yuri Fujita, Gabi Ruiz, Giovana Bernini, Arthur Massei, Ronaldo Santos, Kelly de Souza, Evandro Oliveira, Rita dos Santos, José Duarte, Camilo Silva, Ana Ometto, Vivi Saporiti e Wendy Majer.

Aos funcionários da Fazenda Escola da Universidade Estadual de

Londrina, senhores Pedro Dias, José de Azevedo, Gilberto Farias e Jorge Jacinto. Obrigado pelos bons momentos e pela ajuda no desenvolvimento dos demais projetos dentro da UEL.

À secretária Helenice Kieski, pela atenção às dúvidas, tramitação dos documentos e resolução dos contratemplos.

*“Obrigado ao homem do campo
Pelo leite, o café e o pão
Deus abençoe os braços que fazem
O suado cultivo do chão*

*Obrigado ao homem do campo
Pela carne, o arroz e o feijão
Os legumes, verduras e frutas
E as ervas do nosso sertão*

*Obrigado ao homem do campo
Pela madeira da construção
Pelo couro e os fios das roupas
Que agasalham a nossa nação”*

(Dom e Ravel)

..

PIEROZAN, Carlos Rodolfo. **Estudo dos fatores de produção que afetam o desempenho e o ritmo reprodutivo de matrizes suínas**. 2020. 171 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

RESUMO

A suinocultura industrial contemporânea, embora esteja em constante evolução, ainda é bastante heterogênea. Há ainda ampla variabilidade entre as unidades de produção no que diz respeito à genética dos reprodutores, sobretudo das matrizes, aos cuidados com os leitões recém-nascidos, às instalações que favorecem o conforto térmico, à composição das dietas e às ações relacionadas à desinfecção do ambiente. Estas e outras variáveis podem melhorar ou piorar, de forma direta ou indireta, um ou mais índices de desempenho. As avaliações que tratam da questão sob uma visão holística, ou seja, com a participação simultânea de fatores de várias classes (i.e. instalações, manejo, alimentação, etc.) sobre os índices reprodutivos são raras. Perante as hipóteses de que existem muitos fatores que podem afetar a produtividade de matrizes suínas, e de que o efeito desses fatores pode variar em virtude do índice zootécnico estudado, buscamos com a presente proposta identificar e quantificar a importância dos vários fatores de produção inerentes a diferentes fases reprodutivas (reposição, pré-gestação, gestação e lactação) sobre alguns dos principais índices relacionados à prolificidade e ao ritmo reprodutivo de matrizes suínas. Essa proposta gerou dois estudos concebidos com metodologia similar. Para ambos, dados de 150 granjas foram coletados, totalizando uma população de 135.168 matrizes. Um questionário (disponibilizado no Apêndice A) foi aplicado, com foco no desempenho reprodutivo, manejo, instalações, alimentação, saúde e biossegurança. Modelos de regressão linear múltipla foram utilizados para avaliar associações entre os fatores com cada uma das variáveis de interesse. No primeiro trabalho focamos em variáveis inerentes à prolificidade das matrizes no ano 2015: peso do leitão ao desmame (PLD), quilogramas de leitões desmamados por matriz por ano (kgLDMA), e conversão alimentar da matriz (CAM). Fatores de todas as classes foram associados a alguma das variáveis de interesse. Dentre os resultados, não castrar cirurgicamente leitões machos e utilizar desinfetantes a base de amônia quaternária na maternidade foram fatores associados a maior PLD; a presença de forro nas instalações de maternidade e porcentagens mais altas de proteína bruta na dieta de matrizes gestantes foram associados a mais kgLDMA; e o aumento da duração da lactação e mais leitões nascidos vivos por parto foram associados a melhor CAM. No segundo trabalho focamos em variáveis inerentes ao ritmo reprodutivo das matrizes nos anos 2014 e 2015: dias não produtivos (DNP) e taxa de parição (TP). Similarmente ao primeiro trabalho, fatores de diversas classes foram associados a alguma das variáveis de interesse. Dentre os resultados, menos leitões natimortos e abortos, e redução da idade ao primeiro parto, foram fatores associados a menos DNP; e dietas líquidas/sopa para matrizes gestantes, comedouros modelo wet-dry para matrizes lactantes, e a prática de manejo all-in all-out nas salas de maternidade foram associados à melhora da TP. Este conjunto de resultados indica que as granjas podem aumentar PLD, kgLDMA e TP, reduzir DNP, e melhorar CAM, alterando uma ou mais práticas de manejo, biossegurança, instalações e alimentação, bem como concentrando-se em melhorar alguns parâmetros de desempenho.

Palavras-chave: Base de dados. Conversão alimentar. Desmame. Dia não produtivo. Suíno.

PIEROZAN, Carlos Rodolfo. **Study of production factors affecting the performance and reproductive rhythm of sows**. 2020. 171 p. Thesis (Doctorate Degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

ABSTRACT

Contemporary industrial pig farming, although it is constantly improving, is still quite heterogeneous. There is still a lot of variability between the farms with regard to the genetics of the breeders, especially for sows, the care of newborn piglets, the facilities that favor thermal comfort, the composition of diets and actions related to the environment disinfection. These and other variables can improve or worsen, directly or indirectly, one or more performance indexes. Evaluations that address the issue under a holistic view, that is, with the simultaneous participation of factors of various classes (i.e. facilities, management, feeding, etc.) on reproductive performance are rare. In view of the hypotheses that there are many factors that can affect the productivity of sows, and that the effect of these factors may vary due to the farm record studied, we seek with this proposal to identify and to quantify the importance of several production factors, inherent to different reproductive phases (replacement, pre-pregnancy, gestation and lactation), on some of the main indexes related to the prolificacy and reproductive rhythm of sows. This proposal generated two studies designed with a similar methodology. For both, data from 150 farms were collected, totaling a population of 135,168 sows. A questionnaire (available in Appendix A) was applied, focusing on reproductive performance, management, facilities, feeding, health and biosecurity. Multiple linear regression models were used to assess associations between factors with each of the variables of interest. In the first study, using data from the year 2015, we focused on variables inherent to the prolificacy of the sows: piglet weight at weaning (PWW), kilograms of piglets weaned per sow per year (kgPWSY) and sow feed conversion (SFC). Factors from all classes were associated with some of the variables of interest. Farms that did not surgically castrate male piglets and used disinfectants based on quaternary ammonia in the farrowing barns were associated with greater PWW; the presence of lining ceiling in the farrowing barns and higher percentages of crude protein in the diet of gestating sows were associated with more kgPWSY; and increased lactation duration and more piglets born alive by farrowing were associated with better SFC. In the second study, using data from the years 2014 and 2015, we focused on variables inherent to the reproductive rhythm of the sows: non-productive days (NPD) and farrowing rate (FR). Factors from different classes were associated with some of the variables of interest. Decrease in stillbirths, abortions, and age at first farrowing were factors associated with lower NPD; and liquid/soup diets for gestating sows, wet-dry feeders for lactating sows, and the all-in all-out management in the farrowing rooms were associated with highest FR. The farms can increase PWW, kgPWSY and FR, reduce NPD, and improve SFC, modifying one or more management, biosecurity, facilities and feeding practices, as well as focusing on improving some farm records.

Key-words: Data base. Feed conversion. Non-productive day. Swine. Weaning.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO A

- Figura 1** – Scatter plot of observed v. predicted values of PWW derived from the multiple linear regression model shown in Table 3. The solid line represents the regression curve, and dotted lines represent the 95% prediction limit. PWW = piglet weight at weaning 101
- Figura 2** – Scatter plot of observed v. predicted values of kgPWSY derived from the multiple linear regression model shown in Table 4. The solid line represents the regression curve, and dotted lines represent the 95% prediction limit. kgPWSY = kilograms of piglets weaned per year..... 102
- Figura 3** – Scatter plot of observed v. predicted values of SFC derived from the multiple linear regression model shown in Table 5. The solid line represents the regression curve, and dotted lines represent the 95% prediction limit. SFC = sow feed conversion 103

LISTA DE TABELAS

REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1 – Variação da produção, consumo e exportação das carnes bovina, suína, e de frango entre os anos 2019 e 2029.....	21
Tabela 2 – Desempenho da produção referente a quatro dos principais parâmetros produtivos em granjas de reprodução de suínos entre 2014 (N = 1 042) e 2019 (N = 1 670) e evolução da produção nesse período	22

ARTIGO A

Tabela 1 – Summary of the questions (totaling 120 variables) included in the questionnaire and used to analyze factors associated with piglet weight at weaning, kilograms of piglets weaned per sow per year and sow feed conversion.....	96
Tabela 2 – Descriptive values of the dependent and independent continuous variables included in the final models of piglet weight at weaning, kilograms of piglets weaned per sow per year and sow feed conversion in 150 pig breeding farms.....	97
Tabela 3 – Estimated effects of production factors on the parameter piglet weight at weaning (kg)	98
Tabela 4 – Estimated effects of production factors on the parameter kilograms of piglets weaned per sow per year (kg).....	99
Tabela 5 – Estimated effects of production factors on the parameter sow feed conversion (kg/kg)	100

ARTIGO B

Tabela 1 – Summary of the questions included in the questionnaire and used to analyze factors associated with non-productive days and farrowing rate	128
Tabela 2 – Descriptive values ¹ of the dependent and independent continuous	

variables included in the models of non-productive days and farrowing rate in 150 pig-breeding farms.....	129
Tabela 3 – Estimated effects of production factors on the parameter non-productive days (day) for the years 2014 (log-normal transformed) and 2015	130
Tabela 4 – Estimated effects of production factors on the parameter farrowing rate (%) for the years 2014 and 2015.....	131

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AQ	<i>quaternary ammonium</i>
CAM	conversão alimentar da matriz
CP	<i>crude protein</i>
DNP	dias não produtivos
ESF	<i>Electronic Sow Feeding System</i>
FR	<i>farrowing rate</i>
kgLDMA	quilogramas de leitões desmamados por matriz por ano
kgPWSY	<i>kilograms of piglets weaned per sow per year</i>
NPD	<i>non-productive days</i>
PLD	peso do leitão ao desmame
PWW	<i>piglet weight at weaning</i>
R^2	<i>coefficient of determination</i>
SD	<i>standard deviation</i>
SEM	<i>standard error of the mean</i>
SFC	<i>sow feed conversion</i>
TP	taxa de parição
VIF	<i>variance inflation factor</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1	PRODUÇÃO DE SUÍNO NO BRASIL COM FOCO NAS FASES REPRODUTIVAS	20
2.1.1	Características Gerais da Fase de Reposição	23
2.1.2	Características Gerais da Fase de Pré-gestação.....	23
2.1.3	Características Gerais da Fase de Gestação.....	24
2.1.4	Características da Fase de Lactação	24
2.2	FATORES COM POTENCIAL DE AFETAR O DESEMPENHO E O RITMO REPRODUTIVO EM REBANHOS REPRODUTORES	26
2.2.1	Genética dos Reprodutores	26
2.2.2	Manejo	27
2.2.2.1	Idade e peso da fêmea à primeira cobertura/ao primeiro parto.....	27
2.2.2.2	Manejes relacionados ao parto e aos leitões recém-nascidos	28
2.2.2.3	Suplementação nutricional dos leitões lactentes.....	30
2.2.2.4	Desponte de dentes, corte da cauda e castração cirúrgica.....	31
2.2.2.5	Duração da lactação	33
2.2.2.6	Disponibilidade e tipo de mão de obra na granja	34
2.2.3	Instalações	34
2.2.3.1	Sistema de alojamento na gestação (bairros coletivos e celas individuais)	35
2.2.3.2	Instalações relacionadas ao conforto térmico de suínos jovens e adultos.....	36
2.2.3.3	Tipo e material do piso	40
2.2.3.4	Acesso à água.....	40
2.2.3.5	Acesso ao alimento	42
2.2.4	Alimentação.....	43
2.2.4.1	Produção da ração e forma física.....	43
2.2.4.2	Quantidade de alimentações diárias	43
2.2.4.3	Energia.....	45
2.2.4.4	Composição nutricional das dietas.....	47
2.2.5	Saúde e Biossegurança	49

2.2.5.1	Idade e características gerais das instalações.....	49
2.2.5.2	Vacinação	50
2.2.5.3	Desinfecção do ambiente e manejo <i>all-in all-out</i>	50
2.2.6	Rendimentos Produtivos	51
2.2.6.1	Leitões nascidos vivos e peso ao nascer	51
2.2.6.2	Leitões natimortos	51
2.2.6.3	Intervalo desmame-estro.....	52
2.2.6.4	Taxa de abortos	52
2.2.6.5	Ciclo médio de descarte.....	52
2.2.6.6	Mortalidade de matrizes	53
3	REFERÊNCIAS	54
4	HIPÓTESES	71
5	OBJETIVOS	72
5.1	OBJETIVO GERAL.....	72
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	72
6	ARTIGO A – HERD-LEVEL FACTORS ASSOCIATED WITH PIGLET WEIGHT AT WEANING, KILOGRAMS OF PIGLETS WEANED PER SOW PER YEAR AND SOW FEED CONVERSION	73
7	ARTIGO B – HERD-LEVEL FACTORS ASSOCIATED WITH NON-PRODUCTIVE DAYS AND FARROWING RATE IN COMMERCIAL PIG FARMS IN TWO CONSECUTIVE YEARS	104
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	132
	APÊNDICE	135
	Instrumento de pesquisa utilizado na coleta de dados.....	136
	ANEXOS	147
	Normas da revista Animal	148
	Normas da revista Livestock Science.....	162

1 INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira apresenta-se em constante mudança. É crescente a presença de grandes empresas integradoras ou cooperativas de produção em detrimento a granjas de pequeno porte, pertencentes a suinocultores independentes. Muitas vezes esses grandes complexos suinícolas, por deter de mais recursos, ter acesso precoce a informações importantes de produção e compreender melhor as tendências de mercado, destinam melhor seus investimentos. Dessa forma, obtêm melhores resultados produtivos em relação aos que não possuem esses elementos.

Granjas pertencentes ou vinculadas a esses modelos organizacionais (integrações e cooperativas) apresentam menor variabilidade entre si no que diz respeito a sua estrutura de produção. É comum que detenham equipamentos, sigam requisitos de biossegurança e provejam manejos similares entre seus rebanhos, além de seguir esquemas de vacinação e fornecer nutrição aos animais de acordo com o que é determinado pela empresa integradora ou cooperativa. Todavia, ainda persistem diferenças importantes de estrutura das granjas, manejo e programas alimentares e nutricionais entre modelos organizacionais, ou mesmo dentro deles.

Outra característica da suinocultura nacional contemporânea diz respeito ao perfil reprodutivo da matriz suína. Esta vem sendo modificada a fim de produzir cada vez mais leitões. Neste processo, a hiperprolificidade e suas repercussões são a principal marca (MARANTIDIS *et al.*, 2013). Essa matriz possui alto potencial reprodutivo, mas que necessita ser favorecido por meio da adequação das condições ambientais, de manejo (SOBESTIANSKY *et al.*, 2012; EK; SEGURA; ALZINA, 2016), instalações (MERKS; DUCRO-STEVEERINK; FEITSMA, 2000; KNOX, 2005; EK-MEX *et al.*, 2014), e inerentes à nutrição e à sanidade dos rebanhos (MERKS; DUCRO-STEVEERINK; FEITSMA, 2000; KNOX, 2005; SOBESTIANSKY *et al.*, 2012).

O tamanho da leitegada, o número de leitões nascidos vivos e o peso do leitão ao nascimento e ao desmame são parâmetros que afetam a eficiência biológica das matrizes, repercutindo no rendimento econômico das granjas (EK-MEX *et al.*, 2014; EK; SEGURA; ALZINA, 2016). A quantidade de leitões desmamados

por matriz por ano está aumentando ano após ano, sendo que a média nacional passou de 25,42 leitões em 2009 para 26,49 em 2014, e finalmente 28,20 no ano 2019. Nos mesmos anos, as “top 10” granjas brasileiras atingiram, respectivamente, 30,85, 32,77 e 35,46 leitões desmamados por matriz (AGRINESS, 2010, 2015, 2020). A comparação desses dados nos revela, além do amplo trabalho que vem sendo realizado pelo setor, duas importantes reflexões: há vasto espaço para melhorias em nossas granjas; e a melhoria dos resultados das granjas que já são eficientes (granjas “top 10”) é mais rápida do que a média nacional.

À parte disso, a que custo a busca pelo aumento no número de leitões nascidos e desmamados justificaria os problemas decorrentes da maior variabilidade de pesos ao nascimento e a maior quantidade de leitões nascidos com baixo peso? Independente da resposta e tendo em consideração as duas reflexões anteriores, dentro da diversidade de ambientes que temos nas granjas brasileiras, seria oportuno e coerente tentar conhecer melhor quais são os fatores dentro delas que propiciam melhores ou piores resultados de produtividade.

Uma vez que o tipo e as condições das instalações onde a matriz suína é mantida podem afetar seu desempenho (KOKETSU; IIDA, 2017), as modificações no ambiente realizadas com o objetivo de melhorar sua condição de vida, muitas vezes, só serão sustentáveis caso não ocorra prejuízo à produtividade ou, sobretudo, à lucratividade da atividade. Sendo assim, cada vez mais fica evidente que é importante trabalhar não apenas visando o aumento do número de leitões nascidos, mas também se estes leitões promovem maior peso total de desmamados por matriz progenitora (DIAZ; NASCIMENTO, 2014).

Não obstante a importância econômica das fases reprodutivas (pré-gestação, gestação e lactação), poucos estudos, sobretudo em condições brasileiras, buscaram quantificar a importância dos diversos fatores de produção em relação ao desempenho produtivo e reprodutivo das matrizes. Os estudos nessa linha são limitados em abrangência territorial (AMARAL *et al.*, 2000), procuraram identificar fatores de risco associados a doenças ou síndromes pontuais dentro dos rebanhos (DELBEM *et al.*, 2004; PAPADOPOULUS *et al.*, 2010) ou englobaram diversos fatores sobre variáveis de produtividade, mas são antigos (KOKETSU; DIAL, 1997; KING *et al.*, 1998). São raras as avaliações que tratam da questão sob uma visão holística, ou seja, com a participação simultânea de fatores de várias

ordens (instalações, manejo, alimentação, etc.) sobre os índices reprodutivos. Com esse diagnóstico realizado, os responsáveis pela produção poderiam agir na modificação dessas variáveis ambientais a fim de melhorar os resultados produtivos de seus rebanhos.

Assim, se revela de grande relevância dispor de novos estudos que busquem identificar e quantificar a importância de uma ampla gama de fatores dentro de rebanhos comerciais de reprodução de suínos que estejam afetando variáveis de desempenho e ritmo reprodutivo das matrizes modernas. Propõe-se com este estudo aproximar-se desses fatores a fim de inferir possíveis modificações ou direcionar pesquisas futuras ao estudo das variáveis identificadas como sendo de maior interesse.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PRODUÇÃO DE SUÍNO NO BRASIL COM FOCO NAS FASES REPRODUTIVAS

O Brasil ocupa a quarta posição mundial como produtor de carne suína, com 3,9% do total mundial, sendo também o quarto maior exportador segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2020). As Projeções do Agronegócio - Brasil 2018/19 a 2028/2029 - apontam a carne suína dentre os produtos mais dinâmicos do agronegócio brasileiro, ao lado da soja em grão, do algodão em pluma, da celulose, do milho, da carne de frango, do leite e do açúcar. Entre as carnes, as que projetam maiores taxas de crescimento da produção no período 2018/19 a 2028/29, são a de frango e suína, esta última com projeção de aumento de 2,5% ao ano. A variação entre o ano inicial e final da projeção aponta um aumento de 28,2% na produção de carne suína (BRASIL, 2019).

Quanto ao consumo, a carne suína passará para o segundo lugar em crescimento a nível nacional, com uma taxa anual de 2,2% nos próximos anos, atingindo um aumento de 24,8% entre os anos 2019-2029. Por fim, as estimativas de exportações dessa carne apontam crescimento de 3,0% ao ano nesse período, atingindo um aumento de 34,3% em 2029 em relação ao exportado em 2019 (BRASIL, 2019).

Há ainda muito espaço para crescimento no consumo interno, o que fica evidenciado pelo fato de que 81% da carne suína produzida no país é destinada ao mercado interno (ABPA, 2020), porém, o Brasil está apenas na vigésima sexta posição no consumo per capita dessa carne (PORK CHECKOFF, 2019). O país apresentou uma variação de 14,1 a 15,9 kg/hab/ano nos últimos 10 anos (ABPA, 2020), muito pouco comparado aos maiores consumidores: União Europeia com 41,3 kg/hab/ano, China/Hong Kong/Macau com 40,2 kg/hab/ano, e Taiwan com 39,4 kg/hab/ano; ou consumidores intermediários como os Estados Unidos com 29,6 kg/hab/ano, e a Rússia com 22,5 kg/hab/ano (PORK CHECKOFF, 2019).

Um resumo comparativo da evolução desses três índices (produção, consumo e exportação) entre as carnes bovina, suína e de frango no período 2019-2029 é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Variação da produção, consumo e exportação das carnes bovina, suína, e de frango entre os anos 2019 e 2029

Carne	Variação 2019-2029		
	Produção	Consumo	Exportação
Bovina	+24,6%	+18,8%	+32,3%
Suína	+28,2%	+24,8%	+34,3%
Frango	+28,6%	+27,5%	+32,5%

Fonte: Adaptado de Brasil (2019).

Este cenário reflete as melhorias intensas pela qual a suinocultura nacional está passando. O constante aumento de grandes complexos suinícolas em substituição aos pequenos suinocultores favorece um maior poder de investimento, resultando, de forma geral, em melhores índices zootécnicos em relação àqueles mais limitados de recursos financeiros (SILVA; AGOSTINI; GASA, 2015). Este quadro é bem exemplificado pelo que ocorreu na última década (2010 a 2019), período que houve redução do plantel de matrizes alojadas em 16,5% (2.415.464 para 2.017.645 matrizes) e um aumento da produção de carne de 22,84% (3,24 para 3,98 milhões de toneladas de carne) (ABPA, 2020), apontando para a melhora da produtividade do plantel brasileiro, além do aumento no peso de abate dos suínos.

O Relatório Anual do Desempenho da Produção de Suínos é um documento emitido anualmente com base nos dados de produtividade das granjas participantes, no qual é possível obter um panorama do tamanho das granjas e dos tipos de granjas existentes no país, isto é, unidades de ciclo completo, unidades produtoras de leitões e unidades produtoras de desmamados. No ano 2019 o relatório obteve dados de 1.670 granjas, totalizando 1.352.363 matrizes produtivas. A distribuição das granjas por faixa de quantidade de matrizes produtivas correspondeu ao que segue (AGRINESS, 2020): Até 500 matrizes (51% das granjas); de 501 até 1.000 matrizes (24% das granjas); de 1.001 até 2.000 matrizes (15% das granjas); mais de 2.000 matrizes (10% das granjas). Esses dados indicam ampla variação de tamanho nas granjas de produção industrial de suínos no Brasil.

Do total de granjas avaliadas, 28% eram de ciclo completo, 27% eram unidades produtoras de leitões de creche (23 kg) e 45% eram produtoras de

leitões desmamados (6 kg) (AGRINESS, 2020). Os relatórios nos revelam também a evolução dos parâmetros de produtividade das granjas ao longo dos anos, como demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Desempenho da produção referente a quatro dos principais parâmetros produtivos em granjas de reprodução de suínos entre 2014 (N = 1.042) e 2019 (N = 1.670) e evolução da produção nesse período

Variável	Ano 2014 ¹			Ano 2019 ¹			Diferença 2019-2014		
	Geral	Top 50	Top 10	Geral	Top 50	Top 10	Geral	Top 50	Top 10
Taxa de parição (%)	86,51	92,42	92,83	87,11	92,11	92,65	+0,6	-0,31	-0,18
Dias não produtivos	15,37 ²	8,70 ²	8,12 ²	15,09	8,63	7,47	-0,28	-0,07	-0,65
Peso de nascimento (kg)	1,40	1,35	1,35	1,37	1,34	1,31	-0,03	-0,01	-0,04
Desmamados/fêmea/ano	26,49	31,43	32,77	28,20	33,95	35,46	+1,71	+2,52	+2,69

¹ Os valores correspondem às médias geral, das 50 melhores (Top 50) e das 10 melhores granjas (Top 10).

² Referente ao ano 2015.

Fonte: Elaborado com dados de Agriness (2015, 2020).

As diferenças de produtividade entre a média geral e as granjas Top 50 ou Top 10 indicam que ainda há diferenças importantes entre granjas, embora a suinocultura brasileira conviva cada vez mais com um modelo organizacional empresarial vinculado à indústria (modelos integrados ou cooperativos), o que de certa forma poderia padronizar os resultados.

Independente disso, além da aptidão natural do país para a produção de alimentos, o bom status sanitário de seus plantéis de suínos, advindo dos esforços permanentes na manutenção da biosseguridade e bem-estar dos animais, contribui para essa posição privilegiada do Brasil na produção de carne suína. Um exemplo disso é que há mais de 40 anos o país não registra um caso de Peste Suína Africana, doença de notificação obrigatória à Organização Mundial de Saúde Animal que limitaria e/ou impediria o acesso do Brasil a diversos mercados (ABPA, 2020).

Nessa mesma tendência de melhora contínua na segurança alimentar e bem-estar animal, o mercado externo continuamente exige a produção animal com maior qualidade ética, demandando novas técnicas relacionadas ao bem-estar (FOPPA *et al.*, 2014). Um exemplo disso são os novos investimentos do setor, sobretudo das grandes empresas exportadoras, em direção ao alojamento

coletivo de fêmeas suínas gestantes, cujas metas de implementação devem ser concretizadas nos próximos anos (DIAS; SILVA; MANTECA, 2015).

2.1.1 Características Gerais da Fase de Reposição

Recentemente foi identificado em um estudo que incluiu informações oriundas de 150 granjas no Brasil, representativas da suinocultura industrial do País, que a reposição de matrizes dos plantéis era feita principalmente por compra direta (62,3% das granjas) das empresas de melhoramento genético, em detrimento às granjas que realizavam auto reposição, com uma média de idade de entrada das fêmeas no rebanho de 134 dias e período de adaptação (quarentena) de 22 dias. Desse montante de granjas, apenas 20 (13,3%) indicaram realizar a quarentena das fêmeas adquiridas (CALLEGARI *et al.*, 2020).

Nesse estudo, identificou-se que no setor de reposição as instalações foram predominantemente de piso compacto (72,4% das granjas) de cimento (96,7%). O principal material utilizado no telhado era o fibrocimento (49,2%) e o sistema de ventilação natural foi o mais encontrado nas granjas (92,6%). Quanto ao manejo, a aplicação hormonal para estimulação do estro era feita esporadicamente (92,4%), e não como rotina. Predominaram granjas (97,8%) que forneciam uma ração específica para atender as exigências nutricionais dos animais de reposição (CALLEGARI *et al.*, 2020).

2.1.2 Características Gerais da Fase de Pré-gestação

A fase de pré-gestação inicia com o desmame dos leitões e a transferência das matrizes do galpão de maternidade para um local onde serão realizadas as coberturas. As leitoas, logo antes da primeira cobertura, também estão incluídas nessa fase.

A média de idade de entrada (primeira cobertura) das futuras reprodutoras em 150 rebanhos reprodutivos no Brasil foi de 7,4 meses, quando atingiam média de peso de 136kg. Dentre 93 dessas granjas, 86% utilizava o sistema em celas individuais para alojar matrizes pré-gestantes, em detrimento às baias coletivas (CALLEGARI *et al.*, 2020). Essa prática também é comum na América do Norte (KOKETSU; IIDA, 2017) e tem como principal vantagem facilitar a

exposição da fêmea ao cachaço e a detecção do estro.

2.1.3 Características Gerais da Fase de Gestação

Na fase de gestação foi identificado que os principais sistemas de alojamento das matrizes eram o de período total em baia coletiva ou conciliação de um período de manutenção em cela individual com posterior transferência para baia coletiva (61,0%) (CALLEGARI *et al.*, 2020). Esse resultado é contrário ao que comumente se imagina, ou seja, que o sistema de alojamento em celas individuais para matrizes suínas gestantes é o sistema predominante no Brasil (CUNHA *et al.*, 2018). Isso corrobora com o fato de que o Brasil, mesmo que ausente de normativas oficiais quanto ao assunto (DIAS *et al.*, 2018), vem caminhando para a modificação do sistema até então tido como predominante na suinocultura industrial do país.

Dentre 88 granjas que alojavam animais em baias coletivas, 54,6% mantinham grupos pequenos, com até nove animais (CALLEGARI *et al.*, 2020). Não foram encontrados demais estudos com estimativas da quantidade de animais mantidos em baias de gestação coletiva, porém tem-se indicado que as fêmeas podem ser mantidas em grupos de seis a 500 animais em uma ampla variedade de sistemas (SPOOLDER; VERMEER, 2015).

Em 150 granjas avaliadas, predominantemente as instalações de gestação apresentavam pisos parcialmente ripados (56,0%), o principal material de fabricação dos pisos era o cimento (96,3%), e dos telhados era o fibrocimento (52,7%), a ventilação era natural (69,8%), e a maior parte delas era ausente de sistemas de umidificação (70,5%). Apenas 29,9% das granjas utilizava ecógrafo para diagnóstico de gestação. As granjas predominantemente (98%) forneciam uma ração específica para atender as exigências nutricionais das matrizes gestantes (CALLEGARI *et al.*, 2020).

2.1.4 Características da Fase de Lactação

Na produção comercial de suínos, tradicionalmente as matrizes são alojadas em celas durante o período em que são mantidas na maternidade (BARNETT *et al.*, 2001; JARVIS *et al.*, 2006; EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2007; COMPASSION IN WORLD FARMING, 2016). Este sistema de

alojamento foi introduzido com o objetivo principal de diminuir as mortes por esmagamento dos leitões lactentes por meio da privação da movimentação da matriz e por oferecer uma zona de fuga aos leitões (OLIVIERO *et al.*, 2008; MUNS; NUNTAPAITOON; TUMMARUK, 2016).

Na fase de lactação de granjas brasileiras (N = 150) foi demonstrado que predominaram instalações de piso parcialmente ripado com área acima de 50% do total das baias de lactação (40,0%) (CALLEGARI *et al.*, 2020). Esse resultado corrobora com o descrito por Vosough Ahmadi *et al.* (2011), que avaliaram 86 estudos envolvendo celas de lactação e identificaram que pisos parcialmente ripados comumente ocupavam mais da metade do espaço da baia, sendo o restante piso sólido, geralmente destinado à área de movimentação dos leitões.

A fase de lactação, no que diz respeito ao bem-estar animal, pode ser considerada mais complexa que as demais fases da produção de suínos, uma vez que é necessário diferenciar o que é adequado para a matriz do que é adequado para seus leitões, sendo que as duas categorias de animais vivem em um mesmo ambiente (BARNETT *et al.*, 2001). Foi observado que na fase de lactação em granjas brasileiras o principal material utilizado no telhado das instalações foi o fibrocimento (45,3%) e a ventilação natural foi a mais comum (58,0%), com galpões sem umidificação (71,3%) e tampouco sistema de refrigeração (61,3%). No que diz respeito aos leitões, a maioria das granjas utilizava algum sistema de aquecimento acima dos animais (70,7%), como lâmpadas ou campânulas, em detrimento aos sistemas de aquecimento abaixo dos animais, como tapetes térmicos (25,3%) (CALLEGARI *et al.*, 2020).

Lâmpadas colocadas dentro do escamoteador apresentam a vantagem de atrair o leitão para esse ambiente em decorrência da claridade, o que é uma vantagem nos primeiros dias de vida (ROHR; DALLA COSTA; DALLA COSTA, 2016) na tentativa de diminuir a mortalidade dos animais nessa fase. A mortalidade de leitões lactentes permanece como o principal problema de bem-estar nessa etapa do ciclo produtivo, correspondendo também ao principal problema de ordem econômica, por afetar diretamente a quantidade de quilogramas produzidos por matriz por ano (MUNS; NUNTAPAITOON; TUMMARUK, 2016).

Quanto às questões relacionadas ao manejo, o acompanhamento dos partos foi descrito como rotina em 96,0% das granjas, contudo, um terço das

granjas não observava partos durante a noite e mais da metade relatou não fazer qualquer intervenção com fornecimento de colostro para leitões nascidos fracos ou pequenos (CALLEGARI *et al.*, 2020). Um dos grandes desafios na obtenção de alto número de leitões desmamados por matriz/ano é tornar viáveis os leitões que nascem vivos. Portanto, atender as questões relacionadas ao bem-estar dos leitões, como assegurar-lhes fornecimento de colostro, leite e temperatura adequada, garantirá à granja a melhoria da produtividade (menos mortes de leitões).

Manejos de aparagem dos dentes, caudectomia e castração cirúrgica eram rotina em granjas brasileiras (CALLEGARI *et al.*, 2020). Esses manejos são relatados como sendo comuns na suinocultura industrial e, embora sejam previamente dirigidos à prevenção de problemas de bem-estar animal e de ordem sanitária (MARCHANT-FORDE *et al.*, 2014), vêm progressivamente sendo questionados justamente por contraporem-se ao próprio bem-estar dos animais.

O manejo em bandas era praticado por 15,4% dentre 149 granjas avaliadas. Matrizes lactantes recebiam uma ração específica para a fase em 98,6% das granjas consultadas (CALLEGARI *et al.*, 2020).

2.2 FATORES COM POTENCIAL DE AFETAR O DESEMPENHO E O RITMO REPRODUTIVO EM REBANHOS REPRODUTORES

A intenção com as seguintes subseções é apresentar alguns dos fatores que tem potencial de afetar uma ou mais variáveis de desempenho e ritmo reprodutivo em rebanhos de reprodução de suínos, com a finalidade de perceber o cenário multifatorial que tange os resultados zootécnicos de uma granja. Ressalta-se que os efeitos sobre essas variáveis não se limitam apenas aos fatores apresentados a seguir, podendo diversos outros influenciar determinada variável de interesse.

2.2.1 Genética dos Reprodutores

Tanto a linha fêmea como a linha macho podem mostrar grandes variações de ordem genética sobre a variável “sobrevivência dos leitões ao nascimento”, sendo que linhas com baixo peso do leitão ao nascer apresentam alta herdabilidade para essa característica (KAPELL *et al.*, 2011). Há alguns anos, os

critérios de seleção de leitões para futuras reprodutoras têm incluído a “melhora do desempenho das matrizes re-inseminadas” e a “diminuição da mortalidade de leitões” (LEWIS; BUNTER, 2011).

Diferenças na quantidade de leitões desmamados por matriz por ano podem ser oriundas do mérito genético da matriz para habilidade materna (UITDEHAAG *et al.*, 2008; CHANSOMBOON *et al.*, 2010). Matrizes selecionadas para alta sobrevivência de leitões podem demonstrar maiores cuidados durante a movimentação, reduzindo esmagamentos (BAXTER *et al.*, 2011), o que propiciaria mais leitões desmamados.

A linhagem dos machos reprodutores pode influenciar a duração da gestação das matrizes, sendo que gestações mais curtas geram leitões com menores pesos ao nascer (VERMEULEN *et al.*, 2016). Por sua vez, leitões nascidos com baixo peso têm maiores possibilidades de serem desmamados com baixo peso (BEAULIEU *et al.*; 2010; SOBESTIANSKY *et al.*, 2012), ou de morrer antes do desmame (PANZARDI *et al.*, 2013).

2.2.2 Manejo

2.2.2.1 Idade e peso da fêmea à primeira cobertura/ao primeiro parto

Os estudos que objetivaram estabelecer relações entre a idade das fêmeas e os parâmetros reprodutivos utilizavam principalmente o fator “idade da leitoa à primeira cobertura” (MAGNABOSCO *et al.*, 2014; JOAB, 2019) e não sua idade ao primeiro parto, mas é evidente que as fêmeas mais velhas à primeira cobertura serão também mais velhas ao primeiro parto (BABOT; CHAVEZ; NOGUERA, 2003). A idade da leitoa à primeira cobertura dependerá da sua idade de entrada na puberdade, variável está que pode estar relacionada ao peso, espessura de toucinho (ELIASSON, 1991), idade e taxa de crescimento no momento da exposição ao macho (MAGNABOSCO *et al.*, 2014), e genótipo (FACCIN *et al.*, 2017). As empresas genéticas recomendam diferentes metas de idade e peso para a primeira cobertura das fêmeas (MAGNABOSCO *et al.*, 2014).

Embora a idade mais avançada da leitoa à primeira cobertura possibilite um aumento significativo no peso dos seus leitões ao desmame

(ROZEBOOM *et al.*, 1996), o atraso da entrada na vida produtiva deve ser confrontado com a possível redução no desempenho da matriz ao longo de sua vida (ROZEBOOM *et al.*, 1996; AMARAL FILHA *et al.*, 2010; MAŁOPOLSKA *et al.*, 2018). Além disso, haverá maior quantidade de ração consumida pelas leitoas e maior custo durante o período não produtivo (BROOKS; SMITH, 1980; ROZEBOOM *et al.*, 1996; AMARAL FILHA *et al.*, 2010).

Leitoas cobertas mais velhas podem mostrar mais retornos ao estro classificados como “tardios” (39 a 150 dias após a cobertura), em contraponto, leitoas cobertas mais jovens têm maior probabilidade de mostrar retornos classificados como “regulares” (18 a 24 dias após a cobertura) (KOKETSU; TANI; IIDA, 2017). Isso pode resultar em intervalos desmame-estros mais longos para leitoas cobertas mais velhas, fato observado por Sterning, Rydhmer e Eliasson-selling (1998) durante os primeiros partos. Dessa forma, tanto leitoas cobertas muito jovens como leitoas cobertas muito velhas apresentariam prejuízo na taxa de parição (uma vez que ocorreriam retornos ao estro para ambos os casos), contudo, leitoas mais velhas à primeira cobertura teriam também maior probabilidade de apresentar mais dias não produtivos, uma vez que retornos tardios parecem ser mais frequentes nessa categoria.

Os “dias não produtivos” comumente são definidos como o número de dias em que as matrizes não estão gestando nem lactando. Para o cálculo dos dias não produtivos alguns estudos consideram os dias desde o nascimento até a remoção da matriz do rebanho, enquanto outros consideram os dias desde a data de entrada da fêmea no rebanho reprodutor (ou a data da primeira parição) até a sua remoção. A redução dos dias não produtivos pode melhorar a produtividade do rebanho devido ao conseqüente aumento de partos por matriz por ano e de leitões desmamados por matriz por ano, assim aumentando a lucratividade da granja (EK-MEX *et al.*, 2020).

2.2.2.2 Manejos relacionados ao parto e aos leitões recém-nascidos

A assistência ou supervisão ao parto inclui, em um primeiro momento, a intervenção manual do parto - quando essa se mostrar necessária - a prevenção de agressão da matriz para com seus leitões, o fornecimento de fluídos

aos leitões desidratados, e o atar das pernas de leitões nascidos com a síndrome *splay leg* (KRAELING; WEBEL, 2015). Após o parto os principais cuidados iniciais a serem adotados com leitões são a secagem, a desobstruções das vias aéreas, o corte e a desinfecção do cordão umbilical, a assistência na primeira mamada, o fornecimento de fonte de calor adequada e a prevenção contra esmagamentos (ANDERSEN; HAUKVIK; BØE, 2009).

As primeiras 72 horas de vida dos leitões são as mais críticas devido à alta mortalidade neonatal, principalmente relacionada aos esmagamentos, à inanição e à hipotermia (DALLANORA; BIERHAUS; MAGNABOSCO, 2014). Esmagamentos são a causa mais comum de mortes de leitões nascidos saudáveis (KILBRIDE *et al.*, 2012). Leitões recém-nascidos tendem a ficar próximos à mãe para ingerir colostro e diminuir a perda de calor corporal. Essa proximidade aumenta a probabilidade de esmagamento (ANDERSEN *et al.*, 2007).

A assistência ao parto pode contribuir com a redução da mortalidade perinatal (PANZARDI *et al.*, 2013; ROSVOLD *et al.*, 2017), aumentando a sobrevivência dos leitões (TUCHSCHERER *et al.*, 2000; GILL, 2005; KNOX, 2005; ANDERSEN *et al.*, 2007; ROSVOLD *et al.*, 2017). Isso possibilita o aumento no número de desmamados por parto (WENTZ *et al.*, 2009) e, como consequência, o aumento do número de leitões desmamados por matriz por ano. Isso assinala para a importância de um colaborador para assistência aos partos que ocorrem durante a noite.

Embora os cuidados contra esmagamentos sejam importantes, garantir a ingestão de colostro logo após o parto é o fator preponderante para assegurar a sobrevivência dos leitões (ANDERSEN *et al.*, 2007; KRAELING; WEBEL, 2015). Há uma estreita relação entre a menor aquisição de imunidade passiva e a mortalidade de leitões (LE DIVIDICH; ROOKE; HERPIN, 2005; CALDARA *et al.*, 2014), estando estas associadas a causas infecciosas, como diarreias, artrites e pneumonias (ABRAHÃO *et al.*, 2004). Isso enfatiza a importância da assistência no fornecimento manual ou artificial de colostro para os leitões que nascem com baixa viabilidade. A administração de colostro via sonda orogástrica ou mamadeira para leitões em grupos de risco (ex. leitões com baixo peso ao nascer) minimiza o problema da baixa ingestão de colostro (DALLANORA; BIERHAUS; MAGNABOSCO, 2014). Evidências sugerem ser necessária a ingestão de 250 g de

colostro para assegurar um bom desempenho pré e pós desmame para o leitão (QUESNEL; FARMER; DEVILLERS, 2012).

Ainda no que diz respeito à garantia de aquisição de imunidade passiva pelos leitões, a uniformização de leitegadas é um dos manejos de maior importância em granjas com matrizes suínas hiperprolíficas. A uniformização compreende a transferência de leitões de leitegadas mais numerosas para as menos numerosas ou a formação de leitegadas com leitões com pesos similares ao nascimento. Recomenda-se, para tanto, que esse manejo seja realizado no período entre seis e 24 horas após o nascimento. Quando adequadamente realizada, essa prática aumenta a sobrevivência e melhora o ganho de peso dos leitões durante a lactação, com conseqüente aumento na quantidade de quilogramas de leitões desmamados por matriz por ano (BIERHALS *et al.*, 2010).

2.2.2.3 Suplementação nutricional dos leitões lactentes

O principal alimento para leitões na maternidade é o leite materno, contudo, é recomendado também o fornecimento de ração sólida (*creep feeding*) nesse período a fim de contribuir com a melhora do desempenho zootécnico nas fases subsequentes (RIVA; PIASSA, 2018). O objetivo primordial do *creep feeding* é habituar os leitões ao alimento seco visando melhor adaptação pós-desmame (MORES *et al.*, 1998), ou seja, não necessariamente objetiva maiores pesos ao desmame. Contudo, quando fornecido precocemente (a partir dos sete dias após o nascimento) em relação à oferta tardia (a partir dos 14 ou 21 após o nascimento), mostrou aumentar o peso de leitões desmamados aos 24 dias de vida (LEE; KIM, 2018).

No que diz respeito à suplementação com sucedâneos lácteos, visto que a quantidade de leite produzida pela matriz é o principal fator limitante no crescimento de seus leitões, esta é outra estratégia que pode ser utilizada durante a lactação, visando paralelamente melhorar o peso dos animais ao desmame (MORISE *et al.*, 2011).

De forma geral na suinocultura tecnificada, a administração de complexo vitamínico nos leitões recém-nascidos (geralmente uma dose de vitaminas A, D3 e E no primeiro dia de vida) é considerada dispensável caso as exigências

nutricionais das matrizes sejam supridas (MORES *et al.*, 1998). Contudo, o fornecimento de altos níveis de vitamina E já foi sugerido como ferramenta para melhorar a resposta imune de suínos sob estresse por condições infecciosas (HIDIROGLOU *et al.*, 1995). Foi verificado melhora do status imune de leitões lactentes filhos de matrizes que receberam altas concentrações de vitamina E na dieta no final da gestação até o desmame (WANG *et al.*, 2017), assim como em lactentes que receberam vitamina E aplicada via intramuscular (HIDIROGLOU *et al.*, 1995). No estudo de WANG *et al.* (2017), a suplementação da vitamina E na dieta das matrizes resultou também em aumento significativo do peso dos leitões ao desmame, embora sem efeitos na sobrevivência durante a lactação. Embora esses resultados favoráveis, a suplementação de vitaminas para leitões lactentes não é prática comum em granjas brasileiras, sendo realizada por apenas 18% dentre 150 granjas avaliadas (CALLEGARI *et al.*, 2020).

Os leitões nascem com uma reserva limitada de ferro e o leite materno é incapaz de suprir as exigências nutricionais desse mineral durante a lactação. O procedimento mais comumente usado para tratar essa deficiência fisiológica de ferro é a suplementação parenteral com ferro dextrano em uma dose única de 200 mg no pescoço, três dias após o nascimento (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 2012). Esse manejo melhora os parâmetros hematológicos, suprimindo o desencadeamento da anemia ferropriva, e tem demonstrado ser fundamental para o desenvolvimento dos leitões lactentes (maior ganho de peso diário e maior peso final ao desmame e na descreche) (NOVAIS *et al.*, 2016). Esse procedimento é amplamente adotado em granjas brasileiras (100% de 150 granjas avaliadas) (CALLEGARI *et al.*, 2020).

2.2.2.4 Desponte dos dentes, caudectomia e castração cirúrgica

O desponte de dentes, a caudectomia e a castração cirúrgica de leitões machos, embora indiretamente destinados à prevenção de problemas de bem-estar animal (ex. lesões de tetos das matrizes e no rosto dos leitões, caudofagia, e agressividade, respectivamente), são manejos que se contrapõem ao próprio bem-estar animal por proporcionarem dor e estresse aos leitões.

Leitões com dentes intactos podem provocar desconforto da matriz

devido à dor pela ação dos dentes quando mordiscam os tetos, podendo a matriz responder com mudanças bruscas de postura ocasionando aumento de mortes por esmagamentos (LEWIS *et al.*, 2005). Por outro lado, dentre as consequências negativas do manejo de desbaste dos dentes estão os ferimentos na língua e nos lábios, dificuldade na mamada, enfermidades locais e sistêmicas (FURTADO *et al.*, 2007; RICCI, 2015).

Estudos verificaram que o corte com alicate pode resultar prejuízo no crescimento de leitões na primeira semana de vida (BATAILLE *et al.*, 2002). Contudo, tanto o corte com alicate (ESTIENNE; HORSLEY; HARPER, 2003) como o desgaste com desbastador elétrico não prejudicaram o peso final ao desmame em relação aos leitões com dentes intactos (GALLOIS; LE COZLER; PRUNIER, 2005). Por outro lado, não é rara a associação da queda do desempenho zootécnico nas fases superiores decorrentes de sequelas resultantes desse manejo (NOTTAR, 2007; KOLLER *et al.*, 2008). Por essas razões esse procedimento está se tornando menos comum no cotidiano da suinocultura (WIDOWSKI; TORREY, 2003; AMERICAN VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION - AVMA, 2014), devendo ser aplicado apenas quando identificada sua real necessidade.

A caudectomia em leitões é um procedimento contestado, pois é reconhecido que o canibalismo de cauda tem um caráter multifatorial (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014). O corte de cauda não elimina efetivamente a ocorrência de caudocanibalismo e pode, por si só, provocar dor aguda e respostas comportamentais e fisiológicas indesejáveis ao bem-estar dos suínos (SUTHERLAND *et al.*, 2008). Esse manejo, seja pela inadequação da condução da técnica ou pelos riscos que são a ela inerentes, ocasiona a formação de abscessos na coluna vertebral, septicemias, neuromas e artrites (HERSKIN *et al.* 2010).

Quanto à castração cirúrgica de leitões machos, embora tenha sido apontado como manejo com alta prevalência em granjas brasileiras (adotada por 76% das granjas; n= 150) (CALLEGARI *et al.*, 2020), corroborando com Dias, Silva e Manteca (2014), é um procedimento que vem sendo pouco adotado pelas grandes integrações e cooperativas, que optam pela imunocastração.

A castração cirúrgica de leitões sem a utilização de anestesia/analgesia proporciona redução da atividade e do volume de leite ingerido pelos animais devido ao trauma sofrido (FURTADO *et al.*, 2007). Os leitões

diminuem notadamente as atividades dirigidas ao úbere e permanecem mais tempo inativos durante as primeiras horas após a castração. Também são comuns os comportamentos indicativos de dor oriunda do procedimento, como prostração, rigidez ao caminhar, tremores, amontoamento durante maiores períodos, fricção da parte posterior do corpo contra o piso ou parede, e movimentos laterais com a cauda, condutas estas que podem persistir por até quatro dias após a castração (HAY *et al.*, 2003).

2.2.2.5 Duração da lactação

O período de lactação varia de granja para granja. Nesse intervalo de tempo a matriz e seus leitões permanecem alojados em um determinado ambiente de maternidade com características particulares de instalações. A escolha do período de lactação geralmente não é baseada no desempenho reprodutivo, mas sim em fatores como manejo eficiente, bom desempenho dos leitões e normativas sobre bem-estar animal (SOEDE; KEMP, 2015). Na União Europeia, por exemplo, o limite mínimo de idade para desmame dos leitões é 21 dias (CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA, 2008), sendo que há países dentro desse bloco que estipulam seus próprios limites, como a Finlândia, que não permite desmame de leitões antes dos 28 dias de idade (SOEDE; KEMP, 2015).

No que diz respeito às matrizes, lactações curtas, abaixo de três semanas, provocam evidentes efeitos negativos no subsequente desenvolvimento folicular pós-desmame, taxa de parto e tamanho da leitegada (SOEDE; KEMP, 2015). Somado a isso, cerca de 70% das mortes de matrizes ocorrem no período periparto (das quatro semanas antes até as quatro semanas após o parto), sobretudo após o parto (IIDA; KOKETSU, 2014), ou seja, durante a lactação. Assim, modificações nas instalações da maternidade são recomendadas a fim de diminuir a morte de matrizes nessa fase (IIDA; KOKETSU, 2014; KOKETSU; IIDA, 2017) e melhorar seu desempenho reprodutivo, aumentando assim sua longevidade.

No que diz respeito aos leitões, tem sido verificado em condições comerciais de produção que o aumento na idade do desmame (19, 22, 25 e 28 dias) proporciona aumento linear no peso de desmame (FACCIN *et al.*, 2020) e pode ser uma efetiva estratégia para melhora do desempenho nas fases subsequentes de

produção. Esse aumento linear no peso dos leitões, ocasionado pelo aumento da duração de lactação, perdura até os 64 dias de idade (final da fase de creche), e há uma resposta quadrática no peso final, aos 165 dias de vida (LÓPEZ-VERGÉ *et al.*, 2019). Assim, é recomendado 25 dias como período ótimo de lactação (FACCIN *et al.* 2019, 2020).

2.2.2.6 Disponibilidade e tipo de mão de obra na granja

Condições favoráveis à boa produtividade somente serão atendidas se os colaboradores estiverem efetivamente comprometidos com a produção. Embora a força de trabalho contratada apresente caráter mais qualificado e especializado no desempenho de tarefas específicas quando comparado à mão de obra familiar, a mão de obra familiar corrige a forma de trabalho de colaboradores contratados quando as metas não são atingidas. Dessa forma, pode-se considerar que, em alguns países, a mão de obra familiar é mais eficiente, pois o interesse da família em direção a melhores resultados é maior (BOJNEC; LATRUFFE, 2009). Ademais, a contratação de mão de obra qualificada, experiente e treinada, pode ser difícil, o que pode vir a prejudicar a produtividade, sobretudo no setor de maternidade, onde casos específicos exigem soluções rápidas e baseadas em critérios bem definidos (WENTZ *et al.*, 2009).

2.2.3 Instalações

No sistema de produção de suínos há uma grande variação nos modelos de organização dos plantéis (sistemas contínuos, *all-in all-out*, bandas, etc), gerando fluxos distintos nas granjas, bem como diferentes tipos de instalações e equipamentos. Embora a relação entre estas condições, as características das instalações e a produtividade seja um assunto pouco abordado (AGOSTINI *et al.*, 2013), para Averós *et al.* (2010), as instalações e estas interações vinculadas ao conforto que conferem aos animais são de fundamental importância para o sucesso na atividade. Alguns aspectos clássicos das instalações que têm efeito sobre o desempenho são bem estabelecidos e devem ser observados com cuidado nas granjas. Estes incluem a carga animal em relação ao espaço disponível (densidade animal), condições de temperatura, umidade e ventilação, e a qualidade de

comedouros e bebedouros.

O sistema de alojamento e seu design afetam intensamente os aspectos de bem-estar animal e o desempenho de matrizes e leitões (MUNS; NUNTAPAITOON; TUMMARUK, 2016). Como exemplo, certos sistemas de alojamento e componentes ambientais dentro desses sistemas podem desencadear no animal a elevação dos níveis de cortisol, o qual, por sua vez, altera a secreção de gonadotrofinas, causando infertilidade e baixo desempenho reprodutivo da matriz (MELCHIOR *et al.*, 2012). O aumento dos níveis de cortisol em matrizes gestantes representa redução no número de leitões nascidos vivos e desmamados, diminuição do peso do leitão ao nascimento e ao desmame, e aumento do número de natimortos, mumificados e mortos ao nascer (MELCHIOR *et al.*, 2012).

2.2.3.1 Sistema de alojamento na gestação (bairas coletivas e celas individuais)

Figura dentre as principais questões contemporâneas inerentes ao bem-estar animal a substituição de habitações em espaços muito confinados por sistemas que permitam maior amplitude de movimento e adequado contato social entre animais (DIAS *et al.*, 2018). O maior problema do alojamento individual de matrizes em celas é a severa restrição comportamental por ele instaurado (SVENDSEN; SVENDSEN, 1997), dificultando ou impedindo até mesmo mudanças simples de postura pelo animal, como girar em torno do próprio eixo, levantar-se e deitar-se (MARCHANT-FORDE, 2010). Por conta da movimentação prejudicada, torções gastrointestinais, constipação e estase urinária são problemas de saúde mais frequentes em matrizes alojadas em celas do que em matrizes alojadas em grupo (MAES; PLUYM; PELTONIEMI, 2016). O alojamento em celas também limita contatos visuais, olfatórios, auditivos e táteis entre animais, comprometendo o estabelecimento efetivo da relação dominância-submissão (McGLONE *et al.*, 2004).

As matrizes em celas têm sua função cardíaca e resistência óssea reduzidas, conformação corporal alterada, e são associadas a maior incidência de lesões por pressão, tais como úlceras de decúbito (MARCHANT-FORDE, 2010). Algumas dessas condições podem aumentar a ocorrência de leitões natimortos (CUNHA *et al.*, 2018). Gentilini *et al.* (2003) observaram que fêmeas mantidas em alojamentos coletivos se mostram menos gordas ao parto em relação às mantidas

em celas, todavia ingerem mais alimento durante a lactação e desmamam leitões mais pesados.

Por outro lado, o alojamento em celas permite um manejo mais fácil e alimentação individualizada (HARRIS *et al.*, 2006), podendo também oferecer maior proteção contra interações físicas agressivas, mas isso dependerá do modelo de divisórias entre as celas (McGLONE *et al.*, 2004). Devido à maior facilidade de observação das matrizes alojadas em celas em comparação àquelas alojadas em baias coletivas no estágio inicial da gestação, são maiores as chances de detecção de retornos ao estro das matrizes em celas, o que pode resultar em maiores taxas de parto e/ou aumento no tamanho da leitegada e no número de leitegadas por fêmea por ano (SPOOLDER *et al.*, 2009).

Contudo, as pesquisas que buscam avaliar o desempenho reprodutivo de matrizes mantidas em celas individuais em comparação àquelas mantidas em baias coletivas não têm apresentados resultados que possibilitem uma conclusão definitiva. Uma análise de um conjunto de estudos não indicou diferenças para taxa de parto, leitões nascidos vivos e nascidos totais, natimortos e peso do leitão ao nascimento entre matrizes alojadas em baias em comparação àquelas alojadas em celas (McGLONE *et al.*, 2004). Ademais, até então não há estudos conclusivos que indiquem maior número de retornos ao estro e abortos para matrizes em baias coletivas. Portanto, de forma geral, não há diferenças de desempenho da matriz entre esses dois sistemas (CALVO, 2016).

2.2.3.2 Instalações relacionadas ao conforto térmico de suínos jovens e adultos

Para a espécie suína, as dificuldades do atendimento das exigências térmicas são bastantes críticas dadas as diferenças na capacidade de termorregulação que animais de distintas idades apresentam. Segundo Berton *et al.* (2015), leitões recém-nascidos são mais sensíveis a climas frios, pois apresentam limitadas reservas energéticas disponíveis, armazenadas na forma de glicogênio, e menos de 1% de gordura corporal. Em climas quentes, animais adultos são mais afetados, pois estes apresentam maior camada de gordura subcutânea (BERTON *et al.*, 2015), e a transpiração pela pele é inexistente devido à presença de glândulas sudoríparas queratinizadas (BRIDI, 2006), dificultando a dissipação do calor

corporal. Sendo assim, é fundamental a adoção de tecnologias que favoreçam as trocas térmicas sensíveis em animais adultos, reduzindo os efeitos prejudiciais das altas temperaturas sobre eles (LIMA *et al.*, 2011).

Em países de clima quente, como é o caso da maior parte do Brasil, o estresse térmico é a maior causa de perdas produtivas (NÄÄS; CALDARA; CORDEIRO, 2014), em virtude disso, instalações relacionadas ao conforto térmico, como presença de forro nos galpões, tipo de piso (totalmente sólido, parcialmente ou totalmente ripado), material de fabricação do telhado e do piso, ventilação, umidificação, e sistemas de refrigeração para matrizes ou de aquecimento para leitões, são fatores importantes na melhora produtiva e também de bem-estar animal.

Altas temperaturas, sobretudo quando combinadas com alta umidade relativa do ar, resultam estresse calórico, situação que representa um dos maiores problemas à eficiência produtiva de suínos em regiões tropicais e subtropicais (SILVA *et al.*, 2009a). Matrizes mantidas em condições acima da zona termoneutra apresentam estresse térmico (KIM *et al.*, 2013), o que prejudica seu bem-estar e demanda mais energia para ajuste da temperatura corporal, reduzindo o desempenho e provocando a morte em casos extremos (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014). Variações de temperatura ambiente afetam a fertilidade das fêmeas suínas, acarretando perdas econômicas expressivas durante os períodos mais quentes (SILVA *et al.*, 2017). Durante a gestação, temperaturas elevadas provocam aumento do número de leitões mumificados e/ou redução do número de nascidos vivos e maior incidência de cistos ovarianos, estros tardios e anestro (PANG *et al.*, 2011).

Durante os primeiros 30 dias de gestação o estresse térmico pode aumentar a morte embrionária e nos últimos 30 dias aumentar o número de natimortos (KRAELING; WEBEL, 2015), diminuindo o tamanho da leitegada. Por outro lado, evitar o estresse calórico de matrizes gestantes pode aumentar as taxas de ovulação e de prenhez e o tamanho da leitegada ao parto (NÄÄS; CALDARA; CORDEIRO, 2014; KRAELING; WEBEL, 2015).

No caso de matrizes em lactação, estas são particularmente sensíveis a altas temperaturas, prejudiciais ao consumo de ração e produção de leite, especialmente durante o verão (SILVA *et al.*, 2009a, 2009b; NÄÄS; CALDARA; CORDEIRO, 2014). Reduzir os efeitos do estresse por calor sobre fêmeas lactantes

pode favorecer seu comportamento materno, aumentando a produção de leite, o número e o ganho de peso dos leitões e da leitegada durante a lactação e o peso ao desmame, além de reduzir o intervalo desmame-estro da matriz (SILVA *et al.*, 2009b; ZHAO *et al.*, 2013; NÄÄS; CALDARA; CORDEIRO, 2014).

No que diz respeito aos sistemas de ventilação, que podem ser natural ou forçada, e também os dois tipos combinados (NÄÄS; JUSTINO, 2014), além de favorecer o conforto térmico dos animais, permitem a renovação do ar interior, dissipando a concentração de gases, poeira e demais resíduos. Do contrário, uma ventilação inadequada é responsável pelo aumento das concentrações de amônia e gás carbônico dentro das instalações (SANTOS, 2008). A ventilação forçada associada à nebulização é um sistema comumente empregado em granjas (DIAS *et al.*, 2011), sendo uma mescla que proporciona efetiva melhora do conforto térmico de matrizes gestantes (NÄÄS; JUSTINO, 2014).

Os sistemas de ventilação natural ou forçada podem ser subdivididos em pressão positiva e pressão negativa. Segundo Santos (2008), nos sistemas de pressão positiva os ventiladores podem ser distribuídos ao longo das instalações expulsando o ar interno para o fora das instalações. Já nos de pressão negativa, os exaustores são posicionados em uma das extremidades do alojamento, succionando o ar interno para o exterior. Madeira *et al.* (2009) observaram melhorias no consumo de ração de matrizes lactantes mantidas em instalações com ventilação forçada, embora este fator não tenha afetado a perda de peso pós-parto e o ganho de peso da leitegada.

Telhas de fibrocimento são pouco efetivas no isolamento térmico (PIFFER; PEDOMO; SOBESTIANSKY, 1998; DIAS *et al.*, 2011), mas têm sido amplamente empregadas em granjas de reprodução de suínos (CALLEGARI *et al.*, 2020). Em contrapartida, o forro é um recurso que possui baixa tecnologia, mas é eficiente e econômico, pois funciona como uma barreira física, diminuindo o fluxo de calor do telhado para o interior do galpão (PIFFER *et al.*, 1998; NÄÄS; CALDARA; CORDEIRO, 2014). Esse tipo de instalação poderia amenizar o problema decorrente do uso de telhas de fibrocimento, contudo tem sido pouco empregado nas fases de reposição e gestação (respectivamente 10,5% de 124 granjas e 14,2% de 148 granjas) e moderadamente empregado na maternidade (41,9% de 148 granjas) (CALLEGARI *et al.*, 2020).

Quanto aos leitões, a temperatura ótima de conforto térmico dos recém-nascidos é 35°C, aceitando uma amplitude entre 32-35°C (ZULOVICH, 2012). Com o passar dos dias, o animal desenvolve um sistema de termorregulação mais eficiente (COMPASSION IN WORLD FARMING, 2016), sendo que quando o leitão atinge três semanas de idade sua temperatura ótima diminui para 27°C, podendo variar entre 24-29°C (ZULOVICH, 2012).

No período pós-parto os leitões são bastante vulneráveis, pois apresentam baixas reservas energéticas corporais (PANZARDI *et al.*, 2009). Desta forma, tornam-se mais suscetíveis às variações da temperatura externa e, portanto, requerem mais cuidados direcionados a sua termorregulação. As instalações devem ser planejadas de forma a evitar correntes de ar acima de 0,5 m/segundo e grandes variações térmicas durante o dia, uma vez que essas situações podem favorecer a ocorrência de doenças (como diarreia), além de causar desconforto físico (ROHR; DALLA COSTA; DALLA COSTA, 2016).

Leitões com baixo peso ao nascer demoram mais tempo para atingir o complexo mamário para a ingestão de colostro e apresentaram menor habilidade para a escolha dos tetos (CALDARA *et al.*, 2014), portanto, podem ser mais prejudicados em condições de baixas temperaturas em relação a leitões mais pesados. O ambiente térmico inadequado ao leitão, sobretudo após o nascimento, pode aumentar o risco de hipotermia e morte (MALMKVIST *et al.*, 2006), além de demandar gastos energéticos para o ajuste da temperatura corporal, o que por sua vez diminui o desempenho (DIAS; SILVA; MANTECA, 2014).

O escamoteador pode ser utilizado como ambiente de isolamento dos leitões, onde uma fonte acessória de calor pode ser disponibilizada no seu interior, ou mesmo fora dele. A fonte acessória de aquecimento inclui placas ou pisos aquecidos, campânulas com resistência elétrica, ou lâmpadas infravermelhas (ROHR; DALLA COSTA; DALLA COSTA, 2016). Há granjas que utilizam também lâmpadas incandescentes. A utilização de lâmpadas, além de favorecer o conforto térmico, pode contribuir na diminuição de esmagamentos em momentos de movimentação da matriz, pois, como Rohr, Dalla Costa e Dalla Costa (2016) comentaram, o leitão prefere lugares claros e o uso de fontes luminosas no interior do escamoteador pode atraí-lo.

2.2.3.3 Tipo e material do piso

O tipo de piso utilizado na produção de suínos pode ser responsável por problemas locomotores e prejudicar o desempenho (JANG *et al.*, 2015). O tipo de piso e o material utilizado em sua confecção, em particular, se relacionam, além do conforto físico e térmico, com as condições higiênicas do ambiente. A melhora da higiene da instalação proporciona redução das concentrações de amônia e de partículas bacterianas inaláveis, favorecendo as condições sanitárias das granjas (BANHAZI *et al.*, 2008).

O uso de piso ripado sem material de cama aumenta o risco de claudicação em matrizes gestantes alojadas em grupo, provavelmente por afetar a saúde das pinças dos cascos (MAES; PLUYM; PELTONIEMI, 2016). Pisos ripados de material plástico já foram associados à maior prevalência de lesão de pele nas regiões carpal e de jarretes em matrizes lactantes alojadas em celas (BONDE *et al.*, 2004).

É recomendado evitar materiais que tornem os pisos abrasivos, escorregadios e que propiciem lesões pela falta de manutenção (ROHR; DALLA COSTA; DALLA COSTA, 2016). Pisos do setor de maternidade com qualidade comprometida podem ser causa de injúrias no sistema locomotor e subsequente doenças infecciosas nas matrizes, promovendo infertilidade e levando ao descarte da matriz (MUNSTERHJELM *et al.*, 2008).

2.2.3.4 Acesso à água

As matrizes lactantes produzem aproximadamente 10 kg de leite por dia (SOEDE; KEMP, 2015), podendo variar entre 7 a 12 kg (KIRKWOOD; THACKER, 2001). É comum que estes animais permaneçam alojados em galpões com temperaturas acima da sua zona de conforto térmico, demandando, assim, alto consumo de água (SOEDE; KEMP, 2015). Assim, é fundamental proporcionar meios para manter a matriz sob plena capacidade de produzir leite, a fim de viabilizar os leitões que nascem com baixo peso e aumentar o peso da leitegada ao desmame. Matrizes que desmamam leitegadas numerosas ou com leitões mais pesados são mais propensas a prejuízos no desempenho reprodutivo subsequente devido a

grande perda de reservas corporais e ao comprometimento metabólico durante a lactação (KOKETSU; TANI; IIDA, 2017).

Permitir às matrizes livre acesso à água e ao alimento, com liberdade para que decidam o momento e a quantidade de água e comida que querem ingerir e até que ponto elas querem misturar a água ao alimento, pode aumentar o consumo de ração e melhorar o crescimento da leitegada (PENG; SOMES; ROZEBOOM, 2007). Há uma associação entre maior consumo de ração pela matriz durante a lactação com o maior ganho de peso dos leitões (JOHANSEN *et al.*, 2004).

Nesse sentido, o menor consumo de ração pela matriz durante a lactação está associado ao maior intervalo desmame-estro, a mais retornos ao estro, ao menor peso médio da leitegada ao desmame e à maior quantidade de matrizes descartadas por falhas reprodutivas (KOKETSU *et al.*, 1996). Matrizes sob severo catabolismo durante a lactação podem apresentar diminuição da taxa de ovulação e da sobrevivência embrionária durante a gestação (VINSKY *et al.*, 2006), parindo leitegadas menos numerosas no parto subsequente (KOKETSU *et al.*, 1996; VINSKY *et al.*, 2006). Essas perdas sugerem que a adoção de práticas voltadas a otimizar o consumo de ração pela matriz lactante possa melhorar o desempenho e reduzir falhas reprodutivas (KOKETSU *et al.*, 1996).

Assim, equipamentos que permitam a mistura de água e ração podem contribuir na melhora do bem-estar das matrizes, devido ao maior consumo de ração e conseqüente menor perda de peso, e também colaborar com o meio ambiente por diminuir o desperdício de água e a quantidade de dejetos (PENG; SOMES; ROZEBOOM, 2007). Nesse sentido, bebedouros acoplados ou acima dos comedouros podem cumprir essa demanda. Esse equipamento deve ser ajustado de modo a evitar adição excessiva de água à ração, pois nesse caso a matriz terá que beber o excesso de água para conseguir ingerir o alimento (PIC, 2015).

No caso dos leitões, estes devem ter livre acesso à água (ROHR; DALLA COSTA; DALLA COSTA, 2016). Para que isso se efetive, devem ser disponibilizados bebedouros tipo *nipple* ou taça, adequados ao tamanho dos leitões. No Brasil, foi identificado que dentre 143 granjas 14,7% utilizava bebedouro tipo taça e 85,3% tipo *nipple* para os leitões na maternidade (CALLEGARI *et al.*, 2020).

2.2.3.5 Acesso ao alimento

Independente se o confinamento seja em cela ou em baia, o ambiente após o desmame deve estimular o máximo consumo de água e ração pela matriz para mitigar a perda de peso ocorrida na lactação. Nesse sentido, comedouros tipo “calha” que operem também como bebedouros não são desejáveis, uma vez que é comum que a água seja liberada sem que a matriz tenha terminado de ingerir seu alimento (PIC, 2015). Esse sistema é comum em granjas antigas e que alojam matrizes em celas individuais.

Um aspecto importante que os sistemas de alimentação devem cumprir para assegurar um bom desempenho reprodutivo da matriz é garantir que ela consuma a quantidade necessária de nutrientes, pois o baixo consumo de ração durante a fase inicial da gestação pode reduzir a fertilidade (SPOOLDER; GEUDEKE; VAN DER PEET-SCHWERING, 2009). Para que isso seja possível, o sistema de alimentação deve propiciar proteção contra disputas pelo alimento (LEVIS; CONNOR, 2013; CALVO, 2016).

Sistemas que permitam que os animais interajam fisicamente enquanto se alimentam são elencados como “competitivos” (LEVIS; CONNOR, 2013). A depender da forma como são manejados, esses sistemas podem proporcionar estresse crônico à matriz. Caso essa situação perdure por mais de dois dias pode haver regressão dos corpos lúteos e interrupção da gestação (PELTONIEMI; BLÖRKMAN; MAES, 2016). Nos sistemas de alojamento em baias coletivas há uma ampla variedade de sistemas de alimentação, competitivos e não competitivos. Esses últimos inclui o denominado *Electronic Sow Feeding System* (ESF), ou, em português, sistema eletrônico de alimentação de matrizes, também comumente denominado no Brasil como sistema de alimentação tipo túnel.

Comparado ao alojamento em celas de gestação, o sistema em baias coletivas com ESF tem demonstrado favorecer maior ganho de peso diário às matrizes. Na maternidade, não foram observadas diferenças para peso dos leitões e das leitegadas, bem como para duração do parto, número de leitões nascidos e desmamados, e porcentagem de natimortos e mumificados (JANG *et al.*, 2017). Entretanto, nas três primeiras partições, matrizes gestantes mantidas em baias coletivas com sistema ESF apresentaram mais injúrias de pele e tiveram maior taxa

de descarte comparadas às fêmeas mantidas em celas individuais (JANG *et al.*, 2017).

Entretanto, de acordo com Spoolder e Vermeer (2015), não existe um sistema de alimentação que seja considerado ideal para fêmeas alojadas em grupo. A preferência dependerá do grau de importância que é dado aos aspectos “mão-de-obra requerida para operação” e “nível de controle sobre a ingestão de ração e sobre as agressões”.

2.2.4 Alimentação

2.2.4.1 Produção da ração e forma física

Do ponto de vista técnico, a fabricação do alimento na granja é preferida por ser mais flexível de acordo com as necessidades específicas de cada rebanho, contudo, alimentos adquiridos prontos podem garantir uma melhor formulação ou prover assistência técnica por nutricionistas, ajudando a atender os requisitos nutricionais dos animais (GALANOPOULOS *et al.*, 2006).

Quanto à forma física da ração, a peletização aumenta a digestibilidade ileal do amido, dos aminoácidos e também da fibra no trato digestivo total (ROJAS; STEIN, 2017). A literatura comumente sugere que rações peletizadas, em detrimento às fareladas, melhoram o desempenho de suínos em crescimento e terminação (VUKMIROVIC *et al.*, 2017), contudo, para matrizes suínas, os efeitos da peletização sobre a digestibilidade de nutrientes parecem ser mais discretos do que aqueles verificados em suínos em crescimento (LE GALL *et al.*, 2009).

2.2.4.2 Quantidade de alimentações diárias

Matrizes gestantes alimentadas à vontade ao longo da gestação podem apresentar excesso de peso e de gordura corporal no momento do parto e, como consequência, apresentarão efeitos negativos sobre o consumo alimentar durante a lactação (GATTÁS *et al.*, 2015). Na prática, granjas brasileiras têm amplamente adotado o arraçoamento diário único ao longo de toda essa fase (CALLEGARI *et al.*, 2020), contudo, há autores que sugerem que, no final da

gestação, logo antes do parto, as matrizes sejam alimentadas com pelo menos três refeições diárias, a fim de fornecer energia suficiente para a efetivação correta do processo de parição (FEYERA *et al.*, 2018).

No que diz respeito à fase de lactação, as fêmeas devem consumir quantidades adequadas de ração que garantam sua manutenção e alta produção de leite. O baixo consumo de ração, nesta fase, resulta na mobilização das reservas corporais, causando inadequada condição corporal, falhas reprodutivas e redução do tempo de vida produtiva das fêmeas no rebanho (BLOEMHOF *et al.*, 2008). Uma forma de evitar problemas reprodutivos pós-lactação, devido à perda excessiva de peso durante a lactação, é a otimização do consumo de nutrientes pela matriz na maternidade (LESSKIU *et al.*, 2011), o que pode ser favorecido pelo estímulo ao consumo de alimento.

No entanto, os desafios para a garantia de elevados consumos de ração na lactação passam pelo calor, que, no caso do Brasil, é frequentemente presente durante a maior parte do ano (SILVA *et al.*, 2017). Neste sentido, as estratégias nutricionais podem representar alternativas para minimizar os efeitos negativos do estresse por calor. De acordo com Kraeling e Webel (2015), o ato de fornecer alimento às fêmeas várias vezes ao dia estimula os comportamentos de ingestão de alimento e água, além de urinar e defecar, otimizando seu desempenho. Assim, de acordo com os mesmos autores, permitir que a matriz lactante tenha acesso contínuo ao alimento reduz o intervalo desmame-estro e melhora o peso dos leitões ao desmame (Kraeling e Webel, 2015).

Nesse aspecto, Thingnes *et al.* (2012) compararam o efeito do fornecimento de ração *ad libitum* versus aumento gradual da quantidade ofertada durante a lactação sobre os parâmetros de desempenho. Para todas as matrizes (n = 148), a quantidade de alimento foi aumentada em 0,8 kg a cada dois dias para os primeiros nove-14 dias de lactação (dois tratos/dia na primeira semana e três tratos/dia na segunda semana). Após esse período metade dos animais continuaram no mesmo regime de alimentação até atingirem seu máximo consumo (ainda em 3 tratos/dia da terceira à quinta semanas) e a outra metade teve acesso *ad libitum* ao alimento até o final da lactação (em quatro tratos/dia da terceira à quinta semanas). Os autores não verificaram qualquer efeito da estratégia de alimentação sobre o ganho de peso e o peso da leitegada ao longo da lactação e ao desmame, contudo,

no grupo *ad libitum* 51% das matrizes recusaram o alimento em algum momento durante a lactação (contra 25% do outro grupo), fêmeas estas que apresentaram menor consumo de ração total e maior perda de peso na lactação que as fêmeas que não recusaram alimento (THINGNES *et al.*, 2012).

A estratégia de fornecer alimento várias vezes ao dia pode mitigar os efeitos prejudiciais do estresse térmico (KRAELING; WEBEL, 2015) e, devido ao melhor controle no fornecimento de ração, permite melhor ajuste entre o apetite das fêmeas e a quantidade de alimento ofertado (THINGNES *et al.*, 2012). Contudo, deve-se tomar cuidado para não restringir a alimentação da fêmea em qualquer momento da lactação, uma vez que isso pode aumentar o intervalo desmame-estro e reduzir a taxa de prenhez e o tamanho da leitegada (KRAELING; WEBEL, 2015).

Na fase de pós-desmame não é indicado reduzir o nível de ração ofertada para as matrizes, pois quanto mais leite produzido sem ser consumido, mais rápido a biossíntese na glândula mamária cessa. Sendo assim, recomenda-se fazer a separação dos leitões da matriz, mas manter esta com a ração de lactação até que ocorra secagem do leite (BERTECHINI, 2012).

2.2.4.3 Energia

A exigência de manutenção dos animais, independente da fase de produção, pode ser influenciada por fatores como temperatura ambiente, estresse, composição corporal e tamanho do grupo, entre outros. Segundo Oelke (2007), em condições de termoneutralidade matrizes gestantes utilizam mais de 60% da energia proveniente da dieta para manutenção.

As recomendações atuais de energia metabolizável para matrizes gestantes variam conforme ciclo produtivo, período de gestação, número de leitões e peso corporal. Para todas as categorias (seja para leitoa ou porca; seja entre 0 a 85 dias ou 86 a 115 dias de gestação, seja para 13, 14 ou 15 leitões; independente do peso corporal), são recomendadas 3150 kcal/kg de ração (ROSTAGNO *et al.* 2017). O que varia entre cada categoria é a ingestão diária em kcal, a qual depende da quantidade de ração fornecida/consumida.

A mobilização de gorduras corporais e reservas de proteínas durante a gestação está relacionada ao rendimento na produção de colostro (LOISEL *et al.*,

2013; DECALUWÉ *et al.*, 2014). Hansen *et al.* (2012) observaram que o balanço energético negativo nos últimos dias anteriores ao parto foram benéficos para a produção de leite. Segundo Cabral *et al.* (2016), o suprimento energético da fêmea gestante pode influenciar seu desempenho na lactação. Contudo, o excesso de energia pode acarretar escore de condição corporal acima do desejado ao parto, ocorrendo assim redução no consumo voluntário durante a lactação.

Na prática, a alimentação deve ser à vontade no período pré-cobertura e posteriormente a quantidade de ração ofertada deve ser ajustada conforme as diferentes fases da gestação para atender o crescimento de tecidos maternos, fetais e glândula mamária (DIAS *et al.*, 2011). Uma revisão sistemática de literatura identificou que há cada vez mais evidências de que a prática de restrição alimentar pós-inseminação não deve mais ser recomendada quando houver leitoas e matrizes de genótipos modernos altamente prolíficos no rebanho (LEAL *et al.*, 2019). De acordo com Domiciano *et al.* (2014), o fornecimento de energia para a fêmea gestante deve ser baseado na sua condição corporal ao final da lactação anterior. É desejável que as fêmeas sejam desmamadas e cobertas no escore próximo a 3 (em uma escala que varia de 1 a 5) e estejam com escore próximo a 4 no momento do parto (DIAS *et al.*, 2011).

Na fase de lactação, a matriz suína é capaz de produzir entre 7 a 12 kg de leite/dia (KIRKWOOD; THACKER, 2001). Como consequência, a fêmea utiliza suas reservas corporais, resultando em elevada perda de peso e, por esta razão a exigência energética na fase é maior em relação à gestação. A recomendação brasileira de energia metabolizável durante a lactação é de 3400 kcal/kg de ração (ROSTAGNO *et al.*, 2017), 250 kcal/kg de ração a mais em relação à fase de gestação.

A demanda metabólica, principalmente em fêmeas primíparas, tem aumentado, haja vista o crescente aumento do tamanho da leitegada e do número de leitões desmamados (SOBESTIANSKY *et al.*, 2012). Para manter uma adequada produção de leite, matrizes com grandes leitegadas optam por comer mais em detrimento a utilizar suas reservas corporais (GALIOT *et al.*, 2018). Contudo, é difícil favorecer um aumento do consumo de ração pela matriz a fim de compensar essas necessidades, resultando em perda excessiva de peso durante a lactação (SOBESTIANSKY *et al.*, 2012).

Maior ingestão de ração durante a lactação é associada ao aumento da sobrevivência embrionária no início da próxima gestação (BAIDOO *et al.*, 1992), assim como o alto nível de energia na dieta de lactação pode aumentar o tamanho da leitegada nascida e desmamada no parto subsequente, sugerindo-se que, além da alimentação a vontade, prover dieta de alta densidade energética (3728 kcal/kg de ração *versus* 3274 kcal/kg) às matrizes em lactação pode ser benéfico ao desempenho reprodutivo (KIRKWOOD *et al.*, 1988).

Ingredientes energéticos de alta densidade, como a gordura, podem ser incluídos em dietas de lactação para compensar a diminuição do apetite durante situações de estresse térmico (ROSETO *et al.*, 2012; KRAELING; WEBEL, 2015). Portanto, no que diz respeito à lactação, haja vista que o consumo de alimento por si só é um fator limitante para a matriz, rações com mais energia metabolizável poderiam amenizar a perda de escore corporal da fêmea durante a lactação, bem como o prejuízo no ciclo reprodutivo seguinte.

2.2.4.4 Composição nutricional das dietas

Na nutrição das matrizes em fase de gestação e lactação as exigências estão voltadas para atender as demandas de crescimento fetal, desenvolvimento da glândula mamária, produção de colostro e de leite, e de manutenção e ganho de peso das fêmeas (THEIL, 2015). A literatura é consistente em sugerir que a alimentação da matriz em quantidade e qualidade adequadas durante seu ciclo reprodutivo tem efeito benéfico sobre o peso dos leitões ao nascer, com reflexos sobre seu peso ao desmame (SOBESTIANSKY *et al.*, 2012).

Quanto às especificidades nutritivas das rações no período da gestação, as exigências de proteína/aminoácidos e energia são proporcionalmente baixas e aumentam devido à retenção desses nutrientes nos fetos, estruturas relacionadas à gestação e ao desenvolvimento da glândula mamária (OELKE, 2007). Segundo Silva (2010), no que diz respeito às exigências proteicas de manutenção da matriz gestante, estes requerimentos apresentam níveis com significativas oscilações, variando entre 50 a 133 g de proteína/dia. Essa variação pode estar relacionada com a massa proteica corporal da matriz, que também varia, demandando um programa de manejo alimentar identificado individualmente para

cada fêmea de acordo com sua condição corporal.

As recomendações atuais de proteína bruta para matrizes gestantes variam conforme os seguintes fatores: ciclo produtivo, período de gestação, número de leitões e peso corporal. Segundo Rostagno *et al.* (2017) as exigências são maiores no período entre 86 a 115 dias de gestação em relação ao período de 0 a 85 dias, independente dos outros fatores. Marrãs de 150 kg entre 0 a 85 dias de gestação (13 leitões) exigem maior quantidade de proteína bruta total (246 g/dia, 12,2% de proteína bruta na ração) em relação a porcas de 220 kg ou 260 kg (com 14 ou 15 leitões) no mesmo período gestacional. Já para marrãs com 190 kg de peso vivo, entre 86 a 115 dias de gestação, a exigência de proteína bruta é inferior à exigência para porcas no mesmo período gestacional (376 g/dia *versus* 387 g/dia e 402 g/dia), porém a recomendação de proteína bruta na ração é maior (16,9% *versus* 14,97% e 14,54%) (ROSTAGNO *et al.*, 2017).

Durante os dez dias que antecedem o parto o crescimento fetal é acelerado, correspondendo a quase um terço do ganho de peso total durante o período gestacional (NOBLET; LE DIVIDICH; BIKAWA, 1985). O crescimento fetal é importante para a sobrevivência dos leitões e para seu desempenho durante os períodos de lactação e pós-desmame (AKDAG; ARSLAN; DEMIR, 2009; CABRERA *et al.*, 2012). Um adequado desenvolvimento fetal demanda maior quantidade de proteínas e aminoácidos no período final da gestação (THEIL; LAURIDSEN; QUESNEL, 2014). Falhas no atendimento das exigências de aminoácidos durante a gestação podem comprometer o desempenho durante a própria gestação e, posteriormente, da leitegada durante a lactação (SILVA, 2010).

Entretanto, de acordo com Kim *et al.* (2013), de forma geral os programas convencionais de alimentação não fornecem quantidades suficientes de proteínas e minerais às matrizes no final da gestação, provocando catabolismo e insuficiência de nutrientes para o crescimento fetal e mamário. A insuficiência na produção de leite devido à condição catabólica afeta a saúde e o crescimento da leitegada (KIM *et al.*, 2013).

2.2.5 Biosseguridade

2.2.5.1 Idade e características gerais das instalações

À medida que as instalações tornaram-se mais velhas, mais ênfase deve ser dada aos reparos (MATTHIS, 2001) e também às questões relacionadas à biosseguridade, uma vez que a biosseguridade interna (relacionada com a redução da disseminação de patógenos já existentes) em geral é pior em granjas mais velhas (LAANEN *et al.*, 2013). É provável, por exemplo, que granjas mais antigas utilizem mais madeira em suas instalações, como paredes e divisórias entre baias. Por sua vez, esse material é propenso a sofrer degradação por fatores como umidade e exposição à luz solar (MARIÑO *et al.*, 2009), o que pode dificultar uma boa limpeza e desinfecção, comprometendo o status sanitário da granja e o desempenho dos animais (SILVA *et al.*, 2016).

Comparadas a matrizes mantidas em celas individuais, aquelas alojadas em grupo têm mais contato narina-narina e também contato oral com fezes e urina. Essa circunstância poderia intensificar a transmissão de patógenos, comprometendo as condições de saúde. Contudo, outros fatores também devem ser considerados nessa relação ambiente *versus* saúde. Por exemplo, com relação às doenças respiratórias, galpões com matrizes alojadas em grupo tem potencial de possuírem melhores condições de ventilação que aqueles com matrizes em celas individuais, provendo uma ligeira melhora na qualidade do ar (MAES; PLUYM; PELTONIEMI, 2016). Isso se deve à concepção arquitetônica dos galpões com baias coletivas, que potencializa as trocas convectivas de calor por meio da ventilação, e por se dispor de maior área por animal no alojamento coletivo (PANDORFI; SILVA; PIEDADE, 2008).

Nesse sentido, a ventilação nos galpões deve ser tal qual evite valores acima de 10 mg/m³ de poeira inalável e 25 ppm de amônia (HUMANE FARM ANIMAL CARE, 2006). A higiene na instalação é outro fator a ser considerado no que concerne à saúde das matrizes. Se as áreas para defecação e descanso são bem definidas e separadas, a higiene melhora e o contato oral com fezes diminui (MAES; PLUYM; PELTONIEMI, 2016).

2.2.5.2 Vacinação

Um programa de vacinação, quando bem empregado, auxilia no controle das enfermidades e melhora a qualidade sanitária do ambiente (CARON *et al.*, 2014). Não existe um programa de vacinação que possa ser recomendado para todas as granjas, pois este deve ser elaborado levando em conta os problemas sanitários e o manejo empregado na unidade, devendo este ser alterado de acordo com o surgimento de novas vacinas, em função de alterações no manejo ou devido às mudanças no padrão de ocorrência das enfermidades. É importante acompanhar os índices produtivos e conhecer bem a etiologia, a patogenia e a epidemiologia das enfermidades para utilizar todas as ferramentas possíveis (CARON; LOYOLA; MORÉS, 2012).

2.2.5.3 Desinfecção do ambiente e manejo *all-in all-out*

Agentes infecciosos que atinjam o feto podem resultar em leitões natimortos, mumificados e abortos (CHRISTIANSON, 1992). Os possíveis agentes primários incluem parvovírus suíno, vírus da pseudo-raiva e da Doença de Aujeszky, vírus Influenza A, *Leptospira* e *Brucella suis* (ALTHOUSE; KAUFFOLD; ROSSOW, 2019).

Infecções bacterianas do trato reprodutivo também podem ocasionar retornos regulares ao estro (SILVEIRA, 2007). No manejo *all-in all-out* a limpeza da sala de parto ocorre completamente de uma vez só. Isso proporciona uma redução simultânea e homogênea no nível de contaminação em todas as baias de parto/lactação (SKAMPARDONIS *et al.*, 2012), reduzindo a pressão de infecção no ambiente e a demanda imune dos animais.

Entretanto, granjas que empregam o manejo *all-in all-out* desmamam salas inteiras de maternidade de uma só vez. Dessa forma, segundo Knox *et al.* (2013), com o aumento da variação no dia do parto dentro da sala a idade ao desmame também se torna mais variável, e a probabilidade de falha reprodutiva aumenta à medida que alguns animais mais jovens são desmamados precocemente. Isso não é um problema para granjas que manejam as matrizes em fluxo contínuo, pois nesse caso há flexibilidade de vários eventos de desmame a

cada semana.

2.2.6 Rendimentos Produtivos

2.2.6.1 Leitões nascidos vivos e peso ao nascer

É natural que variações em alguns índices zootécnicos provoquem melhoras ou pioras em outros índices. Por exemplo, é esperado pressupor que um aumento na quantidade de leitões nascidos vivos por parto acarrete um aumento da quantidade de leitões desmamados. Contudo, nem mesmo as associações tidas como óbvias constituem uma regra invariável. Uma evidência disto é o fato de que nem sempre há influência do tamanho da leitegada ou do número de leitões nascidos vivos sobre o peso ao desmame (BEAULIEU *et al.*, 2010; VERMEULEN *et al.*, 2016).

Em contrapartida, o peso ao nascer já está bem estabelecido como fator de influência sobre o crescimento pós-natal, sendo que leitões nascidos leves têm menores pesos vivos ao longo de cada fase de produção comparados a leitões que nascem mais pesados (BEAULIEU *et al.*, 2010). Quanto maior o peso ao nascimento mais rapidamente o leitão irá acessar o úbere e mamar o colostro (CALDARA *et al.*, 2014). Maior peso ao nascimento e maior ingestão de colostro estão associados a maiores pesos no desmame e nas fases finais de crescimento e terminação, além de menores taxas de mortalidade pré-desmame e durante o período de creche (DECLERCK *et al.*, 2016).

2.2.6.2 Leitões natimortos

Boorges *et al.* (2008) identificaram que partos com ocorrência de natimortos apresentam leitegadas maiores. No estudo, partos com até um natimorto, assim como aqueles com dois ou mais natimortos, em comparação aos partos sem natimortos, representaram, respectivamente 12,3 *versus* 11,5 leitões e 14,4 *versus* 11,5 leitões (BOORGES *et al.*, 2008). Ou seja, a ocorrência de natimortos na leitegada poderia ser parcialmente compensada pelo fato dessas leitegadas serem maiores (considerando o total de nascidos) que aquelas sem natimortos.

2.2.6.3 Intervalo desmame-estro

Alguns índices zootécnicos possuem uma ampla gama de potenciais efeitos sobre diversas outras variáveis, ocorrendo um efeito de inter-relação entre elas, o que fica perceptível ao se analisar o índice “intervalo desmame-estro”. Algumas granjas, objetivando diminuir os dias não produtivos e aumentar os índices “partos por fêmea por ano” e “leitões desmamados por fêmea por ano”, podem adotar como aceitável um período muito curto de intervalo-desmame-estro, sobretudo para fêmeas jovens, que geralmente necessitam de intervalos maiores (STALDER *et al.*, 2012). Embora um intervalo desmame-estro mais curto esteja relacionado a mais leitões nascidos vivos (MUNSTERHJELM *et al.*, 2008), granjas com altos valores de leitões desmamados por fêmea por ano podem produzir muitos leitões refugos e com baixo peso ao nascer, incapazes de ingerir colostro em quantidade suficiente (KOKETSU; TANI; IIDA, 2017), situação que representa um problema de bem-estar animal.

2.2.6.4 Taxa de abortos

A ocorrência de abortos por si só aumenta os dias não produtivos das matrizes (IIDA; KOKETSU, 2015; IIDA; PIÑEIRO; KOKETSU, 2016). Além desse efeito direto, a ocorrência de abortos pode indicar que existem outros problemas reprodutivos na granja, podendo caracterizar-se como um preditor indireto do aumento dos dias não produtivos. Por exemplo, existe um risco maior de aborto para matrizes que retornam ao estro e são re-inseminadas (fator que aumenta os dias não produtivos), quando comparadas às matrizes prenhes na primeira cobertura (VARGAS *et al.*, 2009; IIDA; PIÑEIRO; KOKETSU, 2016).

2.2.6.5 Ciclo médio de descarte

De acordo com Garcia *et al.* (2016), a ordem de parto exerce grande influência sobre as fêmeas, sendo que os plantéis com maior número de matrizes entre a terceira e a quinta ordem de parto, e menor número de matrizes primíparas, apresentam maior produtividade e menores gastos com descarte e reposição (KOKETSU, 2005). A título de exemplo, as leitegadas provenientes de matrizes de

primeira ordem de parto são mais leves quando comparadas às leitegadas de matrizes de maiores ordens de parto (BIANCHI *et al.*, 2006; MILLER *et al.*, 2008). Ademais, a qualidade do leite e do colostro produzidos pelas matrizes de primeira parição é menor em relação à de matrizes de ordens de parto mais avançadas (BEYER *et al.*, 2007).

Nesse aspecto, o consumo do colostro está relacionado com a capacidade da matriz em produzi-lo, à capacidade do leitão em acessar o complexo mamário e o número de tetos da matriz (LE DIVIDICH; ROOKE; HERPIN, 2005; QUESNEL; FARMER; DEVILLERS, 2012). Machado *et al.* (2016) observaram que matrizes de terceira ordem de parto apresentaram maior rendimento de produção de colostro que matrizes de ordens de parto inferior. Os autores também obtiveram correlação positiva da produção de colostro com o peso da leitegada e a distância entre os tetos da matriz. Nesse sentido, Devillers *et al.* (2007) sugeriram que leitões mais pesados estimulam mais o úbere e, por conseguinte, leitegadas mais pesadas detém maior consumo de colostro.

Lesskiu e Brandt (2010) observaram que um ciclo médio de descarte de 6,3 partos estava dentro da normalidade e não teve repercussão negativa na produtividade. Contudo, a opção de manter ciclo médio de descarte elevado deve ser contrastada com um possível comprometimento na atualização genética do plantel e a conseqüente perda de rendimento produtivo.

2.2.6.6 Mortalidade de matrizes

O período periparto (quatro semanas antes a quatro semanas após o parto), sobretudo após o parto, tem mostrado concentrar a maioria das mortes de matrizes (IIDA; KOKETSU, 2014), ao redor de 70%, o que tem demandado modificações nas instalações (IIDA; KOKETSU, 2014; KOKETSU; IIDA, 2017). Matrizes que morrem durante a gestação perdem suas leitegadas, diminuindo assim a quantidade média de leitões desmamados por matriz. De forma similar, a morte de fêmeas durante o período de colostragem ou aleitamento ocasiona aumento do risco de leitões desmamados mais leves. Ademais, sendo que uma matriz permanece cerca de 75% de sua vida em gestação, é também altamente plausível considerar que a morte de matrizes é um fator importante na redução da taxa de parição.

3 REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, A. A. F.; VIANNA, W. L.; CARVALHO O L. F. O. S.; MORETTI, A. S. Causas de mortalidade de leitões neonatos em sistema intensivo de produção de suínos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, n. 2, p. 86-91, 2004.

AGOSTINI, P. S.; GASA, J.; MANZANILLA, E. G.; SILVA, C. A.; BLAS, C. Descriptive study of production factors affecting performance traits in growing-finishing pigs in Spain. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 2, p. 371-381, 2013.

AGRINESS. **Melhores da suinocultura Agriness: (2009-2010)**, 3 ed. Florianópolis: Agriness, 2010.

AGRINESS. **Melhores da suinocultura Agriness: (2013-2014)**, 7 ed. Florianópolis: Agriness, 2015.

AGRINESS. **Relatório anual do desempenho da produção de suínos: (2019)**, 12 ed. [S. l.]: Agriness, 2020.

AKDAG, F.; ARSLAN, S.; DEMIR, H. The effect of parity and litter size on birth weight and the effect of birth weight variations on weaning weight and pre-weaning survival in piglets. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, [S. l.], v. 8, p. 2133-2138, 2009.

ALTHOUSE, G. C.; KAUFFOLD, J.; ROSSOW, S. Diseases of the reproductive system. *In*: ZIMMERMAN, J. J.; KARRIKER, L. A.; RAMIREZ, A.; SCHWARTZ, K. J.; STEVENSON, G. W.; ZHANG, J. (Eds.). **Diseases of Swine**. 11 ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2019. p. 373-392.

AMARAL FILHA, W. S.; BERNARDI, M. L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Reproductive performance of gilts according to growth rate and backfat thickness at mating. **Animal Reproduction Science**, v. 121, p. 139–144, 2010.

AMERICAN VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION (AVMA). **Welfare Implications of teeth clipping, tail docking and permanent identification of piglets: literature review**, [S. l.], 2014. Disponível em: <https://www.avma.org/KB/Resources/LiteratureReviews/Pages/Welfare-implications-of-practices-performed-on-piglets.aspx>. Acesso em: 05 mai. 2020.

ANDERSEN, I. L.; HAUKVIK, I. A.; BØE, K. E. Drying and warming immediately after birth may reduce piglet mortality in loose-housed sows. **Animal**, v. 3, n. 4, p. 592-597, 2009.

ANDERSEN, I. L.; TAJET, G. M.; HAUKVIK, I. A.; KONGSRUD, S.; BØE, K. E. Relationship between postnatal piglet mortality, environmental factors and management around farrowing in herds with loose-housed lactating sows. **Acta Agriculturae Scandinavica Section A**, v. 57, p. 38-45, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). **Relatório anual 2020**. São Paulo: ABPA, 2020. 160 p.

AVERÓS, X.; BROSSARD, L.; DOURMAD, J. Y.; GREEF, K. H.; EDGE, H. L.; EDWARDS, S. A.; MEUNIER-SALAÜN, M. C. A meta-analysis of the combined effect of housing and environmental enrichment characteristics on the behaviour and performance of pigs. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 127, n. 3-4, p. 73-85, 2010.

BABOT, D.; CHAVEZ, E. R.; NOGUERA, J. L. The effect of age at the first mating and herd size on the lifetime productivity of sows. **Animal Research**, v. 52, p. 49-64, 2003.

BAIDOO, S. K.; AHERNE, F. X.; KIRKWOOD, R. N.; FOXCROFT, G. R. Effect of feed intake during lactation and after weaning on sow reproductive performance. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 72, p. 911-917, 1992.

BANHAZI, T. M.; SEEDORF, J.; RUTLEY, D. L.; PITCHFORD, W. S. Identification of risk factors for sub-optimal housing conditions in Australian piggeries: Part 2. airborne pollutants. **Journal of Agricultural Safety and Health**, v. 14, p. 21-39, 2008.

BARNETT, J. L.; HEMSWORTH, P. H.; CRONIN, G. M.; JONGMAN, E. C.; HUTSON, G. D. A review of the welfare issues for sows and piglets in relation to housing. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 52, p. 1-28, 2001.

BATAILLE, G.; RUGRAFF, Y.; MEUNIER-SALAÜN, M. C.; BREGEON, A.; PRUNIER, A. Conséquences comportementales, zootechniques et physiologiques de l'épointage des des chez le porcelet. **Journées de la Recherche Porcine France**, v. 34, p. 203-209, 2002.

BAXTER, E.; JARVIS, S.; SHERWOOD, L. ; FARISH, M.; ROEHE, R.; LAWRENCE, A. B.; EDWARDS, S. A. Genetic and environmental effects on piglet survival and maternal behaviour of the farrowing sow. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 130, p. 28-41, 2011.

BEAULIEU, A. D.; AALHUS, J. L.; WILLIAMS, N. H. ; PATIENCE, J. F. Impact of piglet birth weight, birth order and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality of pork. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 2767-2778, 2010.

BERTECHINI, G. A. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2012.

BEYER, M.; JENTSCH, W.; KUHLA, S.; WITTENBURG, H.; KREIENBRING, F.; SCHOLZE, H.; RUDOLPH, P.; METGES, C. Effects of dietary energy intake during gestation and lactation on milk yield and composition of first, second and fourth parity sows. **Archives of Animal Nutrition**, v. 61, n. 6, p. 452-468, 2007.

BIANCHI, I.; DESCHAMPS, J. C.; LUCIA JUNIOR, T.; CORRÊA, M. N.; VARELA JUNIOR, A. S.; FONTINELLI, E.; MEINCKE, W. Fatores de risco associados ao

desempenho de fêmeas suínas de primeiro e segundo partos durante a lactação. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 3, p. 351-355, 2006.

BIERHALS, T.; HEIM, G.; PIUCO, P.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Uso prático do manejo de uniformização de leitegadas. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 38 (Supl 1), p.s141-s157, 2010.

BLOEMHOF, S.; WAAIJ, E. H.; VAN DER MERKS, J. W. M.; KNOL, E. F. Sow line differences in heat stress tolerance expressed in reproductive performance traits. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 12, p. 3330-3337, 2008.

BOJNEC, Š.; LATRUFFE, L. Determinants of technical efficiency of Slovenian farms. **Post-Communist Economies**, v. 21, p. 117-124, 2009.

BONDE, M.; ROUSING, T.; BADSBURG, J. H.; SØRENSEN, J. D. Associations between lying-down behaviour problems and body condition, limb disorders and skin lesions of lactating sows housed in farrowing crates in commercial sow herds. **Livestock Production Science**, v. 87, p. 179-187, 2004.

BOORGES, V. F.; BERNARD, M. L.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Perfil de natimortalidade de acordo com ordem de nascimento, peso e sexo de leitões. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p. 1234-1240, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2018/19 a 2028/29 projeções de longo prazo / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. – Brasília: MAPA/ACE, 2019. 126 p.**

BRIDI, A. M. **Instalações e ambiência em produção animal**, [S. l.], 2006. Disponível em: http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/InstalacoeseAmbienciagemProducaoAnimal.pdf. Acesso em: 5 dez. 2019.

BROOKS, P. H.; SMITH, D. A. The effect of mating age on the reproductive performance, food utilization and live weight change of the female pig. **Livestock Production Science**, v. 7, p. 67-78, 1980.

CABRAL, O. N.; PROCESSI, E. F.; MATOS, M. B.; SOARES, R. T. R. N. Nutrição de matrizes e marrãs modernas. **Nutritime**, v. 13, n. 3, 2016.

CABRERA, R. A.; XI, L.; CAMPBELL, J. M.; MOESER, A. J.; ODLE, J. Influence of birth order, birth weight, colostrum and serum immunoglobulin G on neonatal piglet survival. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 3, n. 1, p. 42, 2012.

CALDARA, F. R.; SANTOS, L. S.; MACHADO, S. T.; MOI, M.; ALENCAR-NÄÄS, I.; FOPPA, L.; SANTOS, R. D. K. S. Piglets' surface temperature change at different weights at birth. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, n. 3, p. 431-438, 2014.

CALLEGARI, M. A.; PIEROZAN, C. R.; DIAS, C. P.; SOUZA, K. L.; FOPPA, L.;

GASA, J.; SILVA, C. A. Brazilian panorama of pig breeding sector: a cross-sectional study about specific aspects of biosecurity, facilities, management, feeding, and performance. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 2, p. 587-606, 2020.

CALVO, A. V. Estrategias para la adopción de gestación colectiva de cerdas reproductoras. *In*: PAZINATO, C.; CALVO, A. V. **Report: Estratégias do SVO e setor privado para adoção de gestação coletiva de matrizes suínas**. [S. l.]: [s. n.], 2016. p. 11-47.

CARON, L. F.; FERNANDES FILHO, T.; BEIRÃO, B. C. B.; INGBERMAN, M.; FÁVARO JÚNIOR, C. Vacinas e vacinações. *In*: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Produção de suínos: teoria e prática**. Brasília: ABCS, 2014. p. 212-225.

CARON, L.; LOYOLA, W.; MORÉS, N. Vacinação na Suinocultura. *In*: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE SUINOCULTURA, 5, 2012, Chapecó. **Anais [...]** [S. l.]: [s. n.], 2012.

CHANSOMBOON, C.; ELZO, M. A.; SUWANASOPEE, T.; KOONAWOOTRITTRIRON, S. Estimation of genetic parameters and trends for weaning-to-first service interval and litter traits in a commercial landrace-large white swine population in Northern Thailand. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 23, p. 543-555, 2010.

CHRISTIANSON, W. T. Stillbirths, mummies, abortions, and early embryonic death. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 8, p. 623-639, 1992.

COMPASSION IN WORLD FARMING. **Indoor free-farrowing systems for sows – practical options**, Godalming 2016. Disponível em: <https://www.compassioninfoodbusiness.com/resources/pigs/indoor-free-farrowing-systems-for-sows-practical-options/>. Acesso em: 16 dez. 2019.

CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. **Directiva 2008/120/CE do conselho de 18 de dezembro de 2008 relativa às normas mínimas de proteção de suínos (Versão codificada)**. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0120>. Acesso em: 10 mai. 2020.

CUNHA, E. C. P.; MENEZES, T. A.; BERNARDI, M. L.; MELLAGI, A. P. G.; ULGUIM, R. R.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Reproductive performance, offspring characteristics, and injury scores according to the housing system of gestating gilts. **Livestock Science**, v. 210, p. 59-67, 2018.

DALLANORA, D.; BIERHALS, T.; MAGNABOSCO, D. Manejo de colostro: fundamentos, importância e técnicas. *In*: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CARNE SUÍNA. **Produção de suínos: teoria e prática**, Brasília: ABCS, 2014. p. 488-492.

DECALUWÉ, R.; MAES, D.; WUYTS, B.; COOLS, A.; PIEPERS, S.; JANSSENS, G. P. J. Piglets' colostrum intake associates with daily weight gain and survival until weaning. **Livestock Science**, v. 162, p. 185-192, 2014.

DECLERCK, I.; DEWULF, J.; SARRAZIN, S.; MAES, D. Long-term effects of colostrum intake in piglet mortality and performance. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 4, p. 1633-1643, 2016.

DELBEM, A. C. B.; FREIRE, R. L.; SILVA, C. A.; MÜLLER, E. E.; DIAS, R. A.; FERREIRA NETO, J. S.; FREITAS, J. C. Fatores de risco associados à soropositividade para leptospirose em matrizes suínas. **Ciência Rural**, v. 34, n. 3, p. 847-852, 2004.

DEVILLERS, N.; FARMER, C.; LE DIVIDICH, J.; PRUNIER, A. Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. **Animal**, v. 1, n. 7, p. 1033-1041, 2007.

DIAS, A. C.; CARRARO, B. Z.; DALLANORA, D.; COSER, F. J.; MACHADO, G. S.; MACHADO, I. P.; ROHR, S. **Manual brasileiro de boas práticas agropecuárias na produção de suínos**. Brasília: ABCS; MAPA; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. 140 p.

DIAS, C. P.; SILVA, C. A.; FOPPA, L.; CALLEGARI, M. A.; PIEROZAN, C. R. Panorama brasileiro do bem-estar de suínos. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 16, (Ed Esp 1):e161101, 2018.

DIAS, C. P.; SILVA, C. A.; MANTECA, X. **Bem-estar dos suínos**. Londrina: Midiograf, 2014. 403 p.

DIAS, C. P.; SILVA, C. A.; MANTECA, X. The Brazilian pig industry can adopt european welfare standards: a critical analysis. **Ciência Rural**, v. 46, p. 1079-1086, 2015.

DIAZ, I. D. P. S. M.; NASCIMENTO, J. D. Genética quantitativa e seleção assistida por marcadores. *In*: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CARNE SUÍNA. **Produção de suínos: teoria e prática**, Brasília: ABCS, 2014. p. 72-83.

DOMICIANO, L. F.; LEITE JUNIOR, J. C.; MARÇAL, T. M.; BARBOSA, S. A. P. V.; DOMICIANO, I. R.; CARVALHO, P.; OLIVEIRA, G. Terço final da gestação suína: utilizar ou não uma dieta diferenciada. **PUBVET**, v. 8, n. 9, p. 975-1135, 2014.

EK, J. M.; SEGURA, J. C.; ALZINA, A. L. Effect of environmental factor on some litter traits of sows in the tropics Mexican. **Revista MVZ Córdoba**, v. 21, p. 5102-5111, 2016.

EK-MEX, J. E.; ALZINA-LÓPEZ, A.; REYES-GONZÁLEZ, E.; SEGURA-CORREA, J. C. Environmental factors associated with lifetime nonproductive days of sows in the Mexican tropics. **Journal MVZ Cordoba**, v. 25, n. 1, e1615, 2020.

EK-MEX, J. E.; SEGURA-CORREA, J. C.; BATISTA-GARCIA, L.; ALZINA-LÓPEZ A. Factores ambientales que afectan los componentes de producción y productividad durante la vida de las cerdas. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 17, p. 447-462, 2014.

ELIASSON, L.; RYDHMER, S.; EINARSSON, S.; ANDERSSON, K. Relationships between puberty and production traits in the gilt. 1. Age at puberty. **Animal**

Reproduction Science, v. 25, p. 143-154, 1991.

ESTIENNE, M. J.; HORSLEY, B. R.; HARPER, A. F. Case study: effects of resection of pig needle teeth on pig and sow injuries and pre-weaning pig performance. **The Professional Animal Scientist**, v. 19, p. 68-71, 2003.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Animal health and welfare aspects of different housing and husbandry systems for adult breeding boars, pregnant, farrowing sows and unweaned piglets. **EFSA Journal**, v. 572, p. 1-13, 2007.

FACCIN, J. E.; ALLERSON, M. W.; WOODWORTH, J. C.; DEROUCHÉY, J. M.; TOKACH, M. D.; DRITZ, S. S.; GOODBAND, R. D. Effects of weaning age and antibiotic use on pig performance in a commercial system. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**: v. 5, n. 8, p. 1-6, 2019.

FACCIN, J. E. G.; LASKOSKI, F.; HERNIG, L. F.; KUMMER, R.; LIMA, G. F. R.; ORLANDO, U. A. D.; GONÇALVES, M. A. D.; MELLAGI, A. P. G.; ULGUIM, R. R.; BORTOLOZZO, F. P. Impact of increasing weaning age on pig performance and belly nosing prevalence in a commercial multisite production system. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 4, 2020. Não paginado.

FACCIN, J. E. G.; LASKOSKI, F.; LESSKIU, P. E.; PASCHOAL, A. F. L.; MALLMANN, A. L.; BERNARDI, M. L.; MELLAGI, A. P. G.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Reproductive performance, retention rate, and age at the third parity according to growth rate and age at first mating in the gilts with a modern genotype. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 45, pub.1452, 2017.

FEYERA, T.; PEDERSEN, T. F.; KROGH, U.; FOLDAGER, L.; THEIL, P. K. Impact of sow energy status during farrowing on farrowing kinetics, frequency of stillborn piglets, and farrowing assistance. **Journal of Animal Science**, v. 96, n. 6, p. 2320-2331, 2018.

FOPPA, L.; CALDARA, F. R.; MACHADO, S. P.; MOURA, R.; SANTOS, R. K. S.; NÄÄS, I. A.; GARCIA, R. G. Enriquecimento ambiental e comportamento de suínos: revisão. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 8, p. 1-7, 2014.

FURTADO, C. S. D.; MELLAGI, A. P. G.; CYPRIANO, C. R.; BERNARDI, M. L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Fatores não infecciosos que influenciam o desempenho de leitões lactentes. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 35, S47-S55, 2007.

GALANOPOULOS, K.; AGGELOPOULOS, S.; KAMENIDOU, I.; MATTAS, K. Assessing the effects of managerial and production practices on the efficiency of commercial pig farming. **Agricultural Systems**, v. 88, p. 125-141, 2006.

GALIOT, L.; LACHANCE, I.; LAFOREST, J-P.; GUAY, F. Modelling piglet growth and mortality on commercial hog farms using variables describing individual animals, litters, sows and management factors. **Animal Reproduction Science**, v. 188, p. 57-65, 2018.

GALLOIS, M.; LE COZLER, Y.; PRUNIER, A. Influence of tooth resection in piglets on welfare and performance. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 69, p. 13-23, 2005.

GARCIA, A. M. L.; KIEFER, C.; SOUZA, K. M. R.; ROCHA, G. C.; SILVA, C. M.; ALENCAR, S. A. S.; RODRIGUES, G. P. Desempenho de porcas lactantes em função da ordem de parto. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, n. 1, p. 62-67, 2016.

GATTÁS, G.; GARBOSSA, C. A. P.; RESENDE, M.; CANTARELLI, V. S. Atualização das exigências de aminoácidos na nutrição de matrizes. *In: REUNIÃO DO CBNA – CONGRESSO SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS*, 29, 2015, São Pedro. **Anais [...]** São Pedro: CBNA, 2015.

GENTILINI, F.; DALLANORA, D.; PEIXOTO, C.; BERNARDI, M.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. Produtividade de leitoas alojadas em gaiolas individuais ou baias coletivas durante a gestação. **Archives of Veterinary Science**, v. 8, n. 2, 2003.

HANSEN, A. V.; LAURIDSEN, C.; SORENSEN, M. T.; BACH KNUDSEN, K. E.; THEIL, P. K. Effects of nutrient supply, plasma metabolites, and nutritional status of sows during transition on performance in the next lactation. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 2, p. 466-480, 2012.

HARRIS, M. J.; PAJOR, E. A.; SORRELLS, A. D.; EICHER, S. D.; RICHERT, B. T.; MARCHANT-FORDE, J. N. Effects of stall or small group gestation housing in the production, health and behaviour of gilts. **Livestock Science**, v. 102, p. 171-179, 2006.

HAY, M.; VULIN, A.; GÉNIN, S.; SALES, P.; PRUNIER, A. Assessment of pain induced by castration in piglets: behavioral and physiological responses over the subsequent 5 days. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 82, p. 201-218, 2003.

HERSKIN, M. S.; HOLM, B.; WAAG, R.; THODBERG, K.; JENSEN H. E. Effects of pig tail docking and docking length on the formation of neuromas. *In: BENZON SYMPOSIUM ACUTE PAIN*, 57, 2010, Copenhagen. **Proceedings [...]** Copenhagen: Benzon Foundation, 2010. p. 9-10.

HIDIROGLOU, M.; BATRA, T. R.; FARNWORTH, E. R.; MARKHAM, F. Effect of vitamin E supplementation on immune status and α -tocopherol in plasma of piglets. **Reproduction Nutrition Development**, v. 35, p. 443-450, 1995.

HUMANE FARM ANIMAL CARE. **Padrões para cuidados dos animais**: suínos. Herndon: Humane Farm Animal Care, 2006. 17 p.

IIDA, R.; KOKETSU, Y. Climatic factors associated with abortion occurrences in Japanese commercial pig herds. **Animal Reproduction Science**, v. 157, p. 78-86, 2015.

IIDA, R.; KOKETSU, Y. Climatic factors associated with peripartum pig deaths during hot and humid or cold seasons. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 115, p. 166-172, 2014.

IIDA, R.; PIÑEIRO, C.; KOKETSU, Y. Abortion occurrence, repeatability and factors associated with abortions in female pigs in commercial herds. **Livestock Science**, v. 185, p. 131-135, 2016.

JANG, J. C.; HONG, J. S.; JIN, S. S.; KIM, Y. Y. Comparing gestating sows housing between electronic sow feeding system and a conventional stall over three consecutive parities. **Livestock Science**, v. 199, p. 37-45, 2017.

JANG, J. C.; JUNG, S. W.; JUIN, S. S.; OHH, S. J.; KIM, J. E.; KIM, Y. Y. The effects of gilts housed either in group with the electronic sow feeding system or conventional stall. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 28, p. 1512-1518, 2015.

JARVIS, S.; D'EATH, R. B.; ROBSON, S. K.; LAWRENCE, A. B. The effect of confinement during lactation on the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and behaviour of primiparous sows. **Physiology & Behavior**, v. 87, n. 2, p. 345-352, 2006.

JOAB, M. Determining the optimal age of breeding gilts and its impact on lifetime performance - literature review. **Acta Agraria Debreceniensis**, v. 1, p. 15-20, 2019.

JOHANSEN, M.; ALBAN, L.; KJÆRSGÅRD, H. D.; BÆKBO, P. Factors associated with suckling piglet average daily gain. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 63, p. 91-102, 2004.

KAPELL, D. N. R. G.; ASHWORTH, C. J.; KNAP, P. W.; ROEHE, R. Genetic parameters for piglet survival, litter size and birth weight or its variation within litter in sire and dam lines using Bayesian analysis. **Livestock Science**, v. 135, p. 215-224, 2011.

KILBRIDE, A. L.; MENDEL, M.; STATHAM, P.; HELD, S.; HARRIS, M.; COOPER, S.; GREEN, L. E. A cohort study of preweaning piglet mortality and farrowing accommodation on 112 commercial pig farms in England. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 104, p. 281-291, 2012.

KING, V. L.; KOKETSU, Y.; REEVES, D.; XUE, J. L.; DIAL, G. D. Management factors associated with swine breeding-herd productivity in the United States. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 35, n. 4, p. 255-64, 1998.

KIRKWOOD, R. N.; MITARU, B. N.; GOONERATNE, A. D.; BLAIR, R.; THACKER, P. A. The influence of dietary energy intake during successive lactations on sow prolificacy. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 68, p. 283-290, 1988.

KIRKWOOD, R. N.; THACKER, P. A. **Feeding and management of the sow during lactation**, [S. I.], 2001. Disponível em: http://www.agr.gov.sk.ca/DOCS/livestock/pork/production_information/. Acesso em: 6 nov. 2019.

KNOX, R. Getting to 30 pigs weaned/sow/year. *In*: SWINE CONFERENCE – PRODUCTION AT THE LEADING EDGE, 5, 2005, London. **Proceedings** [...] London: J.M. Murphy, 2005. p. 47-59.

KNOX, R. V.; RODRIGUEZ ZAS, S. L.; SLOTER, N. L.; McNAMARA, K. A.; GALL, T. J.; LEVIS, D. G.; SAFRANSKI, T. J.; SINGLETON, W. L. An analysis of survey data by size of the breeding herd for the reproductive management practices of North American sow farms. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 1, p. 433-445, 2013.

KOKETSU, Y.; DIAL, G. D. Factors influencing the postweaning reproductive performance of sows on commercial farms. **Theriogenology**, v. 47, n. 7, p. 1445-1461, 1997.

KOKETSU, Y.; DIAL, G. D.; PETTIGREW, J. E.; KING, V. L. Feed intake pattern during lactation and subsequent reproductive performance of sows. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 12, p. 2875-2884, 1996.

KOKETSU, Y.; IIDA, R. Sow housing associated with reproductive performance in breeding herds. **Molecular Reproduction and Development**, v. 84, p. 979-986, 2017.

KOKETSU, Y., TANI, S., IIDA, R. Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. **Porcine Health Management**, v. 3, n. 1, 2017. Não paginado.

KOKETSU, Y. Within-farm variability in age structure of breeding-female pigs and reproductive performance on commercial swine breeding farms. **Theriogenology**, v. 63, p. 1256-1265, 2005.

KOLLER, F. L.; BOROWSKI, S. M.; ASANOME, W.; HEIN, G.; LAGEMANN, F. L.; DRIEMEIER, D.; BARCELLOS, D. E. S. N. Abscessos dentários periapicais em leitões com síndrome multissistêmica do definhamento. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 28, p. 271-274, 2008.

KRAELING, R. R.; WEBEL, S. K. Current strategies for reproductive management of gilts and sows in North America. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 6, n. 3, 2015. Não paginado.

LAANEN, M.; PERSOONS, D.; RIBBENS, S.; JONG, E.; CALLENS, B.; STRUBBE, M.; MAES, D.; DEWULF, J. Relationship between biosecurity and production/antimicrobial treatment characteristics in pig herds. **The Veterinary Journal**, v. 198, p. 508-512, 2013.

LEAL, D. F.; MURO, B. B. D.; NICHI, M.; ALMOND, G. W.; VIANA, C. H. C.; VIOTI, G.; CARNEVALE, R. F.; GARBOSSA, C. A. P. Effects of post-insemination energy content of feed on embryonic survival in pigs: A systematic review. **Animal Reproduction Science**, v. 205, p. 70-77, 2019.

LE DIVIDICH, J.; ROOKE, J. A.; HERPIN, P. Nutritional and immunological importance of colostrum for the newborn pig. **Journal of Agricultural Science**, v. 143, n. 6, p. 469-485, 2005.

LEE, S.; KIM, H. Creep feeding improves growth performance of suckling piglets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47, e20170081, 2018.

LE GALL, M.; WARPECHOWSKI, M.; JAGUELIN-PEYRAUD, Y.; NOBLET, J. Influence of dietary fibre level and pelleting on the digestibility of energy and nutrients in growing pigs and adult sows. **Animal**, v. 3, p. 352-359, 2009.

LESSKIU, P. E.; BRANDT, G. Novidades no manejo de leitoas. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 38, p. 105-120, 2010. Supl.1.

LESSKIU, P. E.; GONÇALVES, M. A.; BRANDT, G.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Descarte de fêmeas jovens: racionalização das políticas de descarte e seus impactos sobre a produtividade do plantel. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA. PRODUÇÃO, REPRODUÇÃO E SANIDADE SUÍNA, 6, 2011, Porto Alegre. **Anais [...]** Porto Alegre: [s. n.], 2011. p. 139-161.

LEVIS, D. G.; CONNOR, L. **Group housing systems**: choices and designs. Des Moines: National Pork Board, 2013. 13 p.

LEWIS, C. R. G.; BUNTER, L. Body development in sows, feed intake and maternal capacity. Part 1: performance, pre-breeding and lactation feed intake traits of primiparous sows. **Animal**, v. 5, p. 1843-1854, 2011.

LEWIS, E.; BOYLE, L. A.; LYNCH, P. B.; BROPHY, P.; O'DOHERTY, J. V. The effect of two teeth resection procedures on the welfare of piglets in farrowing crates. Part 1. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 90, p. 233-29, 2005.

LIMA, A. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; FERNANDES, H. C.; CAMPOS, P. H. R. F.; ANTUNES, M. V. L. Resfriamento do piso da maternidade para porcas em lactação no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 4, p. 804-811, 2011.

LOISEL, F.; FARMER, C.; RAMAEKERS, P.; QUESNEL, H. Effects of high fiber intake during late pregnancy on sow physiology, colostrum production, and piglet performance. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 11, p. 5269-5279, 2013.

MACHADO, A. P.; OTTO, M. A.; BERNARDI, M. L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Factors influencing colostrum yield by sows. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 3, p. 553-561, 2016.

MADEIRA, J. G. P.; FIGUEIREDO, A. V.; AZEVÊDO, D. M. M. R.; COSTA, A. P. R. Utilização de nebulização e ventilação forçada em maternidade de suínos. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 8, n. 1, 2009. Não paginado.

MAES, D.; PLUYM, L.; PELTONIEMI, O. Impact of group housing of pregnant sows on health. **Porcine Health Management**, v. 2, n. 17, 2016. Não paginado.

MAGNABOSCO, D.; CUNHA, E. C. P.; BERNARDI, M. L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Effects of age and growth rate at onset of boar exposure on oestrus manifestation and first farrowing performance of Landracexlarge white gilts. **Livestock Science**, v. 169, p. 180-184, 2014.

MALMKVIST, J.; PEDERSEN, L. J.; DAMGAARD, B. M.; THODBERG, K.; JØRGENSEN, E.; LABOURIAU, R. Does floor heating around parturition affect the

vitality of piglets born to loose housed sows?. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 99, p. 88-105, 2006.

MAŁOPOLSKA, M. M.; TUZ, R.; LAMBERT, B. D.; NOWICKI, J.; SCHWARZ, T. The replacement gilt: current strategies for improvement of the breeding herd. **Journal of Swine Health and Production**, v. 26, p. 208-214, 2018.

MARANTIDIS, A.; PAPADOPOULOS, A. I.; MICHAELIDISA, G.; AVDIA, M. Association of BF gene polymorphism with litter size in a commercial pig cross population. **Animal Reproduction Science**, v. 141, n. 1, p. 75-79, 2013.

MARCHANT-FORDE, J. N. **Housing and welfare of sow during gestation**. West Lafayette: [s. n.], 2010. 3 p.

MARCHANT-FORDE, J. N.; LAY Jr, D. C.; MCMUNN, K. A.; CHENG, H. W., PAJOR, E. A.; MARCHANT-FORDE, R. M. Postnatal piglet husbandry practices and well-being: the effects of alternative techniques delivered in combination. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 3, p. 1150-1160, 2014.

MARIÑO, R. A.; CARREIRA, X. C.; FERNÁNDEZ, M. E.; FERNANDEZ-RODRIGUES, C. Durability of timber structures in agricultural and livestock buildings. **Biosystems Engineering**, v. 104, p. 152-160, 2009.

MATTHIS, S. **Repair and maintenance of the swine operation**. Forty-fifth Annual North Carolina Pork Conference, [S. l.], 2001. Disponível em: https://projects.ncsu.edu/project/swine_extension/ncporkconf/2001/matthis.htm. Acesso em: 10 jan. 2020.

McGLONE, J. J.; VON BORELL, H.; DEEN, J.; JOHNSON, A. K.; LEVIS, D. G.; MEUNIER-SALAÜN, M.; MORROW, J.; REEVES, D.; SALAK-JOHNSON, J. L.; SUNDBERG, P. L. Review: compilation of the scientific literature comparing housing systems for gestating sows and gilts using measures of physiology, behavior, performance, and health. **The Professional Animal Scientist**, v. 20, n. 2, p. 105-117, 2004.

MELCHIOR, R.; ZANELLA, I.; LOVATTO, P. A.; LEHNEN, P. R.; LANFERDINI, E.; ANDREATTA, I. Meta-analysis on the relationship among feeding characteristics, salivary cortisol levels, and performance of pregnant sows housed in different systems. **Livestock Science**, v. 150, p. 310-315, 2012.

MERKS, J.; DUCRO-STEVERINK, D.; FEITSMA, H. Management and genetic factors affecting fertility in sows. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 35, p. 261-266, 2000.

MILLER, Y. J.; COLLINS, A. M.; SMITS, R. J.; EMERY, D.; BEGG, D.; HOLYOAKE, P. K. **Improving the performance of the progeny of gilt**, [S. l.], 2008. Disponível em: http://www.porkcrc.com.au/2D-101_Final_report_0811.pdf. Acesso em: 5 ago. 2019.

MORES, N.; SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; MORENO, A. M. Manejo do leitão desde o nascimento até o abate. *In*: MORES, N.; SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.;

MORENO, A. M. (Eds.). **Suinocultura intensiva**: produção, manejo e saúde do rebanho, Brasília: Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa-CNPSa, 1998. p.135-162.

MORISE, A.; SÈVE, B.; MACÉ, K.; MAGLIOLA, C.; LE HUËROU-LURON, I.; LOUVEAU, I. Growth, body composition and hormonal status of growing pigs exhibiting a normal or small weight at birth and exposed to a neonatal diet enriched in proteins. **British Journal of Nutrition**, v. 105, n. 10, p. 1471-1479, 2011.

MUNS, R.; NUNTAPAITOON, M.; TUMMARUK, P. Non-infectious causes of pre-weaning mortality in piglets. **Livestock Science**, v. 184, p. 46-57, 2016.

MUNSTERHJELM, C.; VALROS, A.; HEINONEN, M.; HÄLLI, O.; PELTONIEMI, O. A. Housing during early pregnancy affects fertility and behaviour of sows. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 43, p. 584-591, 2008.

NÄÄS, I. A.; CALDARA, F. R.; CORDEIRO, A. F. S. Conceitos de ambiência na definição de instalações em suinocultura. *In*: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Produção de suínos**: teoria e prática. Brasília: ABCS, 2014. p. 878-884.

NÄÄS, I. A.; JUSTINO, E. Sistemas de climatização parcial e total em granjas de suínos. *In*: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CARNE SUÍNA. **Produção de suínos**: teoria e prática. Brasília: ABCS, 2014. p. 896-905.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of swine**. 11 ed., Washington, D. C.: National Academic Press, 2012.

NOBLET, J.; LE DIVIDICH, J.; BIKAWA, T. Interaction between energy level in the diet and environmental temperature of the utilization of energy on growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 61, n. 2, p. 452-459, 1985.

NOTTAR, E. **Avaliação de causas infecciosas de baixo desenvolvimento em suínos nas fases de recria e terminação**. 2007. Dissertação (Mestrado Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

NOVAIS, A. K.; SILVA, C. A.; SANTOS, R. K. S.; DIAS, C. P.; CALLEGARI, M. A.; OLIVEIRA, E. R. The effect of supplementing sow and piglet diets with different forms of iron. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 10, p. 615-621, 2016.

OELKE, A. C. **Níveis de lisina digestível em dietas de fêmeas suínas primíparas em lactação**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

OLIVIERO, C.; HEINONEN, M.; VALROS, A.; HÄLLI, O.; PELTONIEMI, O. A. T. Effect of the environment on the physiology of the sow during late pregnancy, farrowing and early lactation. **Animal Reproduction Science**, v. 105, p. 365-377, 2008

PANDORFI, H.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. S. Conforto térmico para matrizes suínas em fase de gestação, alojadas em baias individuais e coletivas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 3, p. 326-332, 2008.

PANG, Z.; LI, B.; XIN, H.; XI, L.; CAO, W.; WANG, C.; LI, W. Field evaluation of a water-cooled cover for cooling sows in hot and humid climates. **Biosystems Engineering**, v. 110, n. 4, p. 413-420, 2011.

PANZARDI, A.; BERNARDI, M. L.; MELLAGI, A. P. ; BIERHALS, T.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Newborn piglet traits associated with survival and growth performance until weaning. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 110, p. 206-213, 2013.

PANZARDI, A.; MARQUES, B. M. F. P. P.; HEIM, G.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Fatores que influenciam o peso do leitão ao nascimento. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, p. s49-s60, 2009. Supl 1.

PAPADOPOULOS, A.; VANDERHAEGHE, C.; JANSSENS, G. P. J.; DEWULF, J.; MAES, D. G. D. G. Risk factors associated with postpartum dysgalactia syndrome in sows. **The Veterinary Journal**, v. 184, n. 2, p. 167-171, 2010.

PELTONIEMI, O.; BLÖRKMAN, S.; MAES, D. Reproduction of group-housed sows. **Porcine Health Management**, v. 2, n. 15, 2016. Não paginado.

PENG, J. J.; SOMES, S. A.; ROZEBOOM, D. W. Effect of system of feeding and watering on performance of lactating sows. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 853-860, 2007.

PIC. **Sow & gilt management manual**. Hendersonville: PIC®, 2015.

PIFFER, I. A.; PEDOMO, C. C.; SOBESTIANSKY, J. Efeito dos fatores ambientais na ocorrência de doenças. *In*: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S.; SESTI, L. A. C. **Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho**. Brasília: Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa-CNPSo, 1998. p. 255-274.

PORK CHECKOFF. **World per capita pork consumption**, [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.pork.org/facts/stats/u-s-pork-exports/world-per-capita-pork-consumption/>. Acesso em: 10 mai. 2020.

QUESNEL, H.; FARMER, C.; DEVILLERS, N. Colostrum intake: influence on piglet performance and factors of variation. **Livestock Science**, v. 146, n. 1, p. 105-114, 2012.

RICCI, G. D. **Aparecimento de lesões decorrentes do desgaste ou não de dentes de leitões na maternidade**: efeitos no comportamento e desempenho de suínos em diferentes fases da produção. 2015. 80 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

RIVA, M. L.; PIASSA, M. M. Avaliação dos índices produtivos de leitões na desmama com introdução de ração aos 7 e aos 12 dias de vida. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária FAG**, v. 1, n. 1, 2018. Não paginado.

ROHR, S. A.; DALLA COSTA, O. A.; DALLA COSTA, F. A. **Bem-estar animal na produção de suínos**: toda a granja. Brasília: ABCS, SEBRAE, 2016. 38 p.

ROJAS, O. J.; STEIN, H. H. Processing of ingredients and diets and effects on nutritional value for pigs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 8, p. 1-13, 2017.

ROSETO, D. S.; VAN HEUGTEN, E.; ODLE, J.; CABRERA, R.; ARELLANO, C.; BOYD, R. D. Sow and litter response to supplemental dietary fat in lactation diets during high ambient temperatures. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 2, p. 550-559, 2012.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I.; DONZELE, J. L.; SAKOMURA, N. K.; PERAZZO, F. G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M. L.; RODRIGUES, P. B.; OLIVEIRA, R. F.; BARRETO, S. L. T.; BRITO, C. O. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**, 7 ed. Viçosa: Departamento de Zootecnia, UFV, 2017. 488 p.

ROSVOLD, E. M.; KIELLAND, C.; OCEPEK, M.; FRAMSTAD, T.; FREDRIKSEN, B.; ANDERSEN-RANBERG, I.; NÆES, G.; ANDERSEN, I. L. Management routines influencing piglet survival in loose-housed sow herds. **Livestock Science**, v. 196, p. 1-6, 2017.

ROZEBOOM, D. W.; PETTIGREW, J. E.; MOSER, R. L.; CORNELIUS, S. G.; EL KANDELGY, S. M. Influence of gilt age and body composition at first breeding on sow reproductive performance and longevity. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 138-150, 1996.

SANTOS, P. A. **Qualidade do ar, conforto térmico e desempenho de frango de corte em dois sistemas de aquecimento e de ventilação**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

SILVA, B. A. N.; NOBLET, J.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; PRIMOT, Y.; GOURDINE, J. L.; RENAUDEAU, D. Effects of dietary protein level and amino acid supplementation on performance of mixed-parity lactating sow in a tropical humid climate. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 4003-4012, 2009a.

SILVA, B. A. N. Nutrição de fêmeas suínas de alta performance reprodutiva nos trópicos. **Suínos & Cia**, ano 6, n. 37, p. 10-35, 2010.

SILVA, B. A. N.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; FERNANDES, H. C.; LIMA, A. L.; RENAUDEAU, D.; NOBLET, J. Effect of floor cooling and dietary amino acids content on performance and behaviour of lactating primiparous sows during summer. **Livestock Science**, v. 120, p. 25-34, 2009b.

SILVA, C. A.; AGOSTINI, P. S.; CALLEGARI, M. A.; SANTOS, R. K. S.; NOVAIS, A. K.; PIEROZAN, C. R.; PEREIRA JUNIOR, M.; ALVES, J. B.; GASÓ, J. G. Fatores que afetam o desempenho de suínos nas fases de crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 1780-1788, 2016.

SILVA, C. A.; AGOSTINI, P. S.; DIAS, C. P.; CALLEGARI, M. A.; SANTOS, R. K. S.; NOVAIS, A. K.; PIEROZAN, C. R.; GASÓ, J. G. Characterization and influence of production factors on growing and finishing pig farms in Brazilian cooperatives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 3, p. 264-272, 2017.

SILVA, C. A.; AGOSTINI, P. S.; GASA, J. Uso de modelos matemáticos para analisar a influência de fatores de produção sobre a mortalidade e desempenho de suínos de terminação. *In*: BARCELLOS, D. E.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I.; BERNARDI, M. L. (Eds.). **Avanços em sanidade, produção e reprodução de suínos**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. p. 267-284.

SILVEIRA, P. R. S. Fatores que interferem na taxa de parição em rebanhos suínos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, p. 32-37, 2007.

SKAMPARDONIS, V.; SOTIRAKI, S.; KOSTOULAS, P.; LEONTIDES, L. Factors associated with the occurrence and level of *Isospora suis* oocyst excretion in nursing piglets of Greek farrow-to-finish herds. **BMC Veterinary Research**, v. 8, n. 228, 2012.

SOBESTIANSKY, J.; ZANELLA, E.; SILVEIRA, P. R. S.; SCHEID, I. Falhas reprodutivas. *In*: SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D. (Eds.), **Doenças dos Suínos**, Goiânia: Cãnone Editorial, 2012. p. 647-692.

SOEDE, N. M.; KEMP, B. Best practices in the lactating and weaned sow to optimize reproductive physiology and performance. *In*: FARMER, C. **The gestating and lactating sow**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2015. p. 377-407.

LÓPEZ-VERGÉ, S.; GASA, J.; COMA, J.; BONET, J.; SOLÀ-ORÍOL, D. Effect of lactation length caused by the management production system on piglet performance until slaughter. **Livestock Science**, v. 224, p. 26-30, 2019.

SPOOLDER, H. A. M.; GEUDEKE, M. J.; VAN DER PEET-SCHWERING, C. M. C.; SOEDE, N. M. Group housing of sows in early pregnancy: a review of success and risk factors. **Livestock Science**, v. 125, p. 1-14, 2009.

SPOOLDER, H. A. M.; VERMEER, H. M. Gestation group housing of sows. *In*: FARMER, C. **The gestating and lactating sow**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2015. p. 47-71.

STALDER, K.; D'ALLAIRE, S.; DROLET, R.; ABELL, C. Longevity in breeding animals. *In*: ZIMMERMAN, J. J.; KARRIKER, L. A.; RAMIREZ, A.; SCHWARTZ, K. J.; STEVENSON, G. W. **Disease of Swine**, 10 ed., West Sussex: John Wiley & Sons, 2012. p. 50-59.

STERNING, M.; RYDHMER, L.; ELIASSON-SELLING, L. Relationships between age at puberty and interval from weaning to estrus and between estrus signs at puberty and after the first weaning in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 353-359, 1998.

SUTHERLAND, M. A.; BRYER, P. J.; KREBS, N.; McGLONE, J. J. Tail docking in pigs: acute physiological and behavioural responses. **Animal**, v. 2, n. 2, p. 292-297, 2008.

SVENDSEN, J.; SVENDSEN, L. S. Intensive (commercial) systems for breeding sows and piglets to weaning. **Livestock Production Science**, v. 49, n. 2, p. 165-179, 1997.

THEIL, P. K.; LAURIDSEN, C.; QUESNEL, H. Neonatal piglet survival: impact of sow nutrition around parturition on fetal glycogen deposition and production and composition of colostrum and transient milk. **Animal**, v. 8, n. 7, p. 1021-1030, 2014.

THEIL, P. K. Transition feeding of sows. *In*: FARMER, C. (Ed.). **The gestating and lactating sow**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2015. p. 415-424.

THINGNES, S. L.; EKKER, A. S.; GAUSTAD, A. H.; FRAMSTAD, T. *Ad libitum* versus step-up feeding during late lactation: The effect on feed consumption, body composition and production performance in dry fed loose housed sows. **Livestock Science**, v. 149, p. 250-259, 2012.

TUCHSCHERER, M.; PUPPE, B.; TUCHSCHERER, A.; TIEMANN, U. Early identification of neonates at risk: traits of newborn piglets with respect to survival. **Theriogenology**, v. 54, p. 371-388, 2000.

UITDEHAAG, K. A.; EKKEL, D.; KANIS, E.; KNOL, E. Sow behaviour during parturition in relation to the observed and the genetic merit for weaning survival. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 114, p. 86-92, 2008.

VARGAS, A. J.; BERNARDI, M. L.; PARANHOS, T. F.; GONÇALVES, M. A.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Reproductive performance of swine females re-serviced after return to estrus or abortion. **Animal Reproduction Science**, v. 113, p. 305-310, 2009.

VERMEULEN, L.; VAN BEIRENDONCK, S.; BULENS, A.; VAN THIELEN, J.; DRIESSEN, B. Sire line of pigs affects weaning weight, growth performance, and carcass characteristics of offspring. **Journal of Animal Science**, v. 94, p. 4360-4368, 2016.

VINSKY, M. D.; NOVAK, S.; DIXON, W. T.; DYCK, M. K.; FOXCROFT, G. R. Nutritional restriction in lactating primiparous sows selectively affects female embryo survival and overall litter development. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 18, n. 3, p. 347-355, 2006.

VOSOUGH AHMADI, B.; STOTT, A. W.; BAXTER, E. M.; LAWRENCE, A. B.; EDWARDS, S. A. Animal welfare and economic optimisation of farrowing systems. **Animal Welfare**, v. 20, n. 1, p. 57-67, 2011.

VUKMIROVIĆ, Đ.; ČOLOVIĆ, R.; RAKITA, S.; BRLEK, T.; ĐURAGIĆ, O.; SOLÀ-ORIOL, D. Importance of feed structure (particle size) and feed form (mash vs. pellets) in pig nutrition – a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 233, p. 133-144, 2017.

WANG, L.; XU, X.; SU, G.; SHI, B.; SHAN, A. High concentration of vitamin E supplementation in sow diet during the last week of gestation and lactation affects

the immunological variables and antioxidative parameters in piglets. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 8-13, 2017.

WENTZ, I.; BIERHALS, T.; MELLAGI, A. P. G.; BORTOLOZZO, F. P. A importância do atendimento ao parto na melhoria da produtividade em suínos. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, p. s35-s47, 2009.

WIDOWSKI, T.; TORREY, S. Neonatal management practices. **Fact Sheet Pork Information Gateway**, v. 1, p. 1-5, 2003.

ZHAO, Y.; FLOWERS, W. L.; SARAIVA, A.; YEUM, K. J.; KIM, S. W. Effect of social ranks and gestation housing systems on oxidative stress status, reproductive performance, and immune status of sows. **Journal of Animal Science**, v. 91, p. 5848-5858, 2013.

ZULOVICH, J. Effect of the Environment on Health. *In*: ZIMMERMAN, J. J.; KARRIKER, L. A.; RAMIREZ, A.; SCHWARTZ, K. J.; STEVENSON, W. **Diseases of Swine**, 10 ed., West Sussex: John Wiley & Sons, Inc., 2012. p. 60-66.

4 HIPÓTESES

- a) Existem muitos fatores que podem estar associados à prolificidade e ao ritmo reprodutivo de matrizes suínas.
- b) O efeito desses fatores pode variar em virtude da variável estudada e do momento estudado.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo desse estudo foi identificar e quantificar a importância dos vários fatores de produção inerentes a diferentes fases reprodutivas (reposição, pré-gestação, gestação e lactação) sobre alguns dos principais índices relacionados à prolificidade e ao ritmo reprodutivo de matrizes suínas.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Identificar os fatores de produção relacionados ao peso do leitão ao desmame, aos quilogramas de leitões desmamados por matriz por ano e à conversão alimentar da matriz.
- b) Identificar os fatores de produção relacionados aos dias não produtivos e à taxa de parição.
- c) Verificar o quanto as variáveis identificadas melhoram ou pioram os índices zootécnicos estudados.
- d) Apontar as variáveis que afetam um e/ou mais índices em mais de um momento estudado (anos diferentes).

6 ARTIGO A

Herd-level factors associated with piglet weight at weaning, kilograms of piglets weaned per sow per year and sow feed conversion

C. R. Pierozan^{1†}, M. A. Callegari¹, C. P. Dias², K. L. de Souza³, J. Gasa⁴, C. A. da Silva⁵

¹*Aluno(a) de doutorado, Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid | Pr 445 Km 380 | Campus Universitário, 86.057-970, Londrina, Paraná, Brazil*

²*Akei Animal Research, Estrada Vicinal Fartura – Areias, Km 3 | Bairro Três Saltos, 18870-000, Fartura, São Paulo, Brazil*

³*Aluna de graduação, Faculdades Integradas de Ourinhos, Rodovia BR-153 | Km 338 | Água do Cateto, 19909-100, Ourinhos - SP, Ourinhos, São Paulo, Brazil*

⁴*Department de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, Plaça Cívica, 08193 Bellaterra, Spain*

⁵*Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid | Pr 445 Km 380 | Campus Universitário, 86.057-970, Londrina, Paraná, Brazil*

Corresponding author: Carlos Pierozan. Email: carlospierozan@hotmail.com

Short title: Factors associated with breeding herd performance

Este artigo foi publicado na revista Animal.

Abstract

To understand the production factors that affect conclusive parameters of sow herd performance can improve the use of the resources and profitability of farm. The objective of this study was to identify associations and quantify the effects of a set of factors related to piglet weight at weaning (**PWW**), kilograms of piglets weaned per sow per year (**kgPWSY**) and sow feed conversion (**SFC**). Data from 150 farms were collected, for a total study population of 135 168 sows, including gilt replacement, breeding (mating), gestation and farrowing/lactation phases. A questionnaire focusing on reproductive performance, management, facilities, feeding, health and biosafety was administered. Multiple linear regression models were used to assess associations among factors with each of the three dependent variables. Increased duration of lactation was positively associated with PWW, kgPWSY and SFC. The increase in the number of live born pigs per litter was positively associated with kgPWSY and with SFC. Farms with higher PWW had farrowing room humidifiers, did not surgically castrate male piglets and used quaternary ammonia compounds for farrowing room disinfection. Farms with higher kgPWSY used lined ceilings in farrowing rooms and winter feeds with higher crude protein percentages in gestation; they also had more farrowings per sow per year. Sow feed conversion was worse in farms with partly slatted floors during gestation, in farms feeding lactating sows six times a day or *ad libitum* and farms with a higher sow-handler ratio. This study indicates that farms can increase PWW and kgPWSY and improve the SFC by changing one or more management, biosafety and feeding practices or facilities as well as by focusing on improving several performance parameters, particularly increasing the duration of lactation and the number of live born pigs per litter.

Keywords: breeding, feed efficiency, management procedures, reproduction, swine

Implications

Results from this study using representative commercial reproduction herds data can contribute to the improvement of the indices evaluated by actions on the factors identified. Some factors related to poorer welfare indicated losses in pig performance. Considering that producers are concerned about the impact that changes to animal welfare have on productivity, these results can contribute to the joint improvement in animal welfare and performance in farms. Moreover, these management decisions provide an efficient utilization of physical and human resources of farms each specific situation and contribute to improve the cost of production.

Introduction

Pig breeding farms vary widely in their management, facilities, health and feeding approaches, many of which affect piglet (Furtado *et al.*, 2007; Campos *et al.*, 2012) and sow performance (Knox *et al.*, 2013) and animal welfare conditions (Chantziaras *et al.*, 2018). Reproductive performance primarily varies due to environmental conditions (Knox *et al.*, 2013), including animal welfare-related factors (Kauppinen *et al.*, 2012), because the heritability of reproductive characteristics is typically low (Bell *et al.*, 2015).

Sow biological efficiency and herd productivity are strongly dependent on sow fecundity, feed efficiency (Wilson *et al.*, 1986) and piglet weight both at birth and at weaning (Ek-Mex *et al.*, 2014). Improving these parameters and efficiently using the physical resources of farms are crucial for pig farming profitability (Wilson *et al.*, 1986). The number of piglets weaned per female per year is the parameter most accepted as a general indicator of sow herd productivity (Bell *et al.*, 2015). However,

currently, one of the main objectives of pig breeding farms is to increase piglet weight at weaning (**PWW**) (Diaz and Nascimento, 2014), in addition to improving the weight uniformity of litter at birth and weaning. Parameters representing sow productivity at a specific period of time, such as kilograms of piglets weaned (Ek-Mex *et al.*, 2014; Bell *et al.*, 2015) and sow feed conversion (**SFC**), contain information from various other zootechnical indices and are thus global measures enabling more objective assessments of herd productivity.

Observational studies using questionnaires specifically targeting commercial pig herds have identified and quantified associations between factors related to indices of zootechnical interest (Kaneko *et al.*, 2013; Chantziaras *et al.*, 2018; Liu *et al.*, 2018), thereby allowing changes to be proposed for improvements in production systems (Ek-Mex *et al.*, 2014) at the farm, company, cooperative, country or even continental level. Accordingly, studies may provide valuable information regarding the production chain, creating opportunities for changes to increase overall efficiency (King *et al.*, 1998) and to maximize sow reproductive potential and overall herd efficiency (Koketsu *et al.*, 2017). However, such studies commonly consider a limited number of factors (e.g., King *et al.*, 1998; Kaneko *et al.*, 2013; Liu *et al.*, 2018) and therefore fail to represent a complete picture of the farming context. In addition, information regarding the factors that affect conclusive parameters of sow herd productivity is limited.

The objective of this study was to identify and quantify the effects of factors related to performance, management, facilities, feeding, health and biosafety on the productivity parameters of PWW, kilograms of piglets weaned per sow per year (**kgPWSY**) and SFC. These three variables were chosen because their values incorporate results from other reproductive parameters and because they have

critical economic importance. Sow feed conversion is a new performance evaluation concept in pig breeding farms, and to the best of our knowledge, no studies have previously assessed this parameter.

Material and methods

Sample description

The study did not require approval from the Ethics Committee on Animal Use because no animal was handled. This was a cross-sectional study involving a convenience sample of 150 pig breeding farms in Brazil. The selection criteria were targeted to include pig breeding farms representing a reproduction unit, including gilt replacement, breeding (mating), gestation and farrowing/lactation phases, and that housed at least 100 breeding sows. The farms were located in the main pig farming regions of the country (Neves *et al.*, 2016), namely, the South (42%), Southeast (45.3%) and Centre-West (12.7%) regions, and included independent farms (60.7%), integrated producers (32%) and companies/ cooperatives farms (7.3%), including farrow-to-finish (51.7%), farrow-to-feeder pig (32.2%) and farrow-to-weanling (16.1%) farms, ultimately including 135 168 breeding sows. This accounted for 12.9% of the 1 045 490 sows and 11.4% of the 1316 farms listed in the Annual Report on Pig Farming Performance (Relatório Anual do Desempenho da Produção de Suínos) (Agriness, 2018), approximately 8% of the 1 700 000 commercial sows in Brazil (Neves *et al.*, 2016). Of the 150 farms, 52% housed up to 500 breeding sows, 21.3% housed 501 to 1000 sows, 16.7% housed 1001 to 2000 sows and 10% housed more than 2000; these percentages were similar to those published in the report (53%, 24%, 14% and 9%, respectively) (Agriness, 2018).

Data collection and manipulation

From June 2016 to July 2017, a paper questionnaire was completed by either the researchers or the technical farm staff. Common guidelines were laid down before the start of the interviews/responses. This questionnaire consisted of closed, semi-closed and open-ended questions, covering the identification of and general information regarding the farms, management, facilities, feeding, health/biosafety and reproductive performance (Table 1). The questions regarding reproductive performance were answered based on high-quality datasets from the computerized management systems of the farms. The remaining questions were answered by owners, managers or experts who knew the farms thoroughly. All variables were recorded at the herd level and were chosen based on literature data and the collective knowledge of the researchers about the general characteristics of the national farms in light of their potential to affect one or more reproductive performance parameters studied. Questionnaires containing dubious data (e.g. performance parameters with integers or beyond the biological capacity of animals) were rejected from future analyses (156 questionnaires were collected and six were rejected). After data collection, several questions were subdivided, ultimately resulting in 120 numerical and categorical variables that were considered independent.

For the present study, among all of the reproductive performance variables, PWW (kg) was selected as the dependent variable. In addition to PWW, two other dependent variables were developed: kgPWSY (kg), consisting of the product of 'piglets weaned per sow per year' and PWW, and SFC (kg/kg), representing the quotient of mean total feed intake of sows divided by kgPWSY. These variables were chosen because they demonstrate the overall performance of the herd and are highly

important in the profitability of farms in the context studied, and for maintaining the relationships with each other, allowing complementary conclusions about the results to be drawn.

For the calculation of SFC, the total feed intake was estimated as the total amount of feed in kilograms made for gestating and lactating sows on the farm or company/cooperative, or purchased from third parties. These values were computed by the farmers and made available by the farm management software. Ninety-eight percent of the farms performed cross-fostering, so this was not considered a problem for the calculation of kgPWSY and subsequent SFC. To calculate and analyse SFC, 104 farms were considered because not all farms had records on sow feed intake. These indices corresponded to the mean values of each herd in 1 year (from 1 January to 31 December 2015).

From the set of production factors and from the reproductive performance parameters (explanatory variables), those with the clearest biological relationship with each of the three dependent variables were selected, resulting in a total of 94 variables selected for PWW, 102 for kgPWSY and 93 for SFC for subsequent statistical tests. To facilitate this process and to minimize the bias of choice, a mind map was created using a software, where two study proponents selected the independent variables one by one for each dependent variable, forming the map nodes (e.g. abortion rate was considered to influence kgPWSY but not PWW). All categorical explanatory variables were classified into two or more categories, and the cut-off point was determined from the distribution of variables, keeping at least 10% of the answers in a given category, and grouping similar answers in the same category.

Statistical analysis

Statistical analysis (SAS® University Edition; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) was performed consistent with previous studies performed by Agostini *et al.* (2014) and Fablet *et al.* (2016). The farm was considered the experimental unit. For categorical variables, the frequencies in each category were assessed (Proc Freq of SAS), and for continuous variables, the mean, standard deviation and range were determined (Proc Means Univariate Boxplot of SAS). Explanatory variables with more than 15% missing data or categorical variables with less than 10% data in a given category were initially excluded. First, univariate linear models were used to investigate the association between predicted and predictor variables, where each explanatory variable was included as a single fixed effect for each dependent variable (Proc GlimSelect Plm Reg of SAS). Independent variables with $P \leq 0.10$ for F-test in the simple model were selected and subjected to Pearson's and Spearman's correlation analysis (Proc Corr of SAS) to avoid multicollinearity between continuous variables and confounding problems between categorical variables. When the correlation coefficient was high (≥ 0.60), only one variable was kept, chosen based on the lowest P-value in the univariate model and its biological relevance to the dependent variable.

The remaining explanatory variables were included as fixed effects in multiple linear regression models and subjected to stepwise analysis procedures to select explanatory variables significantly ($P < 0.05$) associated with the dependent variables (Proc GlimSelect Plm Reg of SAS). Interactions between factors were analyzed and eliminated when not significant ($P > 0.05$) or when lacking clear biological sense. After constructing models, for each dependent variable, residuals were plotted against predicted values to investigate the homogeneity of the variances, as well as

the presence of outliers and tested for normality (Shapiro–Wilk, $P > 0.05$). Observations with student residual values ≥ 3 or ≤ -3 were excluded, and the models were compared with and without the observations, maintaining the best-fit models as final models. In the final models, multicollinearity was assessed using the variance inflation factor (VIF; all selected factors showed $VIF \leq 2$). Factors with $P < 0.05$ in the final models were considered significant, whereas factors with $P < 0.10$ were considered trend. In all tests, values were reported as regression coefficients \pm SEM.

Results

Based on univariate analysis, 42 variables were associated ($P \leq 1.0$) with PWW, 53 with kgPWSY and 36 with SFC. After applying the other exclusion criteria (i.e. more than 15% missing data; less than 10% data in a given category; correlation coefficient ≥ 0.60), 27 variables remained for PWW, 33 for kgPWSY and 24 for SFC. In the multiple regression models, of the 150 initial observations, 1 observation was removed from the PWW model (student residual = -3.26) and 1 from the SFC model (student residual = 3.45). Due to certain losses in the collection of data for some variables included in the models, the statistical software ultimately used 87 observations for PWW, 90 for kgPWSY and 63 for SFC.

Piglet weight at weaning

The PWW per farm was 6.34 ± 0.70 kg (ranging from 4.84 to 8.41 kg) (Table 2). Multiple regression analysis indicated that the PWW (Table 3) was affected by farrowing room humidification ($P < 0.05$), piglet castration ($P < 0.001$), the active ingredient of the disinfectant used in the farrowing room ($P < 0.01$) and the duration of lactation ($P < 0.001$). Farms with farrowing room humidification showed an

increase of 0.23 kg (3.6%), and farms with piglet castration showed a decrease of -0.38 kg (6%) in PWW. Farrowing room disinfection with glutaraldehyde-based or phenolic disinfectants rather than quaternary ammonium disinfectants reduced the PWW by -0.41 kg (6.5%) and by -0.45 kg (7.2%), respectively. For each additional day of lactation, the PWW increased 0.18kg (2.81%). The adjusted R^2 value was 0.68, which indicates that the values predicted by the variables included in the model account for 68% of the total variation in the observed PWW values (Figure 1).

Kilograms of piglets weaned per sow per year

The average kgPWSY value was 175.18 ± 24.25 kg (ranging from 113.66 to 233.46 kg) (Table 2). The factors associated with kgPWSY (Table 4) included farrowing rooms with lined ceilings ($P < 0.001$), percentage of crude protein (**CP**) in winter feed during gestation ($P < 0.01$), number of farrowings per sow per year ($P < 0.001$), number of live born pigs per litter ($P < 0.01$) and duration of lactation ($P < 0.001$). Farms with farrowing rooms with lined ceilings showed an increase of 13.01 kg (7.4%) in kgPWSY. Kilograms of piglets weaned per sow per year increased 4.34 kg (2.5%) for each additional 1% CP in feed. Each additional farrowing per year corresponded to an increase of 71.42 kg of piglets weaned per sow, that is, kgPWSY increased 7.14 kg (4.1%) for each additional 0.1 increase in farrowing per sow per year. The model indicated that kgPWSY increased 7.52 kg (4.3%) for each additional live born pig per litter. Each additional day of lactation provided an increase of 5.67kg (3.2%) in kgPWSY. The adjusted R^2 value was 0.77, which indicates that the values predicted using the variables included in this model accounted for 77% of the total variation in the observed kgPWSY values (Figure 2).

Sow feed conversion

The mean SFC was 6.46 ± 1.24 kg/kg (ranging from 3.88 to 11.21 kg/kg) (Table 2). Multiple regression analysis indicated that SFC (Table 5) was primarily affected by type of floor during gestation ($P < 0.001$), number of daily feedings for lactating sows ($P < 0.001$), number of sows per handler ($P < 0.01$), number of live born pigs per litter ($P < 0.01$) and duration of lactation ($P < 0.001$). Sow feed conversion was worse in farms with partly slatted floors in farrowing barns than in those with 100% solid floor in all facilities of this sector (17.6% difference). Sows housed in farms with both types of flooring, that is, part of the gestation facilities had solid floors and part had partly slatted floors, also showed poor feed conversion (19.6% difference). Sow feed conversion tended ($P \leq 0.1$) to improve in farms with four to five daily feedings during lactation in comparison with those with two to three daily feedings; however, in farms with six daily feedings or *ad libitum* feeding of lactating sows, SFC was 1.044 points (16.2%) poorer in comparison with farms with two to three daily feedings. For each additional sow in the herd per handler, SFC decreased 0.008 points, that is, for every 10 more sows per handler, SFC decreased 0.08 points (1.24%). Each additional live born pig per litter and each additional lactation day represented an improvement of -0.275 (4.3%) and -0.169 points (2.6%) in SFC, respectively. The adjusted R^2 value was 0.65, which indicates that the values predicted using the variables included in the model accounted for 65% of the total variation in the observed SFC values (Figure 3).

Discussion

Several external considerations support the associations identified in the present study. First, the animal performance values observed in our study were similar to

those previously reported for 1145 farms in Brazil in 2015 (Agriness, 2016). Therefore, these models are representative and reasonably depict animal performance responses under commercial production conditions. Second, the production indices were represented as the mean of all animals of each herd over a year (2015) and, therefore, were not influenced by seasonal effects on the observed responses. Lastly, several factors identified as significant differed between the models because the dependent variables studied differ somewhat from each other. For example, kgPWSY depends on PWW; however, kgPWSY is also affected by the number of piglets weaned, which, in turn, is strongly related to the number of live born piglets and the number of dead piglets during lactation. Accordingly, the variables 'live born pigs per litter' and 'farrowings per sow per year' were included in the final model for kgPWSY but not for PWW. Similarly, although kgPWSY is part of the SFC calculation, 'daily feedings during lactation' was only included in the final model for SFC because feed conversion is also dependent on animal feed intake.

In addition, although some identified associations seem evident and dispensable from scientific research (e.g. farrowings per sow per year and the number of live born pigs have an influence on kgPWSY; and the duration of lactation has an influence on PWW, kgPWSY and SFC), the entry and permanence of these factors in the final multiple regression models, in preference to several other characteristics studied, suggest that these factors have high productive importance within the farms. Therefore, in light of these considerations, the factors included in the final models ensure biological plausibility within their associations and validate the methodological approach used.

The adjusted R^2 values of the three models can be considered high in light of the experimental design and the variables included; however, they should not be

compared with other studies because the factors explored and their variabilities differ (Agostini *et al.*, 2014). Furthermore, similar to other cross-sectional observational studies (e.g. Fablet *et al.*, 2016; Chantziaras *et al.*, 2018), these results reflect certain study limitations, such as the impossibility of establishing causal relationships for the identified associations (King *et al.*, 1998; Chantziaras *et al.*, 2018) and of extrapolating the results over time (Fablet *et al.*, 2016). There was also the potential for interviewer–interviewee bias (Chantziaras *et al.*, 2018), although commonly used guidelines were established before administering the questionnaires to reduce this potential.

Factors associated with more than one response variable

The duration of lactation and live born pigs per litter stood out as factors included in more than one model and, in general, may lead to clearer productivity changes when managed on farms. Each additional lactation day appeared to result in an increase of 180 g in PWW; however, this value was lower than the advocated 210 g of average daily weight gain (Furtado *et al.*, 2007), which may result from a non-equivalent relationship between lactation duration and milk production. Each additional lactation day also promoted an increase of 5.67 kgPWSY and an improvement of –0.169 points in SFC. Short lactations lasting less than 3 weeks (14 farms in the present study) may have adverse effects on subsequent postweaning follicular development, farrowing rate and litter size (Soede and Kemp, 2015). However, sows subjected to prolonged lactation periods may lose considerable body reserves due to high milk production, which may reduce the farrowing rate (Koketsu *et al.*, 2017), increase the number of unproductive days and, therefore, decrease the number of farrowings per sow per year (Chantziaras *et al.*, 2018), thereby decreasing the number of piglets

weaned per sow per year (King *et al.*, 1998). Therefore, considering the mean duration of lactation and its range in the study herds, the biological explanation for the beneficial effects of the lengthened lactation period on kgPWSY and on SFC may be primarily due to the increase in PWW and not the increase in the number of piglets weaned.

Each additional live born pig per litter corresponded to an increase of 7.52 kgPWSY. This value may seem abstract because the mean PWW (6.34 ± 0.70 kg) was more than 1 kg lower than this value; however, for correct interpretation of this result, the number of farrowings per sow per year (a mean of 2.39 in the present study) should be considered, as well as the possibility that more live born pigs per farrowing provide lower piglet weight at birth and weaning, and more chances of neonatal mortality. In addition, the factors selected in each final model were different, which partially explains the different estimates for the live born piglets in the kgPWSY and PWW models. The increase in the number of live born pigs per litter also improved the SFC. This association is likely due to the fact that larger litters lead to more piglets weaned (Beaulieu *et al.*, 2010) and increases in the kgPWSY (as identified in the model for kgPWSY), thus diluting the sow feed intake over the entire reproductive cycle and improving SFC.

Other factors associated with piglet weight at weaning

The presence of farrowing room humidifiers increased the PWW. Of the farms that had humidifiers (41 farms), 68.3% also had some type of ventilation system (positive or negative pressure) and 78.1% some type of cooling system (e.g., evaporative pads or snout coolers). In farms without humidifiers (102 farms), these percentages were only 12.8% and 23.5%, respectively. Lactating sows commonly remain housed

in barns with temperatures above their thermal comfort zone (Soede and Kemp, 2015), which may reduce feed intake and milk production, especially during the summer (Silva *et al.*, 2009; Nääs *et al.*, 2014). Therefore, strategies that reduce the negative effects of caloric stress on feed consumption during lactation, such as using a water drip and snout coolers for lactating sows, as demonstrated by McGlone *et al.* (1988), and the use of humidifiers in the present study (when associated with ventilation systems), could increase milk production, piglet weight gain during lactation and PWW (Silva *et al.* 2009; Nääs *et al.*, 2014) and possibly improve animal welfare.

Piglet castration decreased the PWW. This management strategy, when performed without anaesthesia, is known to cause pain and to severely compromise animal welfare (Leidig *et al.*, 2009). Behavioural manifestations of pain by piglets after castration include huddling, rubbing the rump against the floor or wall, prostration, stiffness when walking, shivering, reduced activity at the udder and inactivity, especially in the first hours after castration (Leidig *et al.*, 2009; Kluivers-Poodt *et al.*, 2013). The decrease in PWW may reflect reduced feeding activity and milk volumes ingested by piglets due to the trauma experienced (Furtado *et al.*, 2007), in addition to energy expenditures on unproductive post-castration behaviours.

The use of glutaraldehyde-based and phenolic disinfectants in the farrowing room decreased the PWW in comparison with disinfection protocols with quaternary ammonium disinfectants. This association is apparently inconsistent because the action spectrum of quaternary ammonium disinfectants is similar to or narrower than that of phenols or aldehydes. For example, they are less effective against non-enveloped viruses and bacterial spores (Dvorak, 2008). It can be assumed that other

non-considered factors, such as the conditions of use of the products used for disinfection, have had a real effect.

Other factors associated with kilograms of piglets weaned per sow per year

Lactating sows housed in barns with lined ceilings weaned more kilograms of piglets in the study year compared to those housed in sheds without linings. Ceiling linings represent a low-tech but efficient and economic installation practice because they act as a physical barrier that partially prevents heat transfer from the roof to the inside of the barn (Nääs *et al.*, 2014). Therefore, the presence of lined ceilings was associated with improved thermal comfort of lactating sows, providing benefits such as increased milk production and PWW (Silva *et al.* 2009; Nääs *et al.*, 2014), resulting in greater kgPWSY. In addition, heat stress in the 30 days before parturition increases the number of stillbirths (Kraeling and Webel, 2015), thus decreasing the weaned litter size and kgPWSY.

Higher percentages of CP in winter rations during gestation, considering the mean and range obtained in the present study (14.72%, ranging from 12.37 to 18%), increased the kgPWSY. The association found in the present study is supported by the fact that, currently, conventional feeding programmes generally fail to meet the protein needs of sows and their foetuses, causing metabolic stress and decreased foetal and mammary tissue gains (Kim, 2010; Kim *et al.*, 2013). Physiologically, sow protein restriction in early gestation may impair placental and endometrial angiogenesis and growth by decreasing placental-foetal blood flow and nutrient delivery from mother to foetus, culminating in foetal growth retardation and decreased subsequent weight gain (Campos *et al.*, 2012). During lactation, insufficient milk production due to catabolism affects piglet health and growth (Kim *et*

al., 2013). Thus, higher protein levels in gestation feed, within the range observed in the present study, may have reduced these deleterious effects.

The increase in the number of farrowings per sow increased the kgPWSY. The estimate indicated by the model (7.14 kg more kgPWSY for each additional 0.1 points of farrowing in the study year) is highly plausible because contemporary sows have the genetic capability of weaning 12 or more piglets per farrowing at an averaging weight of 6.3 kg each, which represents 7.56 kg more kgPWSY for each additional 0.1 points of farrowing in the study year (12 piglets × 6.3 kg × 0.1 farrowing = 7.56 kg).

Other factors associated with sow feed conversion

Farms in which all gestation facilities included solid floors showed superior SFC values compared to those with facilities with slatted floors. The type of flooring does not consistently affect pig performance (Jørgensen, 2003). However, its relationship with certain aspects related to hygienic conditions and animal health is more clear. Although slatted floors may improve pen hygiene and prevent enteric infections (European Food Safety Authority – EFSA, 2005), the presence of slats has already been demonstrated to be a risk factor for heel flaps (a series of false soles that originate from repeated episodes of haemorrhage into the corium of the heel) (Gillman *et al.*, 2009). Therefore, the choice of floor system in commercial pig farms is a key factor related to sow lameness (Enokida and Koketsu, 2011), one that may cause early sow culling at a period of high reproductive potential that would adversely affect feed conversion of the herd.

Farms with four to five daily feedings of lactating sows tended to show better SFC than farms with two to three daily feedings. On the other hand, farms with six

daily feedings or *ad libitum* feeding showed significant worse SFC than farms with two to three daily feedings. Allowing lactating sows continuous access to feed decreased the weaning-oestrus interval and improved PWWs (Kraeling and Webel, 2015). However, Thingnes *et al.* (2012) reported that the group fed *ad libitum* during part of lactation was more prone to refuse feed at least at one stage of the lactation phase, consuming less feed and losing more weight at the end of the period than sows which did not refuse feed. The increase in feed intake, in turn, may increase milk production and PWW (Silva *et al.*, 2009), a variable closely related to SFC. Although Thingnes *et al.* (2012) reported no differences in litter weights between groups of lactating sows fed *ad libitum* or on a fixed schedule, the greater amount of data in the present study (i.e. mean litter weight of approximately 135 168 sows over 1 year) may have allowed the identification of a negative difference in PWW among sows fed *ad libitum*. Conversely, the strategy of providing feed several times a day, as in farms with four to five daily feedings in the present study, may have mitigated the deleterious effects of heat stress and stimulated eating, drinking, urination and defecation, thus improving overall performance (Kraeling and Webel, 2015) in addition to improving the adjustment of the feed provided based on the sows' appetite (Thingnes *et al.*, 2012), and reduce sensory damage to feed, thereby reducing feed waste.

The increase in the number of sows per handler negatively impacted the SFC. With an increase in the sow-handler ratio, handlers are more likely to inadvertently neglect animals that require pharmacological treatment (Koketsu, 2000) and may have less time to perform several routine practices, such as adjusting the feed provided to each animal in semi-automatic feeding systems or supervising

farrowings. Together, these aspects may reduce sow productivity, thereby worsening SFC.

In conclusion, the study model made it possible to identify and to estimate the effects of various factors associated with three variables of economic significance in herds. Farms may increase PWW and kgPWSY and improve SFC by managing these factors and should focus particularly on increasing the duration of lactation and the number of live born pigs per litter, which were both positively associated with more than one response variable.

Acknowledgements

This work was conducted during the period with support of PhD scholarship funded by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel/Araucária Foundation agreement to the student Carlos Rodolfo Pierozan. We thank the companies, cooperatives and producers participants, who trusted us with the data from their farms so that this study could be developed.

Declaration of interest

None.

Ethics statement

The study did not require approval from the Ethics Committee on Animal Use because no animal was handled.

Software and data repository resources

None of the data were deposited in an official repository.

References

- Agostini PS, Fahey AG, Manzanilla EG, O'Doherty JV, de Blas C and Gasa J 2014. Management factors affecting mortality, feed intake and feed conversion ratio of grow-finishing pigs. *Animal* 8, 1312-1318.
- Agriness 2016. Melhores da suinocultura Agriness: resultados consolidados, 8th edition (2015). Agriness, Florianópolis, Brazil.
- Agriness 2018. Relatório anual do desempenho da produção de suínos, 10th edition (2017). Agriness, Florianópolis, Brazil
- Beaulieu AD, Aalhus JL, Willians NH and Patience JF 2010. Impact of piglet birth weight, birth order and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality of pork. *Journal of Animal Science* 88, 2767-2778.
- Bell W, Urioste JI, Barlocco N, Vadell A and Clariget RP 2015. Genetic and environmental factors affecting reproductive traits in sows in an outdoor production system. *Livestock Science* 182, 101-107.
- Campos PHRF, Silva BAN, Donzele JL, Oliveira RFM and Knol EF 2012. Effects of sow nutrition during gestation on within-litter birth weight variation: a review. *Animal* 6, 797-806.
- Chantziaras I, Dewulf J, van Limbergen T, Klinkenberg M, Palzer A, Pineiro C, Moustsen VA, Niemi J, Kyriazakis I and Maes D 2018. Factors associated with specific health, welfare and reproductive performance indicators in pig herds from five EU countries. *Preventive Veterinary Medicine* 159, 106-114.
- Diaz IDPS and Nascimento JD 2014. Genética quantitativa e seleção assistida por marcadores. In: *Produção de suínos: teoria e prática* (ed. Associação Brasileira de Criadores de Suínos – ABCS), pp 72-83. ABCS, Brasília, Brazil.
- Dvorak G 2008. Disinfection 101. Retrieved on 8 January 2019, from <http://www.cfsph.iastate.edu/Disinfection/Assets/Disinfection101.pdf>

- Ek-Mex JE, Segura-Correa JC, Batista-Garcia L, Alzina-López A 2014. Factores ambientales que afectan los componentes de producción y productividad durante la vida de las cerdas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 17, 447-462.
- Enokida M and Koketsu Y 2011. Floor slat direction is related to severity of superficial claw lesions on hind limbs in gestating sows, but not reproductive performance and behaviour. *Journal of Veterinary Epidemiology* 15, 32-38.
- European Food Safety Authority (EFSA) 2005. Opinion of the scientific panel on animal health and welfare on a request from the commission related to welfare of weaners and rearing pigs: effects of different space allowances and floor types. *The EFSA Journal* 268, 1-19.
- Fablet C, Marois-Chéhan C, Grasland B, Simon G and Rose N 2016. Factors associates with herd-level PRRSV infection and age-time to seroconversion in farrow-to-finish herds. *Veterinary Microbiology* 192, 10-20.
- Furtado CSD, Mellagi APG, Cypriano CR, Bernardi ML, Wentz I and Bortolozzo FP 2007. Fatores não infecciosos que influenciam o desempenho de leitões lactentes. *Acta Scientiae Veterinariae* 35 (supl.), S47-S55.
- Gillman CE, Kilbride AL, Ossent P and Green LE 2009. A cross-sectional study of the prevalence of foot lesions in post-weaning pigs and risks associated with floor type on commercial farms in England. *Preventive Veterinary Medicine* 91, 146-152.
- Jørgensen B 2003. Influence of floor type and stocking density on leg weakness, osteochondrosis and claw disorders in slaughter pigs. *Animal Science* 77, 439-449.
- Kaneko M, Iida R and Koketsu Y 2013. Herd management procedures and factors associated with low farrowing rate of female pigs in Japanese commercial herds. *Preventive Veterinary Medicine* 109, 69-75.
- Kauppinen T, Vesala KM and Valros A 2012. Farmer attitude toward improvement of animal welfare is correlated with piglet production parameters. *Livestock Science* 143, 142-150.

- Kim SW 2010. Recent advances in sow nutrition. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39, 303-310.
- Kim SW, Weaver AC, Shen YB and Zhao Y 2013. Improving efficiency of sow productivity: nutrition and health. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 4, 26-33.
- King VL, Koketsu Y, Reeves D, Xue J and Dial GD 1998. Management factors associated with swine breeding-herd productivity in the United States. *Preventive Veterinary Medicine* 35, 255-264.
- Kluyvers-Poodt M, Zonderland JJ, Verbraak J, Lambooi E and Hellebrekers LJ 2013. Pain behaviour after castration of piglets; effect of pain relief with lidocaine and/or meloxicam. *Animal* 7, 1158-1162.
- Knox RV, Rodriguez Zas SL, Slotter NL, McNamara KA, Gall TJ, Levis DG, Safranski TJ and Singleton WL 2013. An analysis of survey data by size of the breeding herd for the reproductive management practices of North American sow farms. *Journal of Animal Science* 91, 433-445.
- Koketsu Y 2000. Retrospective analysis of trends and production factors associated with sow mortality on swine-breeding farms in USA. *Preventive Veterinary Medicine* 46, 249-256.
- Koketsu Y, Tani S and Iida R 2017. Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine Health Management* 3, 2-10.
- Kraeling RR and Webel SK 2015. Current strategies for reproductive management of gilts and sows in North America. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 6, 1-14.
- Leidig MS, Hertrampf B, Failing K, Schumann A and Reiner G 2009. Pain and discomfort in male piglets during surgical castration with and without local anesthesia as determined by vocalization and defence behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 116, 174-178.

- Liu Z-X, Wei H-K, Zhou Y-F, and Peng J 2018. Multi-level mixed models for evaluating factors affecting the mortality and weaning weight of piglets in large-scale commercial farms in central China. *Animal Science Journal* 89, 760-769.
- McGlone JJ, Stansbury WF and Tribble LF 1988. Management of lactating sows during heat stress: effects of water drip, snout coolers, floor type and a high energy-density diet. *Journal of Animal Science* 66, 885-891.
- Nääs IA, Caldara FR and Cordeiro AFS 2014. Conceitos de ambiência na definição de instalações em suinocultura. In: *Produção de suínos: teoria e prática* (ed. Associação Brasileira de Criadores de Suínos – ABCS), pp 878-884. ABCS, Brasília, Brazil.
- Neves MF, Lima Júnior JC, de Sá NC, Pinto MJA, Kalaki RB, Gerbasi T, Galli RM and Vriesekoop F 2016. Mapeamento da suinocultura brasileira. Serviço Brasileiro de Apoio às Pequenas Empresas; Associação Brasileira dos Criadores de Suínos, Brasília, Brazil.
- Silva BAN, Oliveira RFM, Donzele JL, Fernandes HC, Lima AL, Renaudeau D and Noblet J 2009. Effect of floor cooling and dietary amino acids content on performance and behaviour of lactating primiparous sows during summer. *Livestock Science* 120, 25-34.
- Soede NM and Kemp B 2015. Best practices in the lactating and weaned sow to optimize reproductive physiology and performance. In: *Farmer C. The gestating and lactating sow*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers. p. 377-407.
- Thingnes SL, Ekker AS, Gaustad AH and Framstad T 2012. *Ad libitum* versus step-up feeding during late lactation: The effect on feed consumption, body composition and production performance in dry fed loose housed sows. *Livestock Science* 149, 250-259.
- Wilson MR, Friendship RM, McMillan I, Hacker RR, Pieper R and Swaminathan S 1986. A survey of productivity and its component interrelationships in Canadian swine herds. *Journal of Animal Science* 62, 576-582.

Table 1 Summary of the questions (totaling 120 variables) included in the questionnaire and used¹ to analyze factors associated with piglet weight at weaning, kilograms of piglets weaned per sow per year and sow feed conversion

Items
<p>1. <i>Identification and general information about the farms/herds (15 questions)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Farm description: city, state, business type, farm type, number of sows, farm age, last renovation • General management, genetics of the female and male lines, origin of replacement gilts, duration of and time since quarantine, age and weight at sexual maturity
<p>2. <i>Management (13 questions)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gilt replacement: gilt adaptation care, hormonal treatments for estrus induction • Mating/gestation: type of insemination, observation of return to estrus at 21 days, ultrasound use • Farrowing/lactation: farrowing monitoring, farrowing synchronization, supply of colostrum, cross fostering, weaning type and day • Type of workforce and number of handlers in each sector
<p>3. <i>Facilities (38 questions)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gilt replacement: number and type of housing (pen or crate), type of pig barn, type of floor, ventilation, type of feeder and drinker, type of roof, presence of ceiling lining • Mating: number and type of housing (pen or crate), type of floor, ventilation and humidification, type of feeder and drinker • Gestation: number and type of housing (pen or crate), group size, type of floor, ventilation and humidification, type of feeder and drinker, type of roof, presence of ceiling lining • Farrowing: number and distribution of housings in the pig barn, type of building (farrowing rooms for all-in/all-out management), type of separation between housings, type of floor, ventilation and humidification, heating, cooling, type of insulation, type of feeder and drinker, type of roof, presence of ceiling lining
<p>4. <i>Feeding (6 questions)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Number of feeds per phase, feed composition, physical form of the feed and number of daily feedings per phase, start of creep feeding for piglets, feed origin and type of feed storage
<p>5. <i>Health and biosafety (18 questions)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Endemic diseases, vaccination program, type and number of antibiotics used during lactation, dietary supplements (e.g., iron, coccidiostatic agents, vitamin complex), teeth/tail/navel management, castration, water origin and treatment, water tank site, farrowing room disinfection and type of disinfectant, double fence, nearby farms, site of carcass disposal, pest control program, manure storage and collection period, biodigester
<p>6. <i>Reproductive performance (24 questions)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Herd structure: age at first farrowing, annual replacement, average culling cycle, sow mortality rate (gestation, farrowing and total), number of teaser boars for estrus diagnosis • Reproductive rhythm: farrowings per sow per year, farrowing interval, non-productive days, weaning-estrus interval, weaning-fertile estrus interval, abortions, farrowing rate • Fecundity: duration of lactation, total and live born pigs, stillbirths, mummified pigs, piglets weaned per litter, piglets weaned per sow per year, sow feed intake per year

¹ Not all variables were used in the first step of the statistical analysis (univariate linear regression).

Explanatory variables, presumably with no effect on the dependent variables, those with more than 15% missing data and those with less than 10% data in a given category, were initially excluded.

Table 2 *Descriptive values¹ of the dependent and independent continuous variables included in the final models of piglet weight at weaning, kilograms of piglets weaned per sow per year and sow feed conversion in 150² pig breeding farms*

Variable	n	Mean \pm SD	Range	
			Minimum	Maximum
Piglet weight at weaning (kg)	150	6.34 \pm 0.70	4.84	8.41
Kilograms of piglets weaned per sow/year (kg)	150	175.18 \pm 24.25	113.66	233.46
Sow feed conversion (kg/kg)	104	6.46 \pm 1.24	3.88	11.21
Farrowings per sow per year	150	2.39 \pm 0.11	1.87	2.59
Live born pigs per litter	150	12.65 \pm 0.87	10.22	14.65
Lactation duration (day)	149	23.78 \pm 2.51	18.41	29.75
Total number of sows per handler	137	88.03 \pm 39.38	23.57	200
Crude protein – winter feed in gestation (%)	129	14.72 \pm 1.02	12.37	18

¹ Means of the farms in a 1-year period (from 1 January to 31 December 2015).

² Remaining records (150 – n) were considered missing records.

Table 3 *Estimated effects of production factors on the parameter piglet weight at weaning (kg)*

Variable	Category	Estimate (SEM)	95% coefficient interval		
			Lower	Upper	P-value
Intercept	-	2.65 (0.55)	1.56	3.75	<0.001
Farrowing room humidification	No	0	-	-	-
	Yes	0.23 (0.09)	0.05	0.41	0.013
Piglet castration	No	0	-	-	-
	Yes	-0.38 (0.13)	-0.64	-0.12	<0.01
Farrowing room disinfectant	QA	0	-	-	-
	Glutaraldehyde	-0.41 (0.11)	-0.63	-0.19	<0.001
	Phenols	-0.45 (0.11)	-0.66	-0.24	<0.001
	Other	-0.42 (0.15)	-0.71	-0.13	<0.01
Lactation duration (day)	-	0.18 (0.02)	0.14	0.22	<0.001

Partial adjusted R^2 values: lactation duration = 0.57; piglet castration = 0.63; farrowing room

disinfectant = 0.67; farrowing room humidification = 0.68;

QA – quaternary ammonium.

Table 4 *Estimated effects of production factors on the parameter kilograms of piglets weaned per sow per year (kg)*

Variable	Category	Estimate (SEM)	95% coefficient interval		
			Lower	Upper	P-value
Intercept	-	-294.75 (42.22)	-378.61	-210.90	<0.001
Farrowing room with lined ceiling	No	0	-	-	-
	Yes	13.01 (3.42)	6.22	19.80	<0.001
CP – winter feed in gestation (%)	-	4.34 (1.22)	1.92	6.77	<0.001
Farrowing per sow per year	-	71.42 (13.67)	44.27	98.57	<0.001
Live born pigs per litter	-	7.52 (1.91)	3.73	11.31	<0.001
Lactation duration (day)	-	5.67 (0.63)	4.41	6.93	<0.001

Partial adjusted R^2 values: farrowing room with lined ceiling = 0.45; lactation duration = 0.54; farrowing per sow per year = 0.72; live born pigs per litter = 0.74; CP – winter feed in gestation = 0.77;

CP – crude protein.

Table 5 Estimated effects of production factors on the parameter sow feed conversion (kg/kg)

Variable	Category	Estimate (SEM)	95% coefficient interval		
			Lower	Upper	P-value
Intercept	-	12.682 (1.430)	9.823	15.540	<0.001
Type of floor during gestation	100% solid	0	-	-	-
	Partly slatted	1.140 (0.227)	0.686	1.594	<0.001
	Both	1.263 (0.327)	0.610	1.916	<0.001
Daily feedings during lactation	2 - 3	0	-	-	-
	4 - 5	-0.449 (0.248)	-0.946	0.047	0.075
	6 - <i>ad libitum</i>	1.044 (0.381)	0.283	1.806	0.008
Number of sows per handler	-	0.008 (0.003)	0.002	0.014	0.01
Live born pigs per litter	-	-0.275 (0.111)	-0.497	-0.053	0.016
Lactation duration (day)	-	-0.169 (0.046)	-0.261	-0.077	<0.001

Partial adjusted R^2 values: daily feedings during lactation = 0.29; type of floor during gestation = 0.44; lactation duration = 0.54; number of sows per handler = 0.59; live born pigs per litter = 0.65.

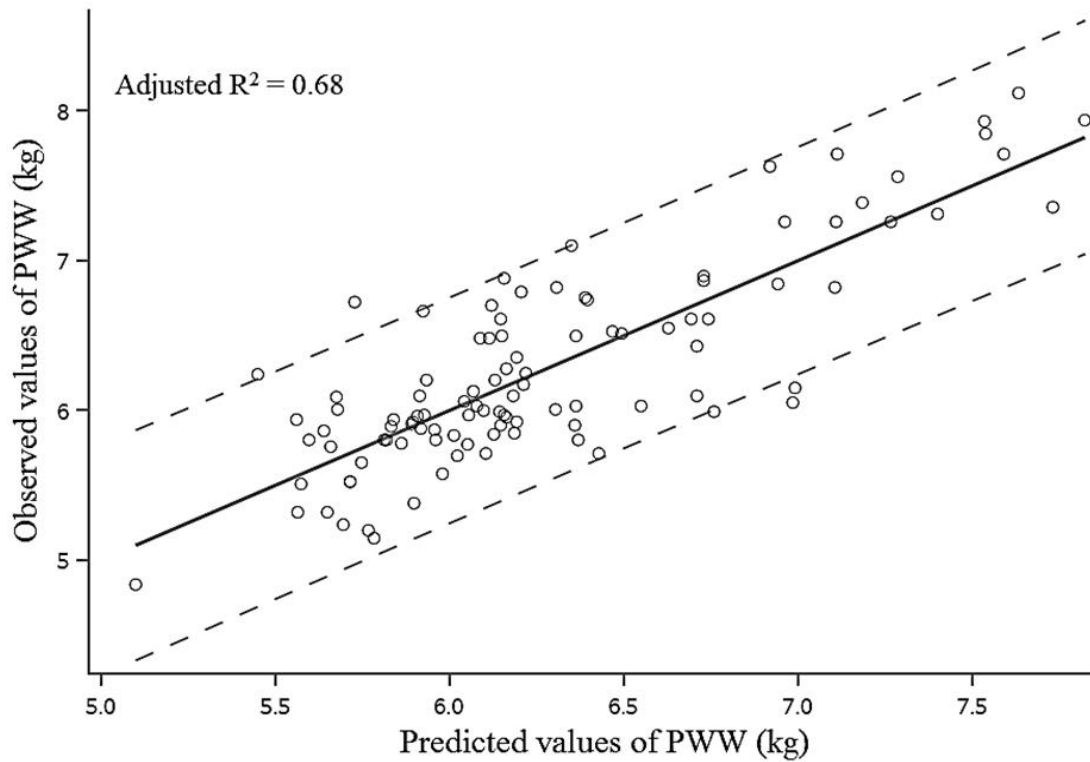
Figures

Figure 1 Scatter plot of observed v. predicted values of PWW derived from the multiple linear regression model shown in Table 3. The solid line represents the regression curve, and dotted lines represent the 95% prediction limit. PWW = piglet weight at weaning.

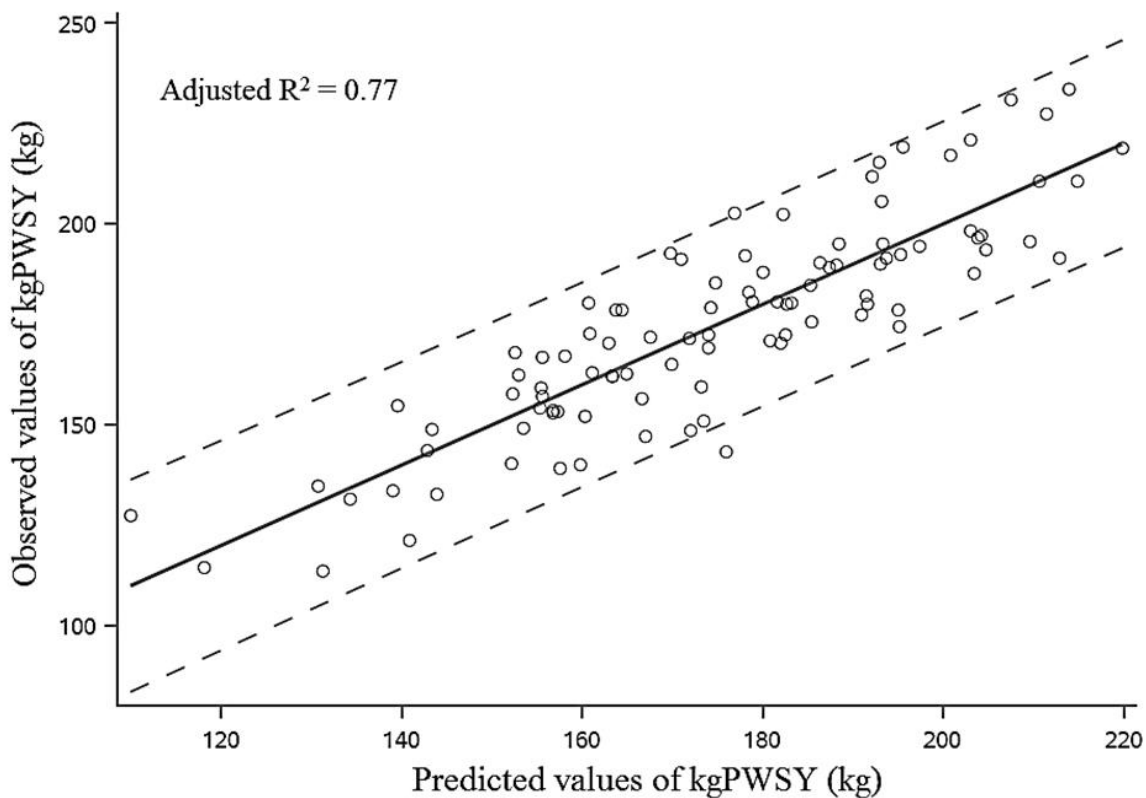


Figure 2 Scatter plot of observed v. predicted values of kgPWSY derived from the multiple linear regression model shown in Table 4. The solid line represents the regression curve, and dotted lines represent the 95% prediction limit. kgPWSY = kilograms of piglets weaned per year.

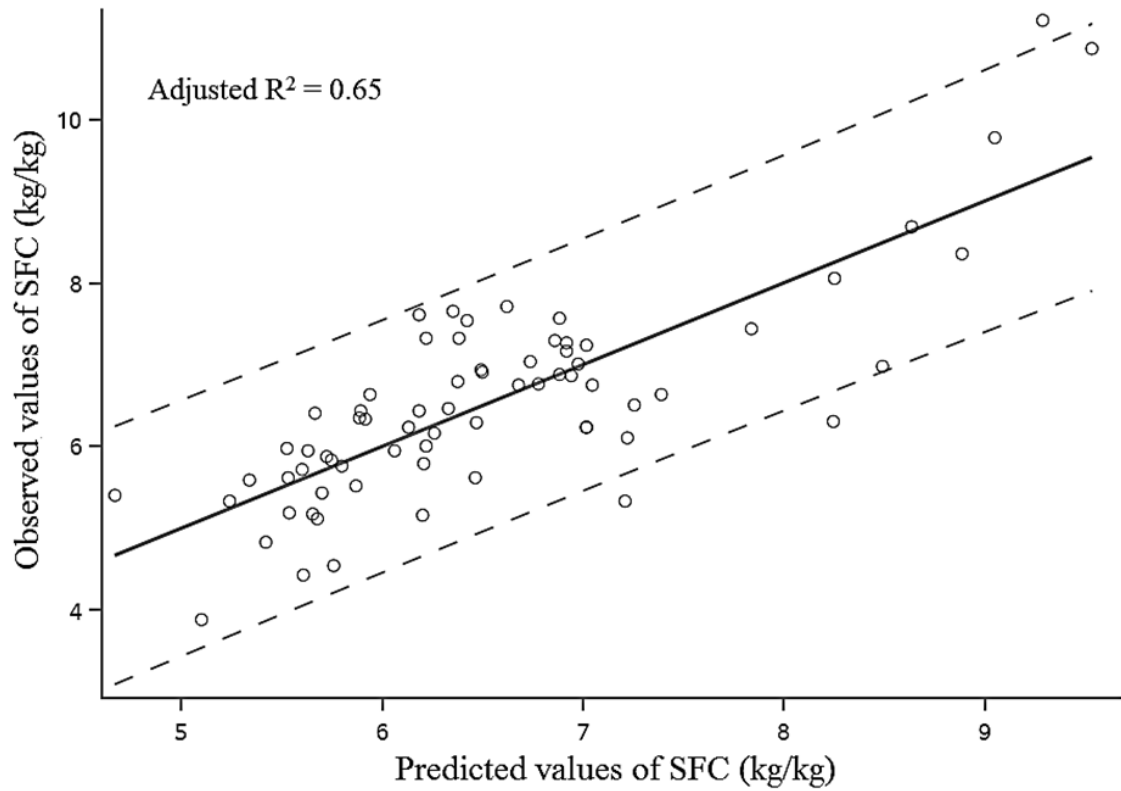


Figure 3 Scatter plot of observed v. predicted values of SFC derived from the multiple linear regression model shown in Table 5. The solid line represents the regression curve, and dotted lines represent the 95% prediction limit. SFC = sow feed conversion.

7 ARTIGO B

Herd-level factors associated with non-productive days and farrowing rate in commercial pig farms in two consecutive years

Carlos Rodolfo Pierozan^{a,1,*}, Marco Aurélio Callegari^a, Cleandro Pazinato Dias^b, Kelly Lais de Souza^c, Josep Gasa^d, Caio Abércio da Silva^e

^aAluno de doutorado, Universidade Estadual de Londrina, Rod. Celso Garcia Cid | Pr 445 Km 380 | Campus Universitário, 86.057-970, Londrina, PR, Brazil

^bAkei Animal Research, Estrada Vicinal Fartura – Areias, Km 3 | Bairro Três Saltos, 18870-000, Fartura, SP, Brazil

^cAluna de graduação, Faculdades Integradas de Ourinhos, Rod. BR-153 | Km 338 | Água do Cateto, 19909-100, Ourinhos, SP, Brazil

^dDepartment de Ciència Animal i dels Aliments, Universitat Autònoma de Barcelona, Plaça Cívica, 08193 Bellaterra, Spain

^eDepartamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Londrina, Rod. Celso Garcia Cid | Pr 445 Km 380 | Campus Universitário, 86.057-970, Londrina, PR, Brazil

* Corresponding author: Carlos Rodolfo Pierozan. Universidade Estadual de Londrina, Rod. Celso Garcia Cid | Pr 445 Km 380 | Campus Universitário, 86.057-970, Londrina, Paraná, Brazil. Tel: +55 43 33714709. Email:

carlospierozan@hotmail.com

Declarations of interest: none

Este artigo foi publicado na revista *Livestock Science*.

¹ Permanent address: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba, Av. Dr. José Sebastião da Paixão | Lindo Vale, 36180-000, Rio Pomba, Minas Gerais, Brazil.

Highlights

- A higher abortion rate negatively affected NPD and FR.
- A reduction in stillbirths was associated with lower NPD.
- A reduction in sow mortality was associated with higher FR.
- Management, facilities and biosecurity also affected NPD and FR.

Abstract

Non-productive days (NPD) and farrowing rate (FR) are indicators related to the number of piglets weaned per sow per year. Identifying the factors that affect these two indicators can improve the productivity and profitability of pig production. The objective of this study was to identify and quantify the associations of some factors related to the performance, management, facilities, feeding, health, and biosafety on NPD and FR over two consecutive years, using an inquiry applied to commercial pig farms in Brazil. Data from 150 farms were collected for a total study population of 135 168 sows, including gilt replacement, breeding (mating), gestation and farrowing/lactation phases. A questionnaire focusing on reproductive performance (for the years 2014 and 2015), management, facilities, feeding, health, and biosafety was administered. Multiple regression models were used to assess associations ($\alpha = 0.05$) between factors and NPD and FR. An increased abortion index was associated with higher NPD (2014) and reduced FR (2014 and 2015); an increase in stillbirths was associated with higher NPD (2014 and 2015), and increased sow mortality was associated with a reduction in FR (2014 and 2015). In addition, farms had lower NPD in 2014, as the sows were younger at first farrowing, and when they had no lined ceiling in the gestation barns. Farms had lower NPD in 2015 when gilts were mated with an average weight of ≤ 139 kg compared to farms that mated gilts with an

average weight >139 kg. Farrowing rate in 2014 was better in farms that fed pregnant sows with liquid/soup diets rather than mash or pelleted diets. Farms with higher FR in 2015 had wet-dry feeders in the farrowing barns rather than separate feeders and drinkers; they also practiced all-in/all-out management in farrowing rooms rather than continuous management. Several factors affect NPD and FR, but in general these factors do not remain the same over the years. Particular attention should be given to reducing abortions, stillborn piglets and the mortality of sows.

Keywords: abortion; breeding; mortality; reproduction; stillborn; swine

Introduction

High prolificacy of the sows is fundamental for good productivity of a swine herd. When high productivity is combined with the use of efficient physical, human and technological resources, the activity becomes more profitable (Labajova et al., 2016). The reduction in the number of non-productive days (NPD) has been pointed out as the best way to improve productivity (Koketsu and Sasaki, 2009) and also the profitability of the herd because as NPD increases there is an increase in sow maintenance costs and decreased profitability (Chansomboon et al., 2009).

Non-productive days is an integrative measure that includes several herd indices and is associated with the farrowing rate (FR; Koketsu and Sasaki, 2009). In turn, maximizing FR is the best way for the farm to minimize NPD (Leman, 1992). In addition, a reduced FR is indicative of reproductive failure, causing the culling of sows with lower-order parities and increased replacement costs (Tummaruk et al., 2010).

Failures in conception or loss of pregnancy can be caused by infectious or non-infectious events (Chantziaras et al., 2018; Althouse et al., 2019). The latter

include several factors related to management, facilities and feeding (de Jong et al., 2013; Koketsu and Iida, 2017; Chantziaras et al., 2018). Reproductive performance indices are also predictors associated with other performance variables; for example, an extended weaning-to-first-service interval is associated with lower FR (Koketsu et al., 2017) and increased NPD.

Many observational studies seek to associate these conditions with the reproductive performance of the sow. However, they generally assess a limited set of factors or focus on production conditions that vary between countries and years (Young et al., 2010; de Jong et al., 2013; Iida and Koketsu, 2015; Iida et al., 2016; Chantziaras et al., 2018); therefore, they cannot be generalized over any space (country) or time.

This study aimed to identify and quantify the associations of some factors related to performance, management, facilities, feeding, health, and biosafety on NPD and FR over two consecutive years (2014 and 2015), using an inquiry applied to Brazilian commercial pig farms.

Material and methods

Sample description

The study did not require approval from the Ethics Committee on Animal Use because no animal was handled. A cross-sectional survey was developed and included convenience-sample information from a total of 150 breeding farms in Brazil with a combined total of 135 168 breeding sows. This accounted for 19.1% of the 709 000 sows and 14.4% of the 1 040 farms listed in the Annual Report on Pig Farming Performance for the year 2014, and 15.5% of the 871 094 sows and 13.1% of the 1 145 farms listed in the Report for the year 2015 (Agriness, 2015, 2016). The selection

criteria were targeted to include pig-breeding farms with at least 100 breeding sows representing a reproduction unit and including gilt replacement, breeding (mating), gestation and farrowing/lactation phases.

The selection of farms that participated in the study was based on the “Mapeamento da Suinocultura no Brasil” (Brazilian Swine Mapping) (Neves et al., 2016) produced by “Associação Brasileira de Criadores de Suínos” (Brazilian Swine Breeders Association - ABCS), which register the main swine producing regions and classify the production system of the farms as well as organization model to which they belong. With the support of this database and the convenience of personal relationships associated with the voluntary acceptance of companies and producers, the farms provided their data. Of the 150 farms, 52% housed up to 500 breeding sows, 21.3% housed 501–1000, 16.7% housed 1001–2000 and 10% housed more than 2000; these percentages were similar to those published in the reports by Agriness (2015) of 60%, 22%, 11% and 7%, and by Agriness (2016) of 55%, 23%, 14% and 8% respectively. Moreover, the farms were representative of the main geographical areas producing pigs in Brazil, namely, the South (42%), Southeast (45.3%) and West-Central (12.7%) regions, and included independent farms (60.7%), integrated producers (32%) and company/cooperative farms (7.3%), including farrow-to-finish (51.7%), farrow-to-feeder pig (32.2%) and farrow-to-weanling (16.1%) farms. Although sampling was done for convenience, the farms were representative of the country's pig farms.

Data collection and manipulation

From June 2016 to July 2017, a paper questionnaire prepared by the research team was completed by either the researchers or the technical farm staff.

The responses on farms were collected per a direct interview with the manager, technical staff, or owner of the farm. Common guidelines were laid down before the start of the interviews/responses. This questionnaire consisted of closed, semi-closed and open-ended questions, covering the identification of and general information regarding the farms, management, facilities, feeding, and health/ biosafety (Table 1). More details on the questions and answers can be obtained from Callegari et al. (2020). These questions were answered by owners, managers or experts who knew the farms thoroughly. Moreover, reproductive performance questions were answered based on high-quality datasets from the software management systems of the farms. The software management system was the same on all farms. Performance parameter data corresponded to the mean values of each herd in each of the two recent years preceding the questionnaire survey (2014: from 1 January to 31 December 2014; and 2015: from 1 January to 31 December 2015). All variables were recorded at the herd level.

For the present study, NPD and FR for the years 2014 and 2015 were selected as the dependent variables. Non-productive days were defined as the number of days when mated sows were neither gestating nor lactating. Farrowing rate corresponded to the percentage of mated sows that farrowed. Farms with a non-stabilized breeding herd, that is, with a variation of more than 10% in the number of productive sows in relation to the previous year, were initially excluded. In addition, not all farms had computed NPD and FR data. Thus, to calculate and analyze NPD, 125 farms were considered in the year 2014 and 127 in the year 2015; to calculate and analyze FR, 134 farms were considered in 2014 and 137 in 2015.

From the set of production factors and from the reproductive performance parameters (explanatory variables), those with the clearest biological relationship

with dependent variables were selected, resulting in a total of 83 variables for subsequent statistical tests. All categorical explanatory variables were classified into two or more categories, and the cut-off point was determined from the distribution of variables, keeping at least 10% of the answers in a given category and grouping similar answers in the same category.

Statistical analysis

Statistical analysis (SAS® University Edition; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) was performed consistent with previous studies (de Jong et al., 2013; Agostini et al., 2014; Fablet et al., 2016). The farm was considered as the experimental unit. For categorical variables, the frequencies in each category were assessed (Proc Freq of SAS), and for continuous variables, the mean, standard deviation and range were determined (Proc Means Univariate Boxplot of SAS). For dependent variables, observations 2.5 times above or below the mean were excluded (12 and 17 observations for DNP for the years 2014 and 2015, respectively; and seven and 10 observations for TP for the years 2014 and 2015, respectively), and a normal log transformation ('Transform Data Task' of SAS) of the NPD for the year 2014 was used to fit with the normality assumptions of multiple regression.

Explanatory variables with presumably no association on the dependent variables, those with more than 15% missing data and those with less than 10% data in a given category, were excluded. 'Endemic diseases', 'vaccinations', and 'antibiotics used during lactation' were open-ended questions with possible response bias; we chose to exclude them (Table 1). Univariate models were used to investigate the association between predicted and predictor variables, where each explanatory variable was included as a single fixed effect for each dependent

variable (Proc GlimSelect Plm Reg of SAS). For categorical independent variables, we used the simple coding method to compare each level to any given level. Numerical and categorical independent variables with $P \leq 0.10$ for the F-test in the simple model were selected and subjected to Pearson's and Spearman's correlation analysis (Proc Corr of SAS) to avoid multicollinearity between continuous variables and confounding problems between categorical variables. When the correlation coefficient was high (≥ 0.60), only one variable was kept, chosen based on the lowest P-value in the univariate model and its biological relevance to the dependent variable.

The remaining explanatory variables were included as fixed effects in multiple regression models and subjected to a manual forward selection to select those explanatory variables significantly ($P < 0.05$) associated with the dependent variables (Proc GlimSelect Plm Reg of SAS). Interactions between factors were analyzed and eliminated when not significant ($P > 0.05$) or when lacking clear biological sense. After constructing models, residuals were plotted for each dependent variable against predicted values to investigate the homogeneity of the variances, as well as the presence of outliers, and tested for normality (Kolmogorov-Smirnov, $P > 0.05$). Observations with student's residual values of ≥ 2.5 or ≤ -2.5 were excluded, and the models were compared with and without the observations, maintaining the best-fit models as final models. In the final models, multicollinearity was assessed using the variance inflation factor (VIF; all selected factors showed $VIF \leq 2$).

The final models for NPD year 2014, NPD year 2015, FR year 2014 and FR year 2015 used, respectively, 115, 103, 123 and 119 observations. Factors with $P < 0.05$ in the final models were considered significant, whereas those with $P < 0.10$

were considered trend. In all tests, values were reported as regression coefficients \pm SEM.

Results

Non-productive days

The average NPD was 13.36 ± 4.01 days (ranging from 5.8 to 22.7) in 2014, and 12.84 ± 3.49 days (ranging from 6.05 to 21.2) in 2015 (Table 2). Multiple regression analysis indicated that NPD in the year 2014 (Table 3) was associated by abortion ($P = 0.05$), stillborn piglets ($P < 0.001$), age of sow at first farrowing ($P = 0.028$) and lined ceiling in gestation barns ($P = 0.018$). For each percentage point increase in aborted piglets, stillborn piglets and each additional day of age of sow at first farrowing, the NPD increased by, 0.06, 0.05 and 0.005 days, respectively. Farms with lined ceiling in the gestation barns showed an increase of 0.20 days in NPD.

The factors associated with NPD in the year 2015 (Table 3) included stillborn piglets ($P = 0.01$) and sow live weight at first mating ($P = 0.002$). Non-productive days in the year 2015 increased by 0.35 days for each percentage point increase in stillborn piglets. Farms that performed the first mating of sows with average weight of ≤ 139 kg showed a decrease of 2.10 days in NPD compared to those that performed this management at above 139 kg live weight on average. The adjusted R^2 values for NPD in the years 2014 and 2015 were, 0.18 and 0.13, respectively, which indicates that the values predicted using the variables included in the models accounted for 18% and 13% of the total variation in the observed NPD values in the years 2014 and 2015.

Farrowing rate

The average FR per farm was 89.83 ± 2.97 (ranging from 82.64 to 96.4) in 2014, and 90.07 ± 3.21 (ranging from 81.74 to 96.68) in 2015 (Table 2). Multiple regression analysis indicated that FR (Table 4) in the year 2014 was affected primarily by abortion ($P = 0.003$), total sow mortality ($P < 0.001$) and the physical form of feed for gestating sows ($P < 0.01$). Each additional percentage point in the rates of abortion and total mortality of sows represented a worsening of -0.76 and -0.25 in FR, respectively. Farrowing rate was lower in farms with mash and pelleted diets than in those with liquid/soup diets for gestating sows.

The variables associated with FR in the year 2015 (Table 4) included abortion ($P < 0.001$), total sow mortality ($P = 0.001$), type of drinker for sows in farrowing rooms ($P = 0.004$), and the housing system in farrowing rooms ($P = 0.047$). Each additional percentage point in the abortion and total mortality of sows represented a worsening of -1.04 and -0.24 in FR, respectively. Farrowing rate was higher in farms with wet-dry feeders for lactating sows in the farrowing rooms than farms with nipple drinkers (drinker separated from the feeder). Farms with all in/all-out management in farrowing rooms showed a better FR than those with continuous accommodation and removal of sows. The adjusted R^2 values for FR in the years 2014 and 2015 were 0.26 and 0.30, respectively, which indicates that the values predicted using the variables included in the models accounted for 26% and 30% of the total variation in the observed FR values in the years 2014 and 2015.

Discussion

Undoubtedly, sow characteristics (e.g., individual body condition) can have an influence on their reproductive parameters (de Jong et al., 2013), but in this study we aimed to identify herd-level factors that could affect NPD and FR, realizing that

their associations persist over time, with the intention of directing potential implementations on farms and guiding future research. The production indices in this study were represented as the mean of all animals of each herd over a year (2014 and 2015). Therefore, NPD and FR were not influenced by seasonal effects, which are known to affect reproductive performance, especially in tropical areas (Tantasuparuk et al., 2000) and in primiparous sows (Kraeling and Webel, 2015).

The low adjusted R^2 values of the four models may indicate that important factors to explain the variability of the dependent variables were not included. The questionnaire did not include questions about management of estrus detection (e.g., frequency and timing of estrus detection, methods of heat detection used), semen collection and processing (e.g., frequency of semen collection and/or delivery, maximum age of extended semen used for artificial insemination, routine for monitoring semen storage temperatures), insemination protocols, or sow culling protocols. These are determining factors in FR (Silveira, 2007; de Jong et al., 2013; Kraeling and Webel, 2015); in turn, FR influences NPD (Koketsu and Sasaki, 2009). Although the inclusion of these factors could better explain the variation in the data, their association with FR and NPD is already well established. In addition, the comparison of adjusted R^2 values between studies is subjective, as the factors studied and their variability differ (Agostini et al., 2014); for example, de Jong et al. (2013) obtained adjusted R^2 values of 0.17 for the weaning-to-estrus interval and 0.36 for the percentage of repeat breeders and considered that the variables included in the two final models explained a considerable amount of data variation compared to other studies that used similar methodologies. In addition, the input and permanence of some factors in the final multiple regression models in preference to several other characteristics studies suggest that these factors are of high productive

importance within the farms. In general, these factors also carried biological plausibility in their associations, validating the methodology used.

Factors associated with both NPD and FR, and factors associated with NPD or FR in more than one year

Abortion was the only factor that featured in the final models of both dependent variables. Its increase was associated with higher NPD (in 2014) and a reduction in FR (in 2014 and 2015). Non-productive days include the period between weaning and conception and the days lost when pregnancy is interrupted by abortion, death or culling of the sow. This means that the occurrence of abortions by itself increases NPD of sows (Iida and Koketsu, 2015; Iida et al., 2016). In addition, the occurrence of abortions may indicate that there are other reproductive problems on the farm, it being an indirect predictor of the increase in NPD. For example, there is a greater risk of abortion for sows that return to estrus and are re-serviced (a factor that increases NPD) compared to pregnant sows in the first service (Vargas et al., 2009; Iida et al., 2016).

The associations observed between an increase in stillbirths and higher NPD in the years 2014 and 2015, as well as an increase in abortions and higher NPD in 2014, may have as primary cause the action of infectious agents in herds, since the infection of a fetus can result in stillbirth or abortion (Christianson, 1992). Possible primary agents include swine parvovirus, pseudorabies and Aujeszky's disease viruses, influenza A virus, *Leptospira* and *Brucella suis* (Althouse et al., 2019). In the present study, 10%, 14% and 1.3% of the farms reported being endemic for *Leptospira*, swine parvovirus, and influenza, respectively, while other studies located in the same Brazilian regions obtained prevalence in cities or farms for these three

agents, in the same order, of approximately 83% (Favero et al., 2002), 96% (Wolf et al., 2008; Ruiz et al., 2017) and 100% (Ciacci-Zanella et al., 2015). Unfortunately, we did not use these variables in the regression analysis because of the clearly underestimated values, possibly due to 'endemic diseases' being an open-ended question in the questionnaire. However, our results suggest that any event that interrupts pregnancy will decrease FR and increase NPD, with abortions and the presence of stillborn piglets being (indirectly) identified as the main factors in this study.

The increase in sow mortality was associated with a reduction in FR in 2014 and in 2015. Assuming that a sow spends about 75% of her life in gestation, it is highly plausible to consider that the death of sows is a major factor in the reduction in FR. This conjecture is valid since the peripartum period, which includes the three days preceding the expected date of farrowing and the three days after farrowing, generally concentrates the majority of these deaths (Calderón Díaz et al., 2015). In addition, there is the possibility that some of the evaluated farms cataloged as "dead" those sows that were actually "culled" from the herd. In turn, reproductive failures remain the main reasons for the culling of sows (Bortolozzo et al., 2019). Therefore, it is possible to suspect that herds that present a higher mortality/culling rate are included with farms with reduced general rates of reproductive performance, including lower FR.

Other factors associated with NPD

The increase in sow age at first farrowing was associated with higher NPD in the year 2014. Studies that aim to establish relationships between the age of sows with reproductive parameters use mainly the factor "gilt age at first mating"

(Magnabosco et al., 2014; Joab, 2019) and not at first farrowing, but it is evident that older sows at first mating will be older sows at first delivery (Babot et al., 2003). Although the older age at first mating can result in a significant ($P < 0.001$) increase in the weight of piglets at weaning (Rozeboom et al., 1996), the delay of entry into productive life must take into account the potential reduction in the performance of the sow throughout its life (Rozeboom et al., 1996; Amaral Filha et al., 2010; Małopolska et al., 2018). Older gilts at first mating had a higher weaning-to-estrus interval in the first farrowing (Sterning et al., 1998). In addition, older mated gilts may show more late returns to estrus (39 to 150 days post-service), while young mated gilts are more likely to show regular returns (18 to 24 days post-service) (Koketsu et al., 2017). Therefore, the older gilt at first mating would be more likely to present higher NPD than younger gilts at first mating; however, the loss in FR would be the same for both categories, as the return to estrus occurs for both older and younger gilts. This may explain the input of the factor “age at first farrowing” in the model for NPD and its absence in the models for FR.

The gilt age at first mating will depend on its age of entry into puberty, which may be related to its weight, backfat thickness (Eliasson et al., 1991), age and growth rate at the time of exposure to the teaser boar (Magnabosco et al., 2014), and genotype (Faccin et al., 2017). In the present study, considering data for the year 2015, farms that mated gilts with average weight less than or equal to 139 kg were associated with lower NPD compared to those that mated gilts with average weight higher than 139 kg, as gilt age at first mating did not input in the final model for NPD in 2015. This demonstrates that the importance of these factors (age versus weight at first mating) depends on the occasion and possible interactions with other factors. Regardless, proper management of gilts to ensure a minimum weight at the first

mating can decrease the NPD (Faccin et al., 2017), but it is necessary to keep in mind that the genetic companies recommend different age and weight targets at first mating (Magnabosco et al., 2014).

The presence of lined ceilings in gestation barns was associated with an increase in NPD in 2014. This result appears inconsistent at first, as the lined ceiling works as a physical barrier, reducing the flow of heat from the roof into the building (Pffer et al., 1998; Nääs et al., 2014), alleviating the thermal stress of the animals. In turn, heat stress during the first 30 days of pregnancy can increase embryonic death (Kraeling and Webel, 2015), an event associated with increased NPD (Iida and Koketsu, 2015; Iida et al., 2016). A singular possibility for the results obtained is that the reduction of the effects of heat stress on the sows (including the use of lined ceilings in gestation barn) can increase the ovulation and conception rates and the litter size (Nääs et al., 2014; Kraeling and Webel, 2015) and thus increase the metabolic demand of sows during lactation, especially in primiparous animals (Sobestiansky et al., 2012), impairing body condition for subsequent mating, resulting in reproductive failures such as an increase in the weaning-to-estrus interval and a consequent increase in NPD.

Others factors associated with FR

Pregnant sows fed with mash or pelleted diets had lower FR in 2014 than those fed with liquid/soup diets. Considering that pregnant sows are often kept under feed restriction, one hypothesis is that diets in a liquid/soup physical form may provide better utilization of the feed and, consequently, reproductive benefits. In the case of pelletizing, this process is known to increase the ileal digestibility of starch, amino acids, and fiber in the total digestive tract (Rojas and Stein, 2017). However,

these beneficial effects appear to be less evident in sows than in growing pigs (Le Gall et al., 2009). In addition, mash or pelleted diets with a high content of fine particles can cause pre-ulcerative and ulcerative lesions, keratinization and erosion of the gastric mucosa (Vukmirović et al., 2017), favoring a scenario of reproductive worsening of sows in relation to those that received liquid/soup diets.

Farms with wet-dry feeders in the farrowing barns had higher FR in 2015 than did farms with drinkers separate from the feeders. Equipment that allows the mixing of water and feed, such as wet-dry feeders, allows the sow to decide when and how much water and food they want to ingest and, in addition, the extent to which they want to mix water with food, increasing feed intake and minimizing the loss of body weight during lactation (Peng et al., 2007). The lower consumption of feed by the sow during lactation is associated with a greater lactational catabolism (Vinsky et al., 2006), resulting in failures in future ovulation (nonexistent or delayed ovulations; Althouse et al., 2019) and culminating in a lower FR (Koketsu and Iida, 2017). These losses suggest that the choice of practices aimed at optimizing feed consumption by the lactating sow may improve performance and reduce reproductive failures.

Farms with all-in/all-out management in the farrowing rooms showed an improvement in FR in 2015 compared to farms with continuous management. Bacterial infections of the reproductive tract can cause regular returns to estrus (Silveira, 2007). In all-in/all-out management the cleaning of the farrowing room takes place completely at one time. This provides a simultaneous and homogeneous reduction in the level of contamination in all farrowing/lactation pens (Skampardonis et al., 2012), reducing both the pressure of infection in the environment and the immune demand of the animals.

Conclusions

The study model allowed the identification of several factors with important associations on NPD and FR, but in general these factors have not remained constant over the years. Farms must focus mainly on reducing abortions, stillborn piglets and sow mortality, factors that were associated with more than one dependent variable or that remained in the models for the two years evaluated.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Acknowledgment

This work was conducted during the period with support of PhD scholarship funded by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel/Araucária Foundation agreement to the student Carlos Rodolfo Pierozan. We thank the companies, cooperatives and producers participants, who trusted us with the data from their farms so that this study could be developed.

References

- Agostini, P.S., Fahey, A.G., Manzanilla, E.G., O'Doherty, J.V., de Blas, C., Gasa, J., 2014. Management factors affecting mortality, feed intake and feed conversion ratio of grow-finishing pigs. *Animal* 8, 1312–1318. <https://doi.org/10.1017/S1751731113001912>.
- Agriness, 2015. *Melhores da suinocultura Agriness*, seventh ed. (2014). Agriness, Florianopolis.

- Agriness, 2016. Melhores da suinocultura Agriness, eighth ed. (2015). Agriness, Florianopolis.
- Althouse, G.C., Kauffold, J., Rossow, S., 2019. Diseases of the Reproductive System, in: Zimmerman, J.J., Karriker, L.A., Ramirez, A., Schwartz, K.J., Stevenson, G.W., Zhang, J. (Eds.), Diseases of Swine, eleventh ed. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, pp. 373–392.
- Amaral Filha, W.S., Bernardi, M.L., Wentz, I., Bortolozzo, F.P., 2010. Reproductive performance of gilts according to growth rate and backfat thickness at mating. Anim. Reprod. Sci. 121, 139–144. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.05.013>.
- Babot, D., Chavez, E.R., Noguera, J.L., 2003. The effect of age at the first mating and herd size on the lifetime productivity of sows. Anim. Res. 52, 49–64. <https://doi.org/10.1051/animres:2003001>.
- Bortolozzo, F., Ulguim, R., Mellagi, A.P., Mallmann, A.L., Bernardi, M., 2019. Issues of sow lifetime productivity from an international perspective: from research to production level. J. Anim. Sci. 97 (Supplement 2), 10–10. <https://doi.org/10.1093/jas/skz122.017>.
- Calderón Díaz, J.A., Nikkilä, M.T., Stalder, K., 2014. Sow longevity, in: Farmer, C. (Ed.), The gestating and lactating sow. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, pp. 423–452.
- Callegari, M.A., Pierozan, C.R., Dias, C.P., Souza, K.L., Foppa, L., Gasa, J., Silva, C.A., 2020. Brazilian panorama of pig breeding sector: a cross sectional study about specific aspects of biosecurity, facilities, management, feeding, and performance. Semina: Ciênc. Agrár. 41, 587–606. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n2p587>.

- Chansomboon, C., Elzo, M.A., Suwanasopee, T., Koonawootrittriron, S., 2009. Genetic and environmental factors affecting weaning-to-first service interval in a landrace-large white swine population in Northern Thailand. *Kaset. J.* 43: 669-679.
- Chantziaras, I., Dewulf, J., Van Limbergen, T., Klinkenberg, M., Palzer, A., Pineiro, C., Moustsen, V.A., Niemi, J., Kyriazakis, I., Maes, D., 2018. Factors associated with specific health, welfare and reproductive performance indicators in pig herds from five EU countries. *Prev. Vet. Med.* 159, 106–114. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.09.006>.
- Christianson, W.T., 1992. Stillbirths, mummies, abortions, and early embryonic death. *Vet. Clin. N. Am-Food A.* 8, 623–639. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30708-8](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30708-8).
- Ciacci-Zanella, J.R., Schaefer, R., Gava, D., Haach, V., Cantão, M.E., Coldebella, A., 2015. Influenza A virus infection in Brazilian swine herds following the introduction of pandemic 2009 H1N1. *Vet. Microbiol.* 180, 118–122. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2015.08.021>.
- de Jong, E., Laanen, M., Dewulf, J., Jourquin, J., de Kruif, A., Maes, D., 2013. Management factors associated with sow reproductive performance after weaning. *Reprod. Dom. Anim.* 48, 435–440. <https://doi.org/10.1111/rda.12093>.
- Eliasson, L., Rydhmer, S., Einarsson, S., Andersson, K., 1991. Relationship between puberty and production traits in the gilt. Age at puberty. *Anim. Reprod. Sci.* 25, 143–154. [https://doi.org/10.1016/0378-4320\(91\)90039-3](https://doi.org/10.1016/0378-4320(91)90039-3).
- Fablet, C., Marois-Chéhan, C., Grasland, B., Simon, G., Rose, N., 2016. Factors associates with herd-level PRRSV infection and age-time to seroconversion in

farrow-to-finish herds. *Vet. Microbiol.* 192, 10–20.

<https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2016.06.006>.

Faccin, J.E.G., Laskoski, F., Lesskiu, P.L., Paschoal, A.F.L., Mallmann, A.L., Bernardi, M.L., Mellagi, A.P.G., Wentz, I., Bortolozzo, F.P., 2017. Reproductive performance, retention rate, and age at the third parity according to growth rate and age at first mating in the gilts with a modern genotype. *Acta Sci. Vet.* 45, 1452. <https://doi.org/10.22456/1679-9216.80034>.

Favero, A.C.M., Pinheiro, S.R., Vasconcellos, S.A., Moraes, Z.M., Ferreira, F., Neto, J.S.F., 2002. Sorovares de leptospiras predominantes em exams sorológicos de bubalinos, ovinos, caprinos, equinos, suínos e cães de diversos estados brasileiros. *Cienc. Rural.* 32, 613–619. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782002000400011>.

Iida, R., Koketsu, Y., 2015. Climatic factors associated with abortion occurrences in Japanese commercial pig herds. *Anim. Reprod. Sci.* 157, 78–86. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2015.03.018>.

Iida, R., Piñeiro, C., Koketsu, Y., 2016. Abortion occurrence, repeatability and factors associated with abortions in female pigs in commercial herds. *Livest. Sci.* 185, 131–135. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.01.023>.

Joab, M., 2019. Determining the optimal age of breeding gilts and its impact on lifetime performance - Literature review. *Acta Agrar. Debr.* 1, 15–20. <https://doi.org/10.34101/actaagrar/1/2363>.

Koketsu, Y., Iida, R., 2017. Sow housing associated with reproductive performance in breeding herds. *Mol. Reprod. Dev.* 84, 979–986. <https://doi.org/10.1002/mrd.22825>.

- Koketsu, Y., Sasaki, Y., 2009. By-parity nonproductive days and mating and culling measurements of female pigs in commercial breeding herds. *J. Vet. Med. Sci.* 71, 263–267. <https://doi.org/10.1292/jvms.71.263>.
- Koketsu, Y., Tani, S., Iida, R., 2017. Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine Health Manag.* 3, 1. <https://doi.org/10.1186/s40813-016-0049-7>.
- Kraeling, R.R., Webel, S.K. 2015. Current strategies for reproductive management of gilts and sows in North America. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 6, 3. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-6-3>.
- Labajova, K., Hansson, H., Asmild, M., Göransson, L., Lagerkvist, C-J., Neil, M., 2016. Multidirectional analysis of technical efficiency for pig production systems: the case of Sweden. *Livest. Sci.* 187, 168–180. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.03.009>.
- Le Gall, M., Warpechowski, M., Jaguelin-Peyraud, Y., Noblet, J., 2009. Influence of dietary fibre level and pelleting on the digestibility of energy and nutrients in growing pigs and adult sows. *Animal* 3: 352–359. <https://doi.org/10.1017/S1751731108003728>.
- Leman, A.D., 1992. Optimizing farrowing rate and litter size and minimizing nonproductive sow days. *Vet. Clin. N. Am.-Food A.* 8, 609–620. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30707-6](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30707-6).
- Magnabosco, D., Cunha, E.C.P., Bernardi, M.L., Wentz, I., Bortolozzo, F.P., 2014. Effects of age and growth rate at onset of boar exposure on oestrus manifestation and first farrowing performance of Landrace × large white gilts. *Livest. Sci.* 169, 180–184. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.09.013>.

- Małopolska, M.M., Tuz, R., Lambert, B.D., Nowicki, J., Schwarz, T., 2018. The replacement gilt: current strategies for improvement of the breeding herd. *J Swine Health Product.* 26, 208–2014.
- Nääs, I.A., Caldara, F.R., Cordeiro, A.F.S., 2014. Conceitos de ambiência na definição de instalações em suinocultura, in: Associação Brasileira de Criadores de Suínos (Ed.), *Produção de suínos: teoria e prática.* ABCS, Brasília, pp. 878–884.
- Neves, M.F., Lima Júnior, J.C., de Sá, N.C., Pinto, M.J.A., Kalaki, R.B., Gerbasi, T., Galli, R.M., Vriesekoop, F., 2016. Mapeamento da suinocultura brasileira. Serviço Brasileiro de Apoio às Pequenas Empresas. Associação Brasileira dos Criadores de Suínos, Brasília, p. 376.
- Peng, J.J., Somes, S.A., Rozeboom, D.W., 2007. Effect of system of feeding and watering on performance of lactating sows. *J. Anim. Sci.* 85, 853–860. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-474>.
- Pffer, I.A., Pedomo, C.C., Sobestiansky, J., 1998. Efeito de fatores ambientais na ocorrência de doenças, in: Sobestiansky, J., Wentz, I., Silveira, P.R.S., Sesti, L.A. (Eds.), *Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho.* Embrapa-SPI, Brasília, pp, 255–274.
- Rojas, O.J., Stein, H.H., 2017. Processing of ingredients and diets and effects on nutritional value for pigs. *J. Anim. Sci. Biotech.* 8, 1–13. <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0177-1>.
- Rozeboom, D.W., Pettigrew, J.E., Moser, R.L., Cornelius, S.G., El Kandelgy, S.M., 1996. Influence of gilt age and body composition at first breeding on sow reproductive performance and longevity. *J. Anim. Sci.* 74, 138–150. <https://doi.org/10.2527/1996.741138x>.

- Ruiz, V.L.A., Ogata, R.A., Bersano, J.G., Catroxo, M.H.B., 2017. Boletim técnico parvovirose suína. Instituto Biológico, São Paulo, pp. 1–22.
- Silveira, P.R.S., 2007. Fatores que interferem na taxa de parição em rebanhos suínos. *Rev. Bras. Reprod. Anim.* 31, 32–37.
- Skampardonis, V., Sotiraki, S., Kostoulas, P., Leontides, L., 2012. Factors associated with the occurrence and level of *Isospora suis* oocyst excretion in nursing piglets of Greek farrow-to-finish herds. *BMC Vet. Res.* 8, 228. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-8-228>.
- Sobestiansky, J., Zanella, E., Silveira, P.R.S., Scheid, I., 2012. Falhas reprodutivas, in: Sobestiansky, J., Barcellos, D. (Eds.), *Doenças dos Suínos*. Cãnone Editorial, Goiânia, pp. 647–692.
- Sterning, M., Rydhmer, L., Eliasson-Selling, L., 1998. Relationships between age at puberty and interval from weaning to estrus and between estrus signs at puberty and after the first weaning in pigs. *J. Anim. Sci.* 76, 353–359. <https://doi.org/10.2527/1998.762353x>.
- Tantasuparuk, W., Lundeheim, N., Dahn, A-M., Kunavongkrit, A., Einarsson, S., 2000. Reproductive performance of purebred Landrace and Yorkshire sows in Thailand with special reference to seasonal influence and parity number. *Theriogenology* 54, 481–496. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(00\)00364-2](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(00)00364-2).
- Tummaruk, P., Tantasuparuk, W., Techakumphu, M., Kunavongkrit, A., 2010. Influence of repeat-service and weaning-to-first-service interval on farrowing proportions of gilts and sows. *Prev. Vet. Med.* 96, 194–200. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.06.003>.
- Vargas, A.J., Bernardi, M.L., Paranhos, T.F., Gonçalves, M.A., Bortolozzo, F.P., Wentz, I., 2009. Reproductive performance of swine females re-serviced after

return to estrus or abortion. *Anim. Reprod. Sci.* 113, 305–310.

<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2008.06.006>.

Vinsky, M.D., Novak, S., Dixon, W.T., Dyck, M.K., Foxcroft, G.R., 2006. Nutritional restriction in lactating primiparous sows selectively affects female embryo survival and overall litter development. *Reprod. Fert. Develop.* 18, 347–355.

<https://doi.org/10.1071/RD05142>.

Vukmirović, Đ., Čolović, R., Rakita, S., Brlek, T., Đuragić, O., Solà-Oriol, D., 2017.

Importance of feed structure (particle size) and feed form (mash vs. pellets) in pig nutrition – a review. *Anim. Feed Sci. Techn.* 233, 133–144.

<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.06.016>.

Wolf, V.H.G., Menossi, M., Mourão, G.B., Gatti, M.S.V., 2008. Molecular basis for porcine parvovirus detection in dead fetuses. *Genet. Mol. Res.* 7, 509–517.

<https://doi.org/10.4238/vol7-2gmr440>.

Young, B., Dewey, C.E., Friendship, R.M. 2010. Management factors associated with farrowing rate in commercial sow herds in Ontario. *Can. Vet. J.* 51, 185–189.

Table 1 Summary of the questions included in the questionnaire and used¹ to analyze factors associated with non-productive days and farrowing rate.

Item	Subitem	Summary of the questions
Farm/herd identification	Farm description	City, state, business type, farm type, number of sows, farm age, last renovation
	Other general information	General management, genetics of the female and male lines, origin of replacement gilts, duration of and time since quarantine, age and weight at sexual maturity
Management questions	Gilt replacement	Gilt adaptation care, hormonal treatments for estrus induction
	Mating/gestation	Type of insemination, observation of return to estrus at 21 days, ultrasound use
	Farrowing/lactation	Farrowing monitoring, farrowing synchronization, supply of colostrum, cross fostering, weaning type and day
	Workforce	Type of workforce and number of handlers in each sector
Facilities questions	Gilt replacement	Number and type of housing (pen or crate), type of pig barn, type of floor, ventilation, type of feeder and drinker, type of roof, presence of ceiling lining
	Mating	Number and type of housing (pen or crate), type of floor, ventilation and humidification, type of feeder and drinker
	Gestation	Number and type of housing (pen or crate), group size, type of floor, ventilation and humidification, type of feeder and drinker, type of roof, presence of ceiling lining
	Farrowing	Number and distribution of housings in the pig barn, type of building (farrowing rooms for all-in/all-out management), type of separation between housings, type of floor, ventilation and humidification, heating, cooling, type of insulation, type of feeder and drinker, type of roof, presence of ceiling lining
Feeding	General information	Number of feeds per phase, feed composition, physical form of the feed and number of daily feedings per phase, start of creep feeding for piglets, feed origin and type of feed storage
Health and biosafety	General information	Endemic diseases, vaccinations, antibiotics used during lactation, dietary supplements (e.g. iron, coccidiostatic agents, vitamin complex), teeth/tail/navel management, castration, water origin and treatment, water tank site, farrowing room disinfection and type of disinfectant, double fence, nearby farms, site of carcass disposal, pest control programme, manure storage and collection period, biodigester
Reproductive performance	Herd structure	Age at first farrowing, annual replacement, average culling cycle, sow mortality rate (gestation, farrowing and total), number of teaser boars for oestrus diagnosis
	Reproductive rhythm	Farrowings per sow per year, farrowing interval, non-productive days, weaning-oestrus interval, weaning-fertile-oestrus interval, abortions, farrowing rate
	Fecundity	Duration of lactation, total and live born pigs, stillbirths, mummified pigs, piglets weaned per litter, piglets weaned per sow per year, sow feed intake per year

¹ Not all variables were used in the first step of the statistical analysis (univariate regression). Explanatory variables presumably with no association on the dependent variables, those with more than 15% missing data and those with less than 10% data in a given category, were initially excluded. 'Endemic diseases', 'vaccinations' and 'antibiotics used during lactation' were open-ended questions with possible response bias; we chose to leave them out of the statistical analysis.

Table 2 Descriptive values¹ of the dependent and independent continuous variables included in the models of non-productive days and farrowing rate in 150² pig-breeding farms.

Variable	Year	n	Mean ± SD	Median	Range	
					Minimum	Maximum
Non-productive sow days (day) ^{3, 4}	2014	113	13.36 (4.01)	12.46	5.80	22.70
Non-productive sow days (day) ³	2015	110	12.84 (3.49)	12.42	6.05	21.20
Farrowing rate (%) ³	2014	127	89.83 (2.97)	89.99	82.64	96.40
Farrowing rate (%) ³	2015	127	90.07 (3.21)	90.22	81.74	96.68
Stillborn piglets (%)	2014	133	5.18 (2.29)	5.25	0.33	11.79
Stillborn piglets (%)	2015	137	5.38 (2.53)	5.56	0	14.36
Abortion (%)	2014	133	1.66 (0.96)	1.54	0	5.36
Abortion (%)	2015	137	1.81 (1.08)	1.62	0	5.68
Total sow mortality (%)	2014	132	6.67 (3.47)	5.99	0.13	16.9
Total sow mortality (%)	2015	133	6.92 (3.38)	6.50	0.60	20.26
Age of sow at first farrowing (day)	2014	131	349.68 (13.65)	351	308	383

¹ Means of the farms in a one-year period (from January 1 to December 31, 2014 and 2015).

² Farms with non-stabilized herds (more than 10% of variation in number of productive sows in last year) initially were excluded – 14 farms were excluded for 2014 and 13 were excluded for 2015.

Remaining records were considered missing (no available data in the farm management computer system).

³ Records with 2.5 SD above or under the mean were excluded, aiming at normalizing the distribution of variables.

⁴ Variable under non-normalized distribution, then log-normal transformed.

Table 3 *Estimated effects of production factors on the parameter non-productive days (day) for the years 2014 (log-normal transformed) and 2015.*

Variable	Category	Estimate (SEM)	95% coefficient interval		
			Lower	Upper	P-value
<i>Year 2014¹</i>					
Intercept	-	0.53 (0.76)	-0.97	2.03	0.483
Abortion (%)	-	0.06 (0.03)	0.00	0.12	0.050
Stillborn piglets (%)	-	0.05 (0.01)	0.02	0.07	<0.001
Age of sow at first farrowing (day)	-	0.005 (0.002)	0.0005	0.0091	0.028
Lined ceiling in gestation barns	Yes	0.20 (0.08)	0.03	0.37	0.018
	No	-	-	-	-
<i>Year 2015²</i>					
Intercept	-	11.84 (0.78)	10.28	13.40	<0.001
Stillborn piglets (%)	-	0.35 (0.13)	0.08	0.61	0.010
Sow live weight in first mating (kg)	≤ 139.00	-2.10 (0.65)	-3.39	-0.81	0.002
	> 139.00	0	-	-	-

¹ Partial adjusted R^2 values: stillborn piglets = 0.08; age of sow at first farrowing = 0.12; abortion = 0.14; farrowing room with lined ceiling = 0.18.

² Partial adjusted R^2 values: sow live weight in first mating = 0.08; stillborn piglets = 0.13.

Table 4 *Estimated effects of production factors on the parameter farrowing rate (%) for the years 2014 and 2015.*

Variable	Category	Estimate (SEM)	95% coefficient interval		
			Lower	Upper	P-value
<i>Year 2014¹</i>					
Intercept	-	95.97 (0.93)	94.14	97.81	<0.001
Abortion (%)	-	-0.76 (0.25)	-1.25	-0.27	0.003
Total sow mortality (%)	-	-0.25 (0.07)	-0.38	-0.12	<0.001
Physical form of feed for gestating sows	Mash	-3.58 (0.77)	-5.11	-2.05	<0.001
	Pellet	-2.86 (0.96)	-4.77	-0.96	0.004
	Liquid/soup	0	-	-	-
<i>Year 2015²</i>					
Intercept	-	92.30 (0.87)	90.57	94.02	<0.001
Abortion (%)	-	-1.04 (0.25)	-1.55	-0.53	<0.001
Total sow mortality (%)	-	-0.24 (0.07)	-0.39	-0.10	0.001
Type of drinker for sows in farrowing rooms	Wet-dry feeder	1.77 (0.61)	0.57	2.98	0.004
	Water cup	0.95 (0.70)	-0.44	2.35	0.178
	Nipple	0	-	-	-
Housing system in farrowing rooms	All-in all-out	1.20 (0.60)	0.02	2.39	0.047
	Continuous	0	-	-	-

¹ Partial adjusted R^2 values: total sow mortality = 0.09; physical form of feed for gestating sows = 0.21; abortion = 0.26.

² Partial adjusted R^2 values: abortion = 0.14; total sow mortality = 0.20; type of drinker for sows in farrowing room = 0.28; housing system in farrowing rooms = 0.30.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos apresentados na presente tese permitem tecer as seguintes considerações com base nas hipóteses estabelecidas e nos objetivos propostos:

- a) Foi possível identificar diversos fatores de produção, de diversas naturezas (instalações, manejo, alimentação, biossegurança, rendimentos produtivos), que afetaram variáveis relacionadas à prolificidade (PLD, kgLDMA e CAM) e ao ritmo reprodutivo (DNP e TP) de matrizes suínas, bem como quantificar o efeito desses fatores. A maior parte das associações entre os fatores de produção e os índices de interesse zootécnicos teve sentido biológico evidente;
- b) Um dos motivos da escolha de PLD, kgLDMA e CAM, e também DNP e TP, foi que estas variáveis guardam uma relação entre si. Entretanto, os fatores que entraram em cada modelo divergiram a depender da variável de interesse. Ademais, evidenciou-se no segundo estudo, o qual abordou DNP e TP em dois momentos distintos (2014 e 2015), que os fatores que permaneceram nos modelos finais em cada ano não foram estritamente os mesmos. Esse cenário já era esperado, uma vez que o estudo teve caráter observacional transversal, utilizando-se de modelagem dinâmica, o que nos oferece estimativas de associação, e não de causa *versus* efeito;
- c) À luz das considerações anteriores, alguns fatores permaneceram nos modelos finais de mais de uma variável (os quais: duração da lactação, leitões nascidos vivos por leitegada e abortos), ou de uma mesma variável em momentos distintos (os quais, natimortos e mortalidade de matrizes), o que poderia indicar uma maior importância destes fatores em relação aos demais que afetaram apenas uma variável ou não permaneceram ao longo do tempo;
- d) A maior parte dos fatores acima elencados (os quais se

pressupõe serem de maior importância) são índices zootécnicos, à exceção da duração da lactação, o qual é um fator com caráter de manejo. Isso demonstra que os índices zootécnicos estão inter-relacionados, e que para melhorar um determinado índice de interesse (denominado aqui como primário) é necessário identificar quais dos outros índices o estão impactando (denominados aqui como secundários). A partir desse diagnóstico, seria necessário trabalhar os fatores base (isto é, aqueles de caráter de manejo, instalações, etc.) a fim de melhorar o índice secundário, o que por sua vez melhoraria o índice primário.

Com base nessas considerações e no decorrer do desenvolvimento desses ensaios, recomenda-se:

- a) Que granjas, empresas e cooperativas que optem por adotar similar metodologia utilizada nesse trabalho atualizem regularmente os modelos a fim de verificar se há mudanças nos fatores de importância, garantindo assim a acurácia da estimativa dos efeitos dos fatores sobre os índices de interesse;
- b) Que sejam creditadas maiores ações direcionadas à adoção de instalações e métodos alternativos de manejo que propiciem melhoras em termos de produtividade, mas também que signifiquem ao mesmo tempo vantagens de bem-estar aos animais e de biossegurança, ampliando assim a aceitabilidade dessas mudanças por toda a cadeia produtiva;
- c) Que futuros estudos dediquem especial atenção à elaboração de questionários/levantamentos direcionados apenas aos fatores com possibilidades bem fundamentadas de afetar os rendimentos produtivos de interesse. O tipo das questões (aberta, semiaberta, fechada) e o tamanho do questionário devem ser bem definidos a fim de evitar potencial desinteresse por parte dos entrevistados e entrevistadores, o que acarretaria possíveis vieses de resposta. Dessa forma, se torna mais simples e acertada a seleção dos



fatores em cada etapa das análises estatísticas e mais fidedignos os resultados.

Por fim, é fundamental lembrar que o ambiente de alojamento confinado é formado por uma série de componentes estruturais, de manejo, sanitários e nutricionais, com diferentes modelos e características particulares inerentes a cada um. A reflexão sobre os resultados individuais para cada componente dessa complexa estrutura, no que tange o desempenho e bem-estar animal, se torna um tanto quanto abstrata, uma vez que as granjas podem associar esses componentes de diversas formas, o que, em teoria, poderia melhorar ou piorar os resultados de acordo com as interações entre esses fatores. Portanto, recomenda-se que cada granja ou sistema produtivo desenvolva seus próprios estudos de gestão de seus dados a fim de direcionar suas ações da forma mais assertiva possível.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Instrumento de pesquisa utilizado na coleta de dados

 Universitat Autònoma de Barcelona	<h3>LEVANTAMENTO DA GRANJA</h3> <p>Características da exploração e índices prroduvos nas granjas de matrizes (S1)</p> <p>Nº Estudo: 1</p> <p>❖ Data da realização do levantamento (dd/mm/aa): ___ / ___ / ___</p> <p>0. Período da informação obtida: _____</p>	 University of London																																						
I. IDENTIFICAÇÃO:																																								
<p>1. Nome da granja / empresa:</p> <p>.....</p> <p>2. Número de ordem:.....</p> <p>3. Cidade :.....</p> <p>4. Estado:</p> <p>5. Tipo de negócio:</p> <p>Indedentende Integradora UPL Integrado</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>6. Número de matrizes</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">Produtivas</td> <td style="text-align: center;">Total</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="text"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="text"/></td> </tr> </table> <p>7. Tipo de granja:</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">S1</td> <td style="text-align: center;">S1+S2</td> <td style="text-align: center;">CICLO COMPLETO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>8. Idade da granja (anos):</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">< 5 anos</td> <td style="text-align: center;">de 5 a 15 anos</td> <td style="text-align: center;">>15 anos</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Nº exato se possível:</p> <p>9. Última reforma :</p> <p>.....</p>		Produtivas	Total	<input type="text"/>	<input type="text"/>	S1	S1+S2	CICLO COMPLETO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	< 5 anos	de 5 a 15 anos	>15 anos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																						
Produtivas	Total																																							
<input type="text"/>	<input type="text"/>																																							
S1	S1+S2	CICLO COMPLETO																																						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																						
< 5 anos	de 5 a 15 anos	>15 anos																																						
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																						
II. INFORMAÇÕES GERAIS																																								
<p>10. Manejo geral (lotes semanal ou em bandas):</p> <p style="padding-left: 40px;">Lotes semanal <input type="checkbox"/></p> <p style="padding-left: 40px;">Bandas (marcar nº de semanas)</p> <table border="0" style="margin-left: 40px;"> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">Outros</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	2	3	4	5	Outros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>11. % Genética da linha fêmea:</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">PIC</td> <td style="text-align: center;">DB</td> <td style="text-align: center;">TOPIGS</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="text"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="text"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">CHOICE</td> <td style="text-align: center;">F2</td> <td style="text-align: center;">Outras</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="text"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="text"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="text"/></td> </tr> </table> <p>12. % Genética do macho finalizador:</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">PIC</td> <td style="text-align: center;">DB</td> <td style="text-align: center;">TOPIGS</td> <td style="text-align: center;">Hipersadia</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="text"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="text"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="text"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">CHOICE</td> <td style="text-align: center;">F2</td> <td style="text-align: center;">Outras</td> <td style="text-align: center;">Embrapa</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="text"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="text"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="text"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="text"/></td> </tr> </table>		PIC	DB	TOPIGS	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	CHOICE	F2	Outras	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	PIC	DB	TOPIGS	Hipersadia	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	CHOICE	F2	Outras	Embrapa	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	3	4	5	Outros																																				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																				
PIC	DB	TOPIGS																																						
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																						
CHOICE	F2	Outras																																						
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																						
PIC	DB	TOPIGS	Hipersadia																																					
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																					
CHOICE	F2	Outras	Embrapa																																					
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																					

13. Origem da reposição:

Auto reposição | Compra direta
 |

Idade da entrada:

14. Duração (dias) e distância em caso de quarentena (km):

Adaptação | quarentena/
Adaptação | Distância
 | |

15. Idade ao entrar ao ciclo produtivo (meses):

.....

16. Peso vivo objetivo aproximado ao entrar ao ciclo produtivo (kg)

.....

III. VARIÁVEIS INDEPENDENTES

**a. Instalações: de cada uma das fases de produção.
REPOSIÇÃO**

17. Número de alojamentos:

18. Distribuição dos alojamentos (nº baias e animal por baia):

Gaiolas | nº baias | nº animal/baia
 | |

19. Tipo de Instalação:

Aberta | Fechada
 |

20. Tipo de piso (marcar mais de uma opção se corresponde):

Compacto | < 50% ripado | > 50% ripado
 | |

Cimento | Metálico | Plástico
 | |

21. Ventilação:

Natural | Forçada
 |

22. Tipo de comedouro:

Corrido | Individual | Comedouro Engorda
 | |

23. Tipo de bebedouro:

Corrido | Chupeta | Cocha ou Taça
 | |

24. Tipo de telhado

Fibro cimento | Zinco/alumínio
 |

Barro | Isotérmico
 |

25. Forro:

Sim | Não
 |

PRÉ-GESTAÇÃO (PG)

26. Número de alojamentos:
27. Tipo de alojamentos:
- Gaiolas Outros (especificar)
28. Tipo de piso (marcar mais de uma opção se corresponde):
- < 50% ripado > 50% ripado Compacto
- Cimento Outros (especificar)
29. Ventilação e umidificação
- Natural (Manual) Natural (Automática) Forçada (Positiva) Forçada (Negativa)
- Umidificação Sim Umidificação Não
30. Tipo de comedouro:
- Corrido Individual
31. Tipo de bebedouro:
- Chupeta Taça
- De nível Outro (especificar)
- GESTAÇÃO (GC)**
32. Número de alojamentos:
33. Baías Coletivas Gaiolas
34. Distribuição dos alojamentos
- Nº Baías Nº Animal/Baixas Nº Gaiolas
35. Tamanho dos grupos (marcar mais de uma opção se corresponde):
- < 6 anim. 6<39 anim. >39 anim.
36. Tipo de piso (marcar mais de uma opção se corresponde):
- < 50% ripado > 50% ripado Compacto
- Cimento Outro (especificar)
37. Ventilação e umidificação
- Natural (Manual) Natural (Automática) Forçada (Positiva) Forçada (Negativa)
- Umidificação Sim Umidificação Não
38. Sistema de alimentação
- Jaula auto bloqueante Caída lenta "FitMix"
- "Túnel" Outros (especificar)
39. Tipo de bebedouro:
- Chupeta Taça
- De nível Outro (especificar)

40. Tipo de telhado

Fibro cimento	Zinco/alumínio	Barro
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

41. Forro:

Sim	Não
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MATERNIDADE (M)

42. Número de alojamentos:.....

43. Edificação:

Salas de parto (Todos dentro, todos Fora)	Outros (especificar)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

44. Distribuição dos alojamentos

Nº Salas	Nº alojamentos/Sala
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

45. Divisão entre alojamentos:

Barras	Sólidas	Misto
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

46. Tipo de piso (marcar mais de uma opção se corresponde):

<50% ripado	>50% ripado	100% ripado
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Matriz:

Cimento	Metálico	Plástico
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Leitões:

Cimento	Metálico	Plástico
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

47. Ventilação e umidificação do ar:

Natural (Manual)	Natural (Automática)	Forçada (Positiva)	Forçada (Negativa)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Umidificação Sim	Umidificação Não
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

48. Aquecimento

Leitões:

Placa	Lâmpada
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Papel	Outro (especificar)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

49. Refrigeração (marcar mais de uma opção se corresponde):

"Cooling"	Outro (especificar)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

50. Tipo isolamento:

Cortina	Janela
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

51. Tipo de comedouro:

Tipo "Holandes"	Tipo cocho	Com água incorporada
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

52. Tipo de bebedouro:

Matriz:

Próprio comedouro	Taça	Chupeta	Manguera
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Leitões:

Chupeta	Concha	Outros
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

51. Tipo de telhado

Fibro cimento	Zinco/alumínio
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Barro	Isotérmico
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

54. Forro:

Sim	Não
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

b. Aspectos sanitarios e bioseguridade
55. Enfermedades endêmicas :

1	.....
2	.....
3	.....
4	.....
5	.....
6	.....

56. Programa de vacinas:

Vacina Aplicada	Idade animal (meses)
1
2
3
4
5
6

57. Antibióticos: programa e vias: (marcar mais de uma opção se corresponde).

Leitões:

Sem tratamento	1 vez/lactação	>1 vez/lactação
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

58. Antibióticos utilizados:

1	.....
2	.....
3	.....
4	.....
5	.....
6	.....

59. Aplicação nos leitões:

Ferro	Coccidiostáticos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Complexo vitamínico	Outro (especificar)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

60. Manejo de dentes leitões:

Não	Sim (especificar)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

61. Manejo de cauda leitões:

Não	Sim (especificar)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

62. Manejo de umbigo leitões:

Não	Sim
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

63. Castração

Não Sim

64. Origem e tratamento da água utilizada na granja:

Poço Rio Poço artesiano

Mina Outros (especificar)

Tratamento:

Sim Não

65. Disposição Caixa d'água:

Dentro barracão Fora barracão

66. Desinfecção na maternidade:

Não Sim (qual?)

67. Presença de duas cercas na granja:

Sim Não

68. Número e tipo de granjas em um determinado raio de Km.:

1-2 km 2-5 km >5 km

UPL Ciclo completo

69. Localização do depósito de cadáveres:
Localização:

Fora granja

Dentro granja (especificar) Distância(m)

Gestão:

Empresa externa Própria (especificar)

Periodicidade recolhimento (especificar)

70. Programa de controle de pragas (insetos, roedores,...)

Sim Não

Periodicidade (vezes por ano)

71. Esterco (Armazenamento e periodicidade de esvaziar):
Lagos:

Capacidade armazenagem (meses):

Localização (especificar):

Gestão:

Empresa externa Própria (especificar)

Periodicidade de retirada (especificar)

72. Biodigestor

Sim Não



Universitat Autònoma
de Barcelona



c. Alimentação

73. Número de ração em cada fase

REPOSIÇÃO (a partir de 90 kg de PV)

Expecífico Outro (especificar)

Gestação

Única Mais de Uma (especificar)

Maternidade

Única

Mais de Uma (especificar)

.....

74. Composição das rações:

Fase Produção	Composição	Único		Outro	
		Inverno	Verão	Inverno	Verão
REPOSIÇÃO	EM (Kcal/kg)				
	PB (%)				
	Lys Total (%)				
GESTAÇÃO	EM (Kcal/kg)				
	PB (%)				
	Lys Total (%)				
MATERNIDADE	EM (Kcal/kg)				
	PB (%)				
	Lys Total (%)				

75. Forma e programa de alimentação (marcar com um "X" onde corresponda):

Fase Produção	Forma do alimento				Vezes / dia (ad Lib., 1,2,3)
	SÓLIDA		SOPA	LÍQUIDA	
	Farelada	Peletizada			
REPOSIÇÃO					
PRÉ COBERTURA					
GESTAÇÃO CONF.					
MATERNIDADE					

76. "Creep Feed":

Sim	Não	Início pós-parto (dias)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

77. Origem da Ração:

Produção na granja	Adquire pronta
<input type="text"/>	<input type="text"/>

78. Armazenagem da ração:

	Silo	Sacaria
Gestação	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Silo	Sacaria
Lactação	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Silo	Sacaria
Leitões	<input type="text"/>	<input type="text"/>

d. Manejo:

Este parágrafo contempla a obtenção da informação respeito de algumas práticas de manejo mais específicas realizadas em cada uma das fases da produção da exploração.

- REPOSIÇÃO
79. Cuidados durante a adaptação de marrãs

Sim	Não
<input type="text"/>	<input type="text"/>

80. Tratamentos hormonais para estimulação do cio:

Sistemáticos	Esporádicos
<input type="text"/>	<input type="text"/>

- COBERTURA CONTROLE (CC):
81. Tipo de Inseminação:

Cervical (C)	Intrauterina (IU)	Monta Natural (MN)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

82. Observa retorno 21 dias:

Sim	Não
<input type="text"/>	<input type="text"/>

83. Diagnóstico ecográfico:

Sim	Não
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Frequência:

1 vez	2 vezes	(especificar dias)
<input type="text"/>	<input type="text"/>

-MATERNIDADE (M):
84. Realiza acompanhamento do parto:

Rotina	Esporádica	Não
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

85. Períodos de acompanhamento do parto:

Dia e noite	Durante o dia
<input type="text"/>	<input type="text"/>

86. Sincronização dos partos:

Total	Parcial	Não
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

87. Fornecimento de colostro:

Natural	Intervenção
<input type="text"/>	<input type="text"/>

(especificar)

.....

88. Adoção:

Não	Por N ^o	Por N ^o + tamanho
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

89. Desmame:

Fixo	Dia	Fracionado	Dias
<input type="text"/>	<input type="text"/>

90. Mão de obra:

Contratada	Familiar	Ambos
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

91. Pessoais ou grau de especificidade:

Esta seção faz referência se a mão de obra é específico para cada uma das fases, ou se não faz diferença do uso de pessoal para às fases
Número de Funcionários:

Grau de especialização da mão de obra:

<input type="text"/>	Gestação Lactação Resto
<input type="text"/>	Gestação Lactação
<input type="text"/>	Gestação
<input type="text"/>	Maternidade
<input type="text"/>	Não diferencia

IV. Rendimentos produtivos: 2014/2015

a. Estrutura do rebanho: 2014/2015

92. Variação no censo (especificar porcentagem no caso afirmativo):

	Sim	%	Não
2014	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Sim	%	Não
2015	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

93. Idade ao primeiro parto (dias):

2014	<input type="text"/>	2015	<input type="text"/>
------	----------------------	------	----------------------

94. Reposição anual (%):

2014	<input type="text"/>	2015	<input type="text"/>
------	----------------------	------	----------------------

95. Ciclo medio de descarte (partos por porca de abate):

2014	<input type="text"/>	2015	<input type="text"/>
------	----------------------	------	----------------------

96. Mortalidade total:

2014	<input type="text"/>	2015	<input type="text"/>
------	----------------------	------	----------------------

97. Mortalidade anual de matriz durante a gestação:

2014	<input type="text"/>	2015	<input type="text"/>
------	----------------------	------	----------------------

98. Mortalidade anual de matriz durante a maternidade

2014	<input type="text"/>	2015	<input type="text"/>
------	----------------------	------	----------------------

99. Número de machos (para repasse de cio):

2014	<input type="text"/>	2015	<input type="text"/>
------	----------------------	------	----------------------



Universitat Autònoma
de Barcelona



Universidade
Federal de Londrina

b. Ritmo reprodutivo

100. Partos matriz /ano:

2014 2015

101. Intervalo entre partos (días):

2014 2015

102. Dias não produtivos / matriz produtiva/ano:

2014 2015

103. Intervalo desmame-cio (días):

2014 2015

104. Intervalo desmame-cobertura fértil (días):

2014 2015

105. Fertilidade pelo ecógrafo (1-repetição):

2014 2015

106. Abortos (%):

2014 2015

107. Índice de partos (%):

2014 2015

c. Prolificidade

108. Duração da lactação (días):

	Média	Mín.	Máx.
2014	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

	Média	Mín.	Máx.
2015	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

109. Nascidos total:

	Média	Mín.	Máx.
2014	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

	Média	Mín.	Máx.
2015	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

110. Nascidos vivos:

	Média	Mín.	Máx.
2014	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

	Média	Mín.	Máx.
2015	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

111. Natimortos:

	Média	Mín.	Máx.	% sobre nascidos total
2014	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

	Média	Mín.	Máx.	% sobre nascidos total
2015	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>



Universitat Autònoma
de Barcelona



Universidade
Federal de Londrina

112. Nascidos mumificados:

	Média	Mín.	Máx.	% sobre nascidos total
2014	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2015	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

113. Desmamados por leitegada:

	Média	Mín.	Máx.
2014	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2015	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

114. Desmamados / matriz ano:

2014	<input type="text"/>	2015	<input type="text"/>
------	----------------------	------	----------------------

115. Consumo de ração matriz / ano (Kg):

	Total	Gestação	Lactação	Outros: (especificar)
2014	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
.....				
2015	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

116. PV aproximado ao desmame (kg):

2014	<input type="text"/>
2015	<input type="text"/>

ANEXOS

ANEXO A
Normas da revista *Animal*

animal
An International Journal of Animal Bioscience

Instructions for authors

Last updated June 2018

Introduction

animal – an International Journal of Animal Bioscience is a peer-reviewed journal, published monthly in English, in both print and online formats (12 issues making a volume). Special issues or supplements may also be produced upon agreement with the Editorial Board. There are no page charges, except for reproduction of illustrations printed in colour and for the Open Access option that requires payment of an Article Processing charge.

The scope of the journal, the expected standards of published articles, the article types published by *animal*, the ethics policy, the evaluation procedures and peer-review criteria, the handling of misconducts as well as procedures for complaints and appeals are presented in the Publication policies available at <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>.

Submitted manuscripts should not have been published previously, except in a limited form (e.g. abstract or short communication to a symposium or part of MSc or PhD theses) and should not be under consideration for publication by another journal. Book reviews are not accepted.

General specifications for different types of article

Table 1 *Specifications for the articles published in animal*

Article type	Maximum length (all text except figures)	Maximum number of tables plus figures	Maximum number of references	Additional information
Original research	7 000 words (= 9 journal pages)	8	35	
Short communications	3 000 words	3	10	
Reviews	9 500 words (= 12 journal pages)	10	50	
Opinion papers	1700 words (= 2 journal pages) or 1 200 if a figure is submitted	1	5	
All article types			5 references per 1000 words	Supplementary material can be proposed and will be made available online

Recommendations for preparation of papers

The responsibility for the preparation of a paper in a form suitable for publication lies with the author. Authors should consult recent articles of *animal*, available at <https://www.cambridge.org/core/journals/animal>, to make themselves familiar with the layout and style of *animal*. A **style sheet** summarising these indications is available on our website at <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>.

Before submitting your manuscript, you should consult the pre-submission checklist at (<https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>). Manuscripts that do not comply with the specifications described in Table 1 or with the directions detailed below will not be accepted for peer-review. Compliance with instructions will ensure that manuscripts are peer reviewed exclusively on academic merit. Any deviations from these instructions will be at the discretion of the Editor-in-Chief.

All co-authors must agree with the content of the manuscript. Authors must have obtained permission to use copyrighted material in the manuscript prior to submission. Work described in the manuscript must comply with ethical guidelines available on the website <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors> and be reported according to "The ARRIVE Guidelines for Reporting Animal Research" detailed in Kilkenny *et al.* (2010)¹ and summarised at www.nc3rs.org.uk.

Scientific writing

A good quality of scientific writing is required. The research must be understandable by a general scientific readership and by specialists. The research problem is identified, existing knowledge relevant to the problem is analysed, the hypothesis is clear. The reporting is complete. The central message is identified. Arguments and evidence are presented in a clear, logical and balanced way from the most general to the specific points. Discussion connects all results obtained in an organised and proper way with a clear interpretation. Sentences are simple, short and direct, the style is concise and precise.

English

A good quality of written English is required. Spelling may be in British or American English, but must be consistent throughout the paper. Care should be exercised in the use of agricultural terminology that is ill-defined or of local familiarity. If the English is not good enough, the manuscript will be sent back to the authors with a recommendation that authors have their manuscripts checked by an English language native speaker before re-submission. Cambridge University Press lists a number of third-party services specialising in language editing and / or translation at: <https://www.cambridge.org/core/services/authors/language-services> and suggests that authors contact them as appropriate. Use of any of these services is at the author's own expense. The copy-editor will not perform language editing.

Manuscript layout

Manuscripts should be prepared using a standard word processing programme such as Microsoft Word, and presented in a clear, readable format with easily identified sections and headings. A style sheet is available on our website at <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>.

Manuscript layout directions

- Typed with double-line spacing with wide margins (2.5 cm)
- Lines must be continuously numbered; the pages must also be numbered
- Arial 12 should be used for the text, and Arial 11 for tables and references
- Sections should typically be assembled in the following order: Title, Authors, Authors' affiliations including department and post/zip codes, Corresponding author, Short title, Abstract, Keywords, Implications, Introduction, Material and methods, Results, Discussion, Acknowledgements, Declaration of interest, Ethics committee, Software and data repository resources, References, Tables, List of figure captions

¹ Kilkenny C, Browne WJ, Cuthill IC, Emerson M and Altman DG 2010. Improving bioscience research reporting: The ARRIVE guidelines for reporting animal research. *PLoS Biology* 8, e1000412. doi: 10.1371/journal.pbio.1000412.

- Use of small paragraphs with less than 6 to 8 lines must be avoided
- Footnotes in the main text are to be avoided
- The manuscript complies with the section specific requirements set out below

Full title

The title needs to be concise and informative. It should:

- (a) attract the attention of a potential reader scanning a journal or a list of titles;
- (b) provide sufficient information to allow the reader to judge the relevance of a paper to his/her interests;
- (c) incorporate keywords or phrases that can be used in indexing and information retrieval, especially **the animal species** on which the experiment has been carried out;
- (d) avoid inessentials such as 'A detailed study of ...', or 'Contribution to ...';
- (e) not include the name of the country or of the region where the experiment took place;
- (f) not include Latin names, if there is a common name, or abbreviations.

Full title directions

- No more than 170 characters including spaces
- Include "Review:", "Invited review:" or "Animal board invited review:" before the full title if required (see Table 1)
- Title of an invited opinion paper should start with "Opinion paper:"
- Title of a short communication should start with "Short communication:"

Authors and affiliations

Information, such as author names and affiliations, may be automatically extracted at the time of submission. To take advantage of the extraction process, you must 1) use a superscript number after each author name and, 2) begin each full affiliation with the corresponding superscript number as follows:

Example

J. Smith^{1,a}, P.E. Jones², J.M. Garcia^{1,3} and P.K. Martin Jr⁴ [initials only for first names]

¹Department of Animal Nutrition, Scottish Agricultural College, West Main Road, Edinburgh EH9 3JG, UK

²Animal Science Department, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-7621, USA

³Laboratorio de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, C. Miguel Servet, 177, 50013, Zaragoza, Spain

⁴Dairy Science Department, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-7621, USA

^aPresent address: Dairy Science Laboratory, AgResearch, Private Bag 11008, Palmerston North, New Zealand (for any author of the list whose present address differs from that at which the work was done)

Corresponding author: John Smith. E-mail: John.Smith@univ.co.uk.

The corresponding author who submits and manages the manuscript during the submission/review process must be registered on Editorial Manager. He or she can be different from the corresponding author indicated in the manuscript who will be the correspondent for the published paper. Only one corresponding author is indicated in the manuscript.

Short title (max 50 characters including spaces)

Authors should provide a short title (after the corresponding author line) with the same specifications as the full title for use as a running head. If the short title is not appropriate, it could be modified by the Editorial Office, with the author's agreement.

Abstract (max 400 words, single paragraph)

The abstract should be complete and understandable, without reference to the paper. It is important to attract the attention of potential readers. The context and the rationale of the study are presented succinctly to support the objectives. Experimental methods and main results are summarised but should not be overburdened by numerical values or probability values. The abstract ends with a short and clear conclusion. Citations and references to tables and figures are not acceptable. Abbreviations used in the abstract must be defined in the abstract.

Keywords (5 keywords)

Keywords are essential in information retrieval and should not repeat words in the title with respect to indicating the subject of the paper.

Keyword directions

- Five keywords
- Keywords should be short and specific
- The animal species or type is among the keywords but differently from the title
- The use of non-standard abbreviations in the list of keywords is not allowed

Implications (max 100 words)

Implications must explain the expected impact that the results may have on practice, when they will be applied. Impact may be economic, environmental or social. Implications should not be limited to presenting the context and objectives, and should not be an "abstract of the abstract". They are written in simple English suitable for non-specialists or even non-science readers. Use of non-standard abbreviations is discouraged.

Introduction

The introduction briefly outlines the context of the work, presents the current issues that the authors are addressing and the rationale to support the objectives, and clearly defines the objectives. For hypothesis-driven research, the hypothesis under test should be clearly stated. Increasing the knowledge on a subject is not an objective *per se*.

Material and methods

Material and methods should be described in sufficient detail so that others can repeat the experiment. Reference to previously published work may be used to give details of methods, provided that references are readily accessible and in English.

Critical methodologies, including mathematical equations and statistical models must be described in detail either in the Material and Methods section or in the Supplementary Materials. For these critical methodologies, results from quality control tests must be reported (e.g. intra/inter-assay CV, recovery tests...).

If a proprietary product is used as a source of material in experimental comparisons, it should be described using the appropriate chemical name. If the trade name is helpful to the readers, provide it in parentheses after the first mention. Authors who have worked with proprietary products, including equipment, should ensure that the manufacturers or suppliers of these products have no objections to publication if the products, for the purpose of experimentation, were not used according to the manufacturer's instructions.

Statistical analysis of results

The statistical analysis of results should be presented in a separate sub-section of the "Material and methods" section. The statistical design and the models of statistical analysis must be described, as well as each of the statistical methods used. Sufficient statistical details must be given to allow replication of the statistical analysis. The experimental unit must be defined (e.g. individual animal, group/pen of animals). Generally, and when there are more than 2 treatments, an analysis of variance with F-tests is preferred to multiple *t*-tests. A statistical guide for authors is available on the website at <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>. The publication of Lang and Altman (2013)² can also be used as a reference.

Statistics directions

- In the text, the probability of significance is indicated by the following conventional standard abbreviations (which need not be defined): $P > 0.05$ for non-significance and $P < 0.05$, $P < 0.01$ and $P < 0.001$ for significance at these levels. Exact level of probability (e.g. $P = 0.07$) can also be used
- When data are analysed by analysis of variance, a residual error term, such as the pooled standard error, the residual standard deviation (RSD), or the root mean square error (RMSE) is given for each criteria/item/variable/trait in a separate column (or line)

² Lang T and Altman D 2013. Basic statistical reporting for articles published in clinical medical journals: the SAMPL guidelines. In Science editors' handbook (ed. Smart P, Maisonneuve H and Polderman A), pp. 175-182. European Association of Science Editors, Exeter, UK. This document may be reprinted without charge but must include the original citation.

- Treatment means are reported with meaningful decimals. For guidance, the last digit corresponds to 1/10 of standard error (e.g., for a standard error of 1.2, the mean values should be reported as 15)
- In tables, probabilities are indicated in a separate column. The P values (e.g. $P = 0.07$) are reported or indicated by *, ** and *** for $P < 0.05$, $P < 0.01$ and $P < 0.001$, respectively
- In tables, differences between treatments (or comparison of mean values) are indicated using superscript letters with the following conventional standard: a, b for $P < 0.05$; A, B for $P < 0.01$; in most cases, the 0.05 level is sufficient

Results - Discussion

Separation between Results and Discussion is preferred to highlight the interpretation of results. Presentation of Results and Discussion in a single section is possible but discouraged.

Acknowledgements

In this section, the authors may acknowledge (briefly) their support staff, their funding sources (with research funder and/or grant number), their credits to companies or copyrighted material, etc.

Declaration of interest. Papers with a potential conflict of interest must include a description/explanation of the conflict in the Declaration of interest section.

Ethics statement. Where relevant, approval of the work by an ethics committee or compliance of the work with national legislation, as relevant, must be described in this section.

Software and data repository resources. Authors must indicate whether their data or models are deposited in an official repository and give the full reference. They should also indicate the access rights.

References

Citations from international refereed journals or from national refereed journals with at least an English abstract are preferred. Citations from national abstracts/conference proceedings, MSc or PhD thesis, institutional/technical reports, non-English documents that cannot be obtained easily by the reader or that are not peer-reviewed should be minimized. In general, no more than 3 references can be given for the same statement (except for reviews and meta-analyses).

Citation of references. In the text, references should be cited by the author(s) surname(s) and the year of publication (e.g. Smith, 2012). References with two authors should be cited with both surnames (e.g. Smith and Wright, 2013). References with three or more authors should be cited with the first author followed by *et al.* (in italics; e.g. Smith *et al.*). Multiple references from the same author(s) should be as follows: Wright *et al.* (1993 and 1994), Wright *et al.* (1993a and 1993b). Names of organisations used as authors (e.g. Agricultural and Food Research Council) should be written in full in the list of references and on first mention in the text. Subsequent mentions may be abbreviated (e.g. AFRC). "Personal communication" or "unpublished results" should follow the name of the author in the text where appropriate. The author's initials but not his title should be included, and such citations are not needed in the reference list.

In-text citation directions

- Cite references by name(s) of author(s) and year of publication
- Use Doe (2014) or (Doe, 2014) for single authors
- Use Doe and Smith (2014) or (Doe and Smith, 2014) for two authors
- Use Doe *et al.* (2014) or (Doe *et al.*, 2014) for three or more authors
- "*et al.*" is in italics
- When multiple references are cited, rank them preferably by chronological order using commas and semicolons: (Doe, 1999; Smith and Doe, 2001; Doe *et al.*, 2014 and 2015)

List of references. Literature cited should be listed in alphabetical order by authors' names and references should not be numbered. **It is the author's responsibility to ensure that all references are correct.**

Journal article directions

- References from journal articles are formatted as:

Author A, Author B, Author CD and Author E Year. Article title. Full Name of the Journal Volume, first-last page numbers.

Examples

- Berry DP, Wall E and Pryce JE 2014. Genetics and genomics of reproductive performance in dairy and beef cattle. *Animal* 8 (suppl. 1), 115–121.
- Knowles TG, Kestin SC, Haslam SM, Brown SN, Green LE, Butterworth A, Pope SJ, Dirk Pfeiffer D and Nicol CJ 2008. Leg disorders in broiler chickens: prevalence, risk factors and prevention. *PLoS ONE* 3, e1545.
- Martin C, Morgavi DP and Doreau M 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal* 4, 351-365.
- Pérez-Enciso M, Rincón JC and Legarra A 2015. Sequence- vs. chip-assisted genomic selection: accurate biological information is advised. *Genetics Selection Evolution* 47, 43. doi:10.1186/s12711-015-0117-5.
- When the article is online but not yet printed, the right format is:
Zamaratskaia G and Squires EJ 2008. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *Animal*, doi:10.1017/S1751731108003674, Published online by Cambridge University Press 17 December 2008.
- No punctuation (i.e. no comma or full stop or semicolon) between the surname and initials of an author, after initials, before publication years, after journal names and before volume numbers
- Include "and" (without comma) before the last author for multiple author references
- All authors' names are provided, do not use "*et al.*" in the reference list
- Publication years are included after the author list without parentheses
- No capitals for article titles except initial capital of the first word and words that ordinarily take capitals
- Journal names are given in full (not in abbreviated form) and the initial letter of all main words is capitalised (except little words such as "and", "of", "in", "the"...), e.g. *Journal of Animal Science*
- Issue numbers are not mentioned
- Use a comma (","), not a semicolon (";") before page numbers
- Page numbers are given in full (e.g. "1488-1496" not "1488-96")

Book directions

- References from books or official reports are formatted as:
Author(s)/Editor(s)/Institution Year. Book title, volume number if more than 1, edition if applicable. Publisher's name, City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country.

Examples

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 2004. Official methods of analysis, volume 2, 18th edition. AOAC, Arlington, VA, USA.
- Littell RC, Milliken GA, Stroup WW and Wolfinger RD 1996. SAS system for mixed models. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Martin P and Bateson P 2007. Measuring behaviour. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- National Research Council (NRC) 2012. Nutrient requirements of swine, 11th revised edition. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- The list of author or editor name(s) and publication years are written as for journal articles (all authors are provided; commas between authors, except for the last one; "and" before the last author where there are two or more authors; full stops after publication years)

Example

- Author A, Author B, Author CD and Author E Year.
- No capitals for book titles except initial capital of the first word and words that ordinarily take capitals
- Detailed publisher information is given and listed as:
Publisher's name, City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country.

Please note – if a publisher is based in more than one place, use only the first one. If multiple publishers are listed, it is acceptable to use only the first one.

Examples

- AOCS Press, Champaign, IL, USA.
- Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

- FAO, Rome, Italy.

Book chapter directions

- References from chapters or parts of books are formatted as:
Author A, Author B, Author CD and Author E Year. Chapter title. In Title of book (ed. A Editor and B Editor), pp. first-last page numbers. Publisher's name, City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country.

Example

- Nozière P and Hoch T 2006. Modelling fluxes of volatile fatty acids from rumen to portal blood. In Nutrient digestion and utilization in farm animals (ed. E Kebreab, J Dijkstra, A Bannink, WJ Gerrits and J France), pp. 40–47. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- The list of authors and publication years are written as for journal articles (all authors are provided; commas between authors, except for the last one; "and" before the last author where there are two or more authors; full stops after publication years)

Example

- Author A, Author B, Author CD and Author E Year.
- No capitals for chapter and book titles except initial capital of the first word and words that ordinarily take capitals
- Detailed publisher information are given and listed as:
Publisher's name, City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country.
Please note – if a publisher is based in more than one place, use only the first one. If multiple publishers are listed, it is acceptable to use only the first one.

Examples

- AOCS Press, Champaign, IL, USA.
- Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Editions Quae, Versailles, France.

Proceedings/Conference papers directions

- References from proceedings or conference papers are formatted as:
Author A, Author B, Author CD and Author E Year. Paper title. Proceedings of the (or Paper presented at the) XXth Conference title, date of the conference, location of the conference, pp. first-last page numbers or poster/article number.

Please note – If proceedings are published in a journal, the article should be formatted as for a journal article. If they have been published as chapters in a book, the article should be formatted as for a chapter in a book.

Examples

- Bispo E, Franco D, Monserrat L, González L, Pérez N and Moreno T 2007. Economic considerations of cull dairy cows fattened for a special market. In Proceedings of the 53rd International Congress of Meat Science and Technology, 5-10 August 2007, Beijing, China, pp. 581–582.
- Martuzzi F, Summer A, Malacarne M and Mariani P 2001. Main protein fractions and fatty acids composition of mare milk: some nutritional remarks with reference to woman and cow milk. Paper presented at the 52nd Annual Meeting of the European Association for Animal Production, 26-29 August 2001, Budapest, Hungary.
- The list of authors and publication years are written as for journal articles (all authors are provided; commas between authors, except for the last one; "and" before the last author where there are two or more authors; full stops after publication years)

Example

- Author A, Author B, Author CD and Author E Year.
- No capitals for paper titles except initial capital of the first word and words that ordinarily take capitals
- Conference dates are provided in the format: DD Month YYYY, e.g. 10 August 2014
- Conference locations are given and listed as:
City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country.

Examples

- Champaign, IL, USA.
- Cambridge, UK.
- Versailles, France.
- Geneva, Switzerland.

Website directions

- References from websites are formatted as:
Author(s)/Institution Year. Document/Page title. Retrieved on DD Month YYYY (i.e. accessed date) from [http://www.web-page address \(URL\)](http://www.web-page address (URL)).
Examples
 - Bryant P 1999. Biodiversity and Conservation. Retrieved on 4 October 1999, from <http://darwin.bio.uci.edu/~sustain/bio65/Titlepage.htm>
- The list of author name(s) and publication years are written as for journal articles (all authors are provided; commas between authors, except for the last one; "and" before the last author where there are two or more authors; full stops after publication years)
Example
 - Author A, Author B, Author CD and Author E Year.
- No capitals for document/page titles except initial capital of the first word and words that ordinarily take capitals
- Dates when documents were retrieved are included in the format: DD Month YYYY, e.g. 10 August 2014
- Web-page addresses are provided

Thesis directions

- References from theses are formatted as:
Author AB Year. Thesis title. Type of thesis, University with English name, location of the University (i.e. City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country).
Example
 - Vlaeminck B 2006. Milk odd- and branched-chain fatty acids: indicators of rumen digestion for optimisation of dairy cattle feeding. PhD thesis, Ghent University, Ghent, Belgium.
- Author's name and publication year are written as for journal articles
Example
 - Author AB Year.
- No capitals for thesis titles except initial capital of the first word and words that ordinarily take capitals
- Degree levels are given, e.g. PhD, MSc
- University names and locations are given and listed as:
- University name, City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country.
Examples:
 - Louisiana State University, Baton Rouge, LA, USA.
 - Cambridge University, Cambridge, UK.

Tables

Tables should be simple. The same material should not be presented in tabular and graphical form. Please refer to the style sheet available at <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>.

Table directions

- Each table is on a separate page at the end of the main text (one table per page)
- Tables are typed, preferably in double spacing. Single spacing is possible for long tables
- Tables are numbered consecutively using Arabic numbering. They are referred to as Table 1, Table 2, etc., with capital 'T', no italics
- Each table has its own explanatory caption. The caption is sufficient to permit the table to be understood without reference to the text. The animal species and the experimental treatments or the issue under study are indicated in each caption. The caption does not contain the protocol or the results
- Tables are created in Word using the table function within the programme (without using tabs). Layout can be portrait or landscape
- Large tables are discouraged in the manuscript but they may be submitted as Supplementary Material
- No vertical lines between columns and no horizontal lines between rows of data
- Generally, variables are in rows and treatments in columns
- Column headings are concise

- Separate columns are included to present the basic statistical results: error terms (preferably residual error terms) and probabilities
- Row items are organized with main items followed by indented sub-items in order, e.g. to group the criteria that share the same type of measurements or the same unit
- For any (sub-)item, only the first letter of the first word is in capitals
- Units are clearly stated either in the caption (only if a limited number of units are used), or for each (sub-)item. Standard abbreviations for units are used
- Footnotes are referenced using superscript numbers
- Abbreviations used in a table are defined as footnotes (preferred option) or in the caption
- Treatment means are reported with meaningful decimals. For guidance, the last digit corresponds to 1/10 of standard error
- Number of decimals for the indicators of residual variability (RSD, SEM, RMSE etc.) are either identical to that chosen for mean values or have one more decimal. The choice is consistent in all the tables
- See above (Statistics) for the presentation of statistical results in tables

Figures

Figures should be simple. The same material should not be presented in tabular and graphical form. Specific guidelines are provided for images (see Image Integrity and Standards).

Figure directions

- Figure captions are all listed on a separate page at the end of the main text
- Figures are numbered consecutively in the text. They are referred to as Figure 1, Figure 2, etc., the word 'Figure' being spelled out with capital 'F', no italics
- Captions begin as Figure 1, Figure 2, etc. They are sufficiently detailed to allow the figure to be understood without reference to the text ("Figure 1 Effect of fat source and animal breed on carcass composition in pigs" is preferred to "Figure 1 Carcass composition"). The animal species and the experimental treatments or the issue under study are indicated in each caption. The caption does not contain the protocol or the results. Abbreviations used in each figure have to be defined in the caption and kept to a minimum
- Figures are not inserted in the text. Each figure (without caption) is uploaded separately with **one separate file per figure and no embedded captions in these files**
- Figure size should be readable in a width of approximately 175 mm (i.e. the maximum size of printing over two columns). Easy reading of the figure is required
- Ensure that the font size is large enough to be clearly readable at the final print size (should not be less than 8 point, or 2.8 mm, after reduction). We recommend you use the following fonts: Arial, Courier, Symbol, Times, Times New Roman and ensure that they are consistent throughout the figures. In addition, ensure that any fonts used to create or label figures are embedded if the application provides that option
- Symbols and line types should allow different elements to be easily distinguished (generally, solid symbols are used before open symbols, and continuous lines before dotted or dashed lines)
- Figures are usually supplied as black and white
- Colours can be used in figures if they are essential to understanding the figure. Publication charges are made for colour figures. The cost for reproducing figures in colour within the printed issue is £200.00 / \$320.00 per figure
- If figures are to be printed in colour, use CMYK (instead of RGB) colour mode preferably
- Figures should be provided as TIFF or EPS files. Other formats, such as MS Word, MS Excel, MS PowerPoint, AI and layered PSD (up to CS5), are permitted, provided that figures have been originally created in these formats and that the embedded artwork is at a suitable resolution.
- Resolutions for TIFF figures at the estimated publication size must be:
 - for line figures (e.g. graphs) – 1200 dpi (6000 px for 1 column, 8400 px for 2 columns)
 - for figures with different shadings (e.g. bar charts) – 600 dpi (3000 px for 1 column, 4200 px for 2 columns)

- for half tones (e.g. photographs) – 300 dpi (1500 px for 1 column, 2100 px for 2 columns)
- Images from the internet are unacceptable, because most of them have a resolution of only 72 dpi
- If your drawing/graphics application does not provide suitable ‘export’ options, then copy/paste or import the graphic into a Word document
- For further information, please refer to the Cambridge Journals Artwork Guide, which can be found online at: <http://journals.cambridge.org/artworkguide>

Image Integrity and Standards

Any image produced by an instrument (e.g. scanner, microscopy...) with the objective of being used to derive quantitative results is considered as original data. Manuscripts that report images without any quantitative findings are not acceptable. Digitalisation of an image converts the image into numerical values that can be analysed like any other numerical values. The full information may prove important beyond what the author would like to show. Hence images submitted with a manuscript should be minimally processed; some image processing is acceptable (and may be unavoidable), but the final image must accurately represent the original data and exclude any misinterpretation of the information present in the original image. If original data are used just to illustrate a point, this should be accompanied by a clear statement in the manuscript telling the reader this and explaining what is being demonstrated. Please refer to the [Office of Research Integrity guidelines](#) on image processing in scientific publication.

Image Integrity and Standards directions

- Image acquisition: Equipment and conditions of image acquisition and processing must be detailed in the Material and methods section. This includes the make and model of equipment, the acquisition and the image processing software, and the image treatment if any. If you export files from an acquisition device, make sure to use a format with no loss of information and do not file them into a higher resolution than that of acquisition. Authors have the responsibility to archive original images, with their metadata, in their original format without any compression or compressed without loss of information.
- Preparation of images for a manuscript: For guidance, we refer to the Journal of Cell Biology’s instructions to authors (http://jcb.rupress.org/site/misc/ifora.xhtml#image_acquisition) which states:
 - 1) No specific feature within an image may be enhanced, obscured, moved, removed, or introduced.
 - 2) The grouping of images from different parts of the same gel, or from different gels, fields, or exposures must be made explicit by the arrangement of the figure (i.e., using dividing lines) and in the text of the figure legend.
 - 3) Adjustments of brightness, contrast, or color balance are acceptable if they are applied to every pixel in the image and as long as they do not obscure, eliminate, or misrepresent any information present in the original, including backgrounds. Non-linear adjustments (e.g., changes to gamma settings) must be disclosed in the figure legend.

For further information, image examples, and more detailed guidance, we advise reading [What’s in a picture? The temptation of image manipulation](#) (reprinted in the *Journal of Cell Biology* (2004) 166, 11-15).

- If a cropped image is included in the main text of a paper (e.g. a few lanes of a gel), display the full original image, including the appropriate controls, the molecular size ladder and/or the scale as relevant, as a single figure in a Supplementary Material file to facilitate peer-review and for subsequent on-line publication.
- The statistical analysis applied to the quantitative data associated with images must clearly define the statistical unit considered (e.g. the animal, the sample).
- Image screening prior to acceptance: Digital images from manuscripts nearing acceptance for publication will be screened for any evidence of improper manipulation or quality. If the original images cannot be supplied by authors on request, the journal reserves the right to reject the submission or to withdraw the published paper.

Supplementary material

Authors can include supplementary material in any type of article. Detailed description and results of quality control checks of critical methodologies should be reported in Supplementary materials if not included in the Material and methods section. Supplementary material will appear only in the electronic

version. A link to this on-line supplementary material will be included by the Copy Editor at the proof stage. Supplementary material will be peer-reviewed along with the rest of the manuscript. The main text of the article must stand alone without the supplementary material. Supplementary material should be presented according to the instructions for the main text. **It will not be copy-edited and authors are entirely responsible for the presentation of the supplementary material according to *animal*'s style.**

Supplementary material directions

- In the main text, supplementary material are referred to as:
"Supplementary Table S1", "Supplementary Table S2", etc. for tables
"Supplementary Figure S1", "Supplementary Figure S2", etc. for figures
"Supplementary Material S1", "Supplementary Material S2", etc. for other material
For example: "The list of references used for the meta-analysis is given in Supplementary Material S1 and Supplementary Table S1 reports, etc."
- Supplementary material is submitted along with the main manuscript in a separate file and identified at uploading as "Supplementary File – for Online Publication Only"
- The title of the article and the list of authors are included at the top of the supplementary material
- No line numbering
- Single spacing
- Unlike the figures included in the main text, each supplementary figure has its own title embedded below the figure

Typographical conventions

Title and headings

As illustrated, and detailed above and in the style sheet (see <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>), the *animal* conventions apply to (a) *Title* of the paper, Authors' names and addresses; (b) *Main section headings*, such as Abstract, Implications, Introduction, Material and methods, Results, Discussion, Acknowledgements, Declaration of interest, Ethics committee, Software and data repository resources, References; and (c) two levels of *Subheadings*.

Title and heading directions

- Title – use bold, with an initial capital for the first word only and for words that ordinarily take capitals
- Authors' names – use lower case with initials in capitals (e.g. J. Doe)
- Authors' addresses – use italics
- Headings are left aligned with an initial capital for the first word only, and not numbered
- Main section headings – use bold with no full stop at the end; text follows on the next line (e.g. **Abstract**)
- Subheading (level 1) – use italics with no full stop at the end; text follows on the next line (e.g. *Experimental design*)
- Sub-subheading (level 2) – use italics and end with a full stop; text follows on the same line (e.g. *Milk fatty acid composition*. The fatty acid...)

Abbreviations

Standard abbreviations (Table 2) are not defined. Non-standard abbreviations are defined at first use separately in the abstract and in the main text, they should be written in **bold capitals at first occurrence**. To facilitate understanding of the manuscript, the number of abbreviations should be kept to a minimum (not more than 10 non-standard abbreviations is advised). Abbreviations in the titles, (sub)headings or keywords are discouraged.

Abbreviation directions

- Define abbreviations at first appearance in the abstract and in the main text
- Authors should avoid excessive use of non-standard abbreviations (a maximum of 10 is advised)
- No author-defined abbreviation in the (short) titles, in (sub)headings or in keywords
- Abbreviations used in tables and figures must be defined either as footnotes or in the caption
- Do not start a sentence with an abbreviation

Table 2 Abbreviations that do not require definition

Item	Definition
Standard abbreviation	
ACTH	Adrenocorticotrophic hormone
ADF	Acid detergent fibre
ADL	Acid detergent lignin
ADP	Adenosine diphosphate
ANOVA	Analysis of variance
ATP	Adenosine triphosphate
BLUP	Best linear unbiased prediction
BW	Body weight
CoA	Coenzyme A
CP	Crude protein
DM	Dry matter
DNA	Deoxyribonucleic acid
ELISA	Enzyme-linked immunosorbent assay
FSH	Follicle-stimulating hormone
GLC	Gas-liquid chromatography
GLM	General Linear Model
HPLC	High performance (pressure) liquid chromatography
IGF	Insulin-like growth factor
IR	Infrared
LH	Luteinising hormone
MS	Mass spectrometry
n	Number of samples
NAD	Nicotinamide adenine dinucleotide
NADP	Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate
NADPH ₂	Reduced nicotinamide adenine dinucleotide phosphate
NDF	Neutral detergent fibre
NIRS	Near infrared spectrophotometry
PAGE	Polyacrylamide gel electrophoresis
PCR	Polymerase chain reaction
PMSG	Pregnant mare serum gonadotropin
RNA	Ribonucleic acid
SDS	Sodium dodecyl sulfate
UV	Ultraviolet
Standard statistical abbreviation	
CV	coefficient of variation
df	degrees of freedom
EMS	expectation of mean square
F	variance ratio
LSD	least significant difference
MS	mean square
<i>P</i>	probability
use ns	$P \leq 0.05$, in tables
use *	$P \leq 0.05$, in tables
use **	$P \leq 0.01$, in tables
use ***	$P \leq 0.001$, in tables
<i>r</i>	simple correlation coefficient
<i>R</i>	multiple correlation coefficient
R^2	coefficient of determination
rSD	residual standard deviation
RMSE	root mean square error
SD	standard deviation
SED	standard error of difference
SEM	standard error of mean
$S_{y \cdot x}$	standard error of estimate
χ^2	chi square

The names of the chemicals do not need to be written in full; chemical symbols are sufficient. Fatty acids are abbreviated using the rule: cis-18:1 for the sum of cis octadecenoic acids. When isomers are described, the double bond positions are identified by numbering from the carboxylic acid end: c9,t11-18:2; iso-15:0. The terms "omega 3" and "omega 6" are discouraged and replaced by "n-3" and "n-6", e.g. 18:3n-3. Trivial names can be used for most known fatty acids (myristic, palmitic, oleic, linoleic, linolenic) and abbreviations in some cases: CLA for conjugated linoleic acids, EPA for eicosapentaenoic acid, DHA for docosahexaenoic acid. Chemical names and trivial names cannot be mixed in a same table.

Capitals

Capitals directions

- Initial capitals are used for proper nouns, for adjectives formed from proper names, for generic names and for names of classes, orders and families
- Names of diseases are not normally capitalised

Italics

Italics directions

Use italics for:

- Authors' addresses (see above)
- Subheadings (see above)
- Titles for tables (but not captions for figures)
- Most foreign words, especially Latin words, e.g. *ad hoc*, *ad libitum*, *et al.*, *in situ*, *inter alia*, *inter se*, *in vitro*, *per se*, *post mortem*, *post partum*, *m. biceps femoris* but no italics for c.f., corpus luteum, e.g., etc., i.e., NB, via
- Mathematical unknowns and constants
- Letters used as symbols for genes or alleles e.g. *HbA*, *TfD* (but not chromosomes or phenotypes of blood groups, transferrins or haemoglobins, e.g. HbAA, TfDD)

Numerals

Numerals directions

- In text, use words for numbers zero to nine and numerals for higher numbers. In a series of two or more numbers, use numerals throughout irrespective of their magnitude
- Do not begin sentences with numerals
- For values less than unity, 0 is inserted before the decimal point
- For large numbers in the text, substitute 10^n for part of a number (e.g. 1.6×10^6 for 1 600 000)
- Do not use a comma separator for numbers greater than 999 (e.g. 100 864)
- The multiplication sign between numbers should be a cross (x)
- Division of one number by another should be indicated as follows: 136/273.
- Use numerals if a number is followed by a standard unit of measurement (e.g. 100 g, 6 days, 4th week).
- Use numerals for dates, page numbers, class designations, fractions, expressions of time, e.g. 1 January 2007; type 2
- Dates are given with the month written in full and the day in numerals (i.e. 12 January *not* 12th January).
- For time use 24-h clock, e.g. 0905 h, 1320 h

Units of measurement

The International System of Units (SI) should be used. A list of units is found at <http://physics.nist.gov/cuu/Units/units.html>. Recommendations for conversions and nomenclature appeared in *Proceedings of the Nutrition Society* (1972) 31, 239-247. Some frequently used units that are not in the SI system are accepted: e.g. l for litre, ha for hectare, eV for electron-volt, Ci for curie. Day, week, month and year are not abbreviated. The international unit for energy (energy value of feeds, etc.) is Joule (or kJ or MJ).

A product of two units should be represented as N·m and a quotient as N/m (e.g. g/kg and not g.kg⁻¹). When there are two quotients, represent as: g/kg per day (not g/kg/day).

Concentration or composition

Composition is expressed as mass per unit mass or mass per unit volume. The term *content* should not be used for concentration or proportion.

Submission of the manuscript

Manuscript submission is made electronically through *Editorial Manager* directly via <http://www.editorialmanager.com/animal>. Any query about a submission to the Editorial Office should be addressed through this site. Authors can check the status of their manuscript using *Editorial Manager*. Authors should ensure that the email address of the corresponding author is correct.

You must submit separate files for:

- The manuscript (including full text, tables, figure captions, but excluding figures) in DOC/DOCX or RTF format (PDF is not accepted)
- Each figure (without captions). At submission in *Editorial Manager*, enter a description of each figure (Figure 1, Figure 2a, etc.) in the appropriate box
- Supplementary online-only materials, if relevant

Authors who submit a manuscript to the online submission system also have to provide:

- the type of article (research, short communication, review, special issue paper, invited opinion, etc.).
- the section of the scope which is the most appropriate for their manuscript. (<https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/scope>).
- any comment and information that might be helpful to the editors ("letter to the editor", etc.; in "Author's comments").
- The names and e-mail addresses of at least 3 potential reviewers. Reviewers should have no conflict of interest with the authors or the submission. Authors should not nominate reviewers who are their regular collaborators or who work in the same institution or university, and they should nominate *an international spread of reviewers*. The editorial board will use its discretion when selecting reviewers and the suggested reviewers may not be used.
- The names of up to 3 opposed reviewers in case of established conflict of interest.

Any query to the Editorial Office prior to submission of papers (e.g. clarification of instructions to authors, to ask if paper is within the scope or if a review article is of interest to the journal) should be addressed through questions@animal-journal.eu.

Copyright agreement and permission

If the paper is accepted for publication, authors are required to complete and sign a Copyright Transfer Form. Two versions of the form (Standard and Open Access) may be downloaded at <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/transfer-copyright>.

The Standard (also called Green OA) option is free of charge and allows authors to archive publications in repositories (see terms and conditions in the 'Re-use of your article' section of the Standard form).

The Open Access (also called Gold OA) option allows authors to make their articles freely available to everyone, immediately on publication and after the payment of the Open Access Article Publication Charge (\$2835).

The authors must obtain a written permission to reproduce material that is owned by a third party (for example in review papers); they must also include the relevant credit in their paper. The written agreements have to be sent to the Editorial Office at submission of their manuscript.

For supplements or special issues, the journal requires that the transfer of copyright form be supplied at submission in order to avoid publication delays.

ANEXO B

Normas da revista Livestock Science

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

Types of article

1. Original Research Articles (Regular Papers)
2. Review Articles
3. Short Communications
4. Position Papers
5. Technical Notes
6. Book Reviews

Original Research Articles should report the results of original research. The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form. They should not occupy more than 12 Journal pages.

Review Articles should cover subjects falling within the scope of the journal which are of active current interest. Reviews will often be invited, but submitted reviews will also be considered for publication. All reviews will be subject to the same peer review process as applies for original papers. They should not occupy more than 12 Journal pages.

A *Short Communication* is a concise but complete description of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Short Communications may be submitted to the journal as such, or may result from a request to condense a regular paper, during the peer review process. They should not occupy more than 5 journal pages (approximately 10 manuscript pages) including figures, tables and references.

Position Papers are informative and thought-provoking articles on key issues, often dealing with matters of public concern. These will usually be invited, but a submitted paper may also be considered for publication. They should not occupy more than 12 Journal pages.

A *Technical Note* is a report on a new method, technique or procedure falling within the scope of *Livestock Science*. It may involve a new algorithm, computer program (e.g. for statistical analysis or for simulation), or testing method for example. The Technical Note should be used for information that cannot adequately be incorporated into an Original Research Article, but that is of sufficient value to be brought to the attention of the readers of *Livestock Science*. The note should describe the nature of the new method, technique or procedure and clarify how it differs from those currently in use if cannot be incorporated. They should not occupy more than 5 Journal pages.

Book Reviews will be included in the journal on a range of relevant books which are not more than two years old.

Contact details for submission

For queries concerning the submission process or journal procedures please visit the [Elsevier Support Center](#). Authors can check the status of their manuscript within the review procedure using Elsevier Editorial System.

Page charges

This journal has no page charges.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print
Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)
Supplemental files (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our [Support Center](#).

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

Please see our information pages on [Ethics in publishing](#) and [Ethical guidelines for journal publication](#).

Studies in humans and animals

If the work involves the use of human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with [The Code of Ethics of the World Medical Association](#) (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans. The manuscript should be in line with the [Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals](#) and aim for the inclusion of representative human populations (sex, age and ethnicity) as per those recommendations. The terms [sex and gender](#) should be used correctly.

Authors should include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed.

All animal experiments should comply with the [ARRIVE guidelines](#) and should be carried out in accordance with the U.K. Animals (Scientific Procedures) Act, 1986 and associated guidelines, [EU Directive 2010/63/EU for animal experiments](#), or the National Institutes of Health guide for the care and use of Laboratory animals (NIH Publications No. 8023, revised 1978) and the authors should clearly indicate in the manuscript that such guidelines have been followed. The sex of animals must be indicated, and where appropriate, the influence (or association) of sex on the results of the study.

Unnecessary cruelty in animal experimentation is not acceptable to the Editors of *Livestock Science*.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double-blind) or the manuscript file (if single-blind). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted. 2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches. [More information](#).

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in

English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service [Crossref Similarity Check](#).

Preprints

Please note that [preprints](#) can be shared anywhere at any time, in line with Elsevier's [sharing policy](#). Sharing your preprints e.g. on a preprint server will not count as prior publication (see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information).

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Articles should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader, should contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of race, sex, culture or any other characteristic, and should use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, for instance by using 'he or she', 'his/her' instead of 'he' or 'his', and by making use of job titles that are free of stereotyping (e.g. 'chairperson' instead of 'chairman' and 'flight attendant' instead of 'stewardess').

Author contributions

For transparency, we encourage authors to submit an author statement file outlining their individual contributions to the paper using the relevant CRediT roles: Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Funding acquisition; Investigation; Methodology; Project administration; Resources; Software; Supervision; Validation; Visualization; Roles/Writing - original draft; Writing - review & editing. Authorship statements should be formatted with the names of authors first and CRediT role(s) following. [More details and an example](#)

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Article transfer service

This journal is part of our Article Transfer Service. This means that if the Editor feels your article is more suitable in one of our other participating journals, then you may be asked to consider transferring the article to one of those. If you agree, your article will be transferred automatically on your behalf with no need to reformat. Please note that your article will be reviewed again by the new journal. [More information](#).

Material in unpublished letters and manuscripts is also protected and must not be published unless permission has been obtained.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information](#) on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. [Permission](#) of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has [preprinted forms](#) for use by authors in these cases.

For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' ([more information](#)). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of [user license](#).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information](#).

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can [share your research](#) published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Open access

Please visit our [Open Access page](#) for more information.

Elsevier Researcher Academy

[Researcher Academy](#) is a free e-learning platform designed to support early and mid-career researchers throughout their research journey. The "Learn" environment at Researcher Academy offers several interactive modules, webinars, downloadable guides and resources to guide you through the process of writing for research and going through peer review. Feel free to use these free resources to improve your submission and navigate the publication process with ease.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the [English Language Editing service](#) available from Elsevier's Author Services.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Submit your article

Please submit your article via <http://ees.elsevier.com/livsci/>

Referees

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential referees. For more details, visit our [Support site](#). Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

PREPARATION

Peer review

This journal operates a single blind review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. [More information on types of peer review](#).

Article structure

Manuscripts should have numbered lines, with wide margins and double spacing throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc., should be numbered. However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary, one may refer to sections. Avoid excessive usage of italics to emphasise part of the text.

Manuscripts in general should be organised in the following order:

- Title should be clear, descriptive and not too long
- Abstract
- Keywords (indexing terms)
- Introduction
- Material studied, area descriptions, methods, techniques
- Results
- Discussion
- Conclusion
- Acknowledgment and any additional information concerning research grants, and so on
- References
- Figure captions
- Figures (separate file(s))
- Tables (separate file(s))

Pdf-files for text and tables cannot be used for production purposes. You are kindly requested to upload the text pages and references as a word processor file (Word, Wordperfect, Open Office, rtf). Line numbers are mandatory for the text file. The tables can be part of this file or can be uploaded as one or more separate files. Tables can also be uploaded as separate spreadsheet files. Line numbers are not needed on pages with tables or figures.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal as they help increase the discoverability of your article via search engines. They consist of a short collection of bullet points that capture the novel results of your research as well as new methods that were used during the study (if any). Please have a look at the examples here: [example Highlights](#).

Highlights should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point).

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

The abstract should not be longer than 400 words.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a

separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view [Example Graphical Abstracts](#) on our information site.

Authors can make use of Elsevier's [Illustration Services](#) to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Nomenclature and units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI. You are urged to consult [IUB: Biochemical Nomenclature and Related Documents](#) for further information.

Authors and Editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the *International Code of Botanical Nomenclature*, the *International Code of Nomenclature of Bacteria*, and the *International Code of Zoological Nomenclature*.

All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Equations should be numbered serially at the right-hand side in parentheses. In general only equations explicitly referred to in the text need be numbered.

The use of fractional powers instead of root signs is recommended. Powers of e are often more conveniently denoted by exp.

Levels of statistical significance which can be mentioned without further explanation are *P < 0.05, **P < 0.01 and ***P < 0.001.

In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g. Ca²⁺, not as Ca⁺⁺.

Isotope numbers should precede the symbols, e.g. ¹⁸O.

The repeated writing of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full. Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g. phosphate as P₂O₅).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.
- Ensure that color images are accessible to all, including those with impaired color vision.

A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. [Further information on the preparation of electronic artwork.](#)

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

References concerning unpublished data and "personal communications" should not be cited in the reference list but may be mentioned in the text.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#). Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes from different reference management software](#).

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/livestock-science>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references can be listed either first alphabetically, then chronologically, or vice versa.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999).... Or, as demonstrated (Jones, 1999; Allan, 2000)... Kramer et al. (2010) have recently shown ...'

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2018. The art of writing a scientific article. *Heliyon*. 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

Strunk Jr, W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Reference to a website:

Cancer Research UK, 1975. *Cancer statistics reports for the UK*. <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> (accessed 13 March 2003).

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. *Mendeley Data*, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the [List of Title Word Abbreviations](#).

Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including [ScienceDirect](#). Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our [video instruction pages](#). Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Data visualization

Include interactive data visualizations in your publication and let your readers interact and engage more closely with your research. Follow the instructions [here](#) to find out about available data visualization options and how to include them with your article.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data](#) page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For [supported data repositories](#) a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to *Mendeley Data*. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the [Mendeley Data for journals page](#).

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement page](#).

AFTER ACCEPTANCE

Online proof correction

To ensure a fast publication process of the article, we kindly ask authors to provide us with their proof corrections within two days. Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized [Share Link](#) providing 50 days free access to the final published version of the article on [ScienceDirect](#). The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's [Author Services](#). Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

AUTHOR INQUIRIES

Visit the [Elsevier Support Center](#) to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch.

You can also [check the status of your submitted article](#) or find out [when your accepted article will be published](#).

© Copyright 2018 Elsevier | <https://www.elsevier.com>