



**Escola Superior
Agrária**

Politécnico de Coimbra

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA
INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

Mariana de Jesus Leal

Avaliação de Técnicas e Práticas de Indução do Cio em Porcas Nulíparas

Orientador: Maria Rosa Rebordão Cordeiro Simões Crisóstomo

Coorientador: Rosário Plácido Roberto da Costa

Orientador Externo – Tutor: José Júlio Alfaro Cardoso Carreira da Cunha

Coimbra, 2021

Agradecimentos

Sempre que nos deparamos com momentos que são decisivos e nos conduzem a uma nova etapa da vida, lembramo-nos que não atingimos a meta sozinhos.

Durante este percurso, e para alcançar os nossos objetivos, temos a certeza de que grandes pessoas e grandes amigos estiveram do nosso lado e colaboraram para que o resultado final fosse o melhor possível.

Portanto, não poderia esquecer um sincero agradecimento a todas as pessoas que contribuíram, direta ou indiretamente, de modo tão substancial para a conclusão deste trabalho.

Foram 9 meses de estágio em que participei, atuei, aprendi com pessoas que se mostraram disponíveis para partilhar comigo um pouco da sua experiência.

Desta forma agradeço:

Em primeiro lugar à família, pelo apoio incondicional nesta área que escolhi, que sem eles não teria conseguido atingir os meus objetivos. Pela motivação, dedicação que estiveram sempre presentes, e que fizeram com que fosse motivo de orgulho para eles.

À professora e orientadora Maria Rosa Rebordão Cordeiro Simões Crisóstomo, ao tutor José Júlio Alfaro Cardoso Carreira da Cunha e ao professor e coorientador Rosário Plácido Roberto da Costa, pelo profissionalismo, disponibilidade, motivação e dedicação, um agradecimento especial.

A quem em acompanhou diariamente na exploração, Eng. Mónica Fernandes, Dana Elena Manoila, Florin Manoila e Tudor Popa, cujas ajudas e disponibilidade a recolher os dados para a realização deste trabalho, não têm preço.

A todos os docentes do curso, pela transmissão de conhecimentos, paciência, dedicação e empenho durante este período.

E, por último, a todos os docentes e funcionários da ESAC, aos meus amigos/colegas de curso e da escola, pelos bons momentos ao longo desta fase.

Muito obrigada!

Resumo

A idade à puberdade tem um impacto importante na produtividade das porcas ao longo da sua vida. Neste estudo, analisou-se o efeito de diferentes técnicas de indução do cio, nomeadamente a farinha de peixe como suplemento alimentar, a administração de gonadotrofinas (PG600) e um grupo não tratado (controlo), em dois grupos de fêmeas nulíparas de diferentes idades (Grupo 1- 234,5±3,9 dias; Grupo 2- 183,8±4,7 dias), ambos expostos ao macho, em relação a vários parâmetros produtivos e reprodutivos. No grupo 1 foi ainda estudado o efeito de um agente luteolítico, a PGF_{2α}. No grupo 1, a PG600 induziu rapidamente o cio, 3,5±0,3 dias após a sua administração, em 76,0±8,7% das fêmeas, sem comprometer a taxa de fertilidade, prolificidade e mortalidade ao nascimento. A suplementação com farinha de peixe permitiu uma indução do cio ao fim de 6,8±0,9 dias, numa percentagem de nulíparas (44,0±10,3%) similar às do grupo controlo (45,8±10,4%, cio ao fim de 13,2±1,7 dias). O uso de PGF_{2α} não mostrou um bom desempenho como método de indução do cio em nulíparas, com apenas 12,5% das fêmeas a manifestarem cio, 16,3±3,3 dias após o tratamento. No grupo 2, verificaram-se diferenças entre tratamentos ($P < 0.05$), com aparecimento do cio em 44,4±12,1% das fêmeas, 4,0±0,3 dias após a administração de PG600, em 5,6±5,6% das nulíparas, ao fim de 6,0±0,0 dias com a farinha de peixe, e em 11,1±7,6% das fêmeas controlo, 9,0±3,0 dias depois do início do ensaio. Verificou-se um efeito significativo do grupo, no número de fêmeas que manifestaram cio (maior número de nulíparas do grupo 1 a apresentar cio, em todos os tratamentos em estudo; $P < 0.05$) e no intervalo entre o desmame e a cobrição (fêmeas do grupo 1, com intervalos significativamente menores nos animais suplementados com farinha de peixe e nos tratados com PG600; $P < 0.0001$), o que sugere que em nulíparas mais jovens os métodos de indução não são tão eficazes.

Palavras-chaves: porcas nulíparas, indução do cio, gonadotrofinas (PG600), agente luteolítico (PGF_{2α}), farinha de peixe

Abstract

Age at puberty has a major impact on the productivity of sows throughout their lives. In this study, we analyzed the effect of different estrus induction techniques, namely fishmeal as a feed supplement, the administration of gonadotropins (PG600) and an untreated group (control), in two groups of gilts of different ages. (Group 1- 234.5±3.9 days; Group 2- 183.8±4.7 days), both exposed to the male, in relation to various productive and reproductive parameters. In group 1, the effect of a luteolytic agent, PGF_{2α}, was also studied. In group 1, PG600 rapidly induced estrus, 3.5±0.3 days after its administration, in 76.0±8.7% of females, without compromising the fertility rate, prolificity and mortality at birth. Supplementation with fishmeal allowed an estrus induction after 6.8±0.9 days, with a percentage of gilts (44.0±10.3%) similar to the control group (45.8±10.4 %, heat after 13.2±1.7 days). The use of PGF_{2α} did not show a good performance as an estrus induction method in gilts, with only 12.5% of females showing estrus, 16.3±3,3 days after treatment. In group 2, there were differences between treatments ($P < 0.05$), with onset of heat in 44.4±12.1% of females, 4.0±0.3 days after PG600 administration, in 5.6 ±5.6% of gilts, after 6.0±0.0 days with fishmeal, and in 11.1±7.6% of control females, 9.0±3.0 days after the beginning of the trial. There was a significant effect of the group, in the number of females that manifested estrus (higher number of gilts group 1 to present estrus, in all studied treatments; $P < 0.05$) and in the interval between weaning and mating (females from group 1, with significantly shorter intervals in animals supplemented with fishmeal and treated with PG600; $P < 0.0001$), which suggests that in younger gilts the induction methods are not as effective.

Keywords: gilt, induction of the heat, gonadotropins (PG600), luteolytic agents (PGF_{2α}), fishmeal

Índice

Resumo.....	ii
Abstract	iii
Lista de Tabelas.....	vii
Lista de Figuras	viii
Abreviaturas	ix
1. Introdução	1
2. Revisão Bibliográfica.....	3
2.1. Fisiologia Reprodutiva	3
2.2. De nulípara a futura reprodutora	7
2.3. Condição Corporal	10
2.4. Infertilidade Sazonal	11
2.4.1. Efeitos Sazonais (Fotoperíodo e Temperatura).....	12
2.5. Métodos de Sincronização e Indução do Cio	14
2.5.1. Métodos Não Hormonais	14
2.5.1.1. Alimentação	14
Flushing.....	15
Dextrose	16
Farinha de Peixe	16
2.5.1.2. Estímulos Auditivos, Visuais, Olfativos e Táteis (Feromonas).....	17
Estímulo pelo varrasco	18
Estímulo por outras porcas vizinhas.....	19
Estímulo pelo Tratador.....	20
2.5.2. Métodos Hormonais	21
2.5.2.1. Progestagénios	21

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

2.5.2.2.	Agentes Luteolíticos	22
2.5.2.3.	Gonadotrofinas.....	22
2.6.	Inseminação Artificial	24
2.7.	Controlo Reprodutivo e Produtivo em Suinicultura.....	27
2.7.1.	Efetivo Reprodutor	27
2.7.2.	Taxa de Reposição	28
2.7.3.	Produtividade	29
2.7.3.1.	Períodos Improdutivos	30
3.	Materiais e Métodos.....	32
3.1.	Caracterização da exploração.....	32
3.1.1.	Instalações	32
3.1.2.	Animais	35
3.2.	Maneio Reprodutivo.....	36
3.2.1.	Despiste de Cio.....	37
3.2.2.	Inseminação Artificial	38
3.2.3.	Diagnóstico de Gestação	40
3.3.	Parametros Recolhidos	41
3.4.	Análise Estatística	42
4.	Resultados	43
4.1.	Caracterização da amostra.....	43
4.2.	Percentagem de fêmeas que manifestaram cio.....	44
4.3.	Intervalo entre tratamento e deteção do cio	45
4.4.	Número de inseminações, taxa de fertilidade, prolificidade e mortalidade ao nascimento.....	47
4.5.	Idade ao parto	49

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

4.6.	Intervalo entre desmame e cobrição, intervalo entre desmame e cobrição fecundante e intervalo entre parto e a fecundação seguinte	50
4.7.	Duração da gestação, duração da lactação e número de desmamados	51
5.	Discussão	52
5.1.	Percentagem de fêmeas que manifestaram cio	52
5.2.	Intervalo entre tratamento e deteção do cio	53
5.3.	Nº de inseminações	54
5.4.	Idade ao parto, prolificidade e mortalidade ao nascimento	55
5.5.	Intervalo entre desmame e cobrição, intervalo entre desmame e cobrição fecundante e intervalo entre o parto e fecundação seguinte	56
6.	Conclusões	58
7.	Bibliografia	59
	Anexo I	67

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Recomendação máxima e mínima de nutrientes.....	16
Tabela 2 - Caracterização da amostra (idade e condição corporal).....	43

Lista de Figuras

Figura 1- Concentração das hormonas no sangue durante a fase folicular	3
Figura 2 - Avaliação da condição corporal através de uma escala de pontuação de 1 a 5.....	10
Figura 3 - Janela de Fecundação	25
Figura 4 - Setor de cobrição	33
Figura 5 - Cella da maternidade	34
Figura 6 - Setor de engorda das nulíparas	34
Figura 7 - Contacto direto do varrasco com as nulíparas	36
Figura 8 - Aproximação do tratador.....	37
Figura 9 - A- Uso do arco para simular o varrasco; B - Agarrar e levar a prega inguinal; C- Pressão sobre o dorso; D - Sentar em cima da porca.	38
Figura 10 - Inseminação da nulípara com o varrasco à frente, usando o sistema de "mãos livres"	39
Figura 11 - Efeito dos tratamentos sobre a percentagem de fêmeas que manifestaram cio. A- Grupo 1; B- Grupo 2.	44
Figura 12 - - Comparação entre grupos (grupo 1 vs. grupo 2) do efeito dos tratamentos na percentagem de fêmeas que manifestaram cio.	45
Figura 13- Efeito do tratamento no intervalo de tempo decorrido entre o início do tratamento e a deteção de cio (dias), no grupo 1.	46
Figura 14 - Comparação entre grupos (grupo 1 vs. grupo 2) do efeito dos tratamentos no intervalo entre o início do tratamento e a deteção do cio (em dias).	47
Figura 15 - Efeito dos tratamentos no número de inseminações (A), Taxa de fertilidade (B), Prolificidade (C) e Taxa de mortalidade ao nascimento (D), no grupo 1.	48
Figura 16 - Comparação entre grupos (grupo 1 vs. grupo 2) do efeito do tratamento com PG600 na prolificidade.....	49
Figura 17 - Efeito dos tratamentos na idade ao parto, no grupo 1.	49
Figura 18 - Efeito da idade ao tratamento (Grupo 1 vs Grupo 2) na idade ao parto	50
Figura 19 - Comparação entre grupos (grupo 1 vs. grupo2) do efeito do tratamento com PG600 no (A) intervalo desmame e cobrição (IDC) e (B) intervalo entre o parto e a fecundação seguinte	51

Abreviaturas

CC – Condição corporal

DNP – Dias não produtivos

eCG – Gonadotrofina coriónica equina

E_2 – Estradiol

EGD – Espessura da gordura dorsal

EL – Energia limpa

FSH – Hormona folículo-estimulante

GC - Grupo controlo

g - gramas

GFP – Grupo farinha de peixe

GnRH – Gonadotrofinas

GPGF_{2α} - Grupo PGF_{2α}

GPG600 – Grupo PG600

hCG – Gonadotrofina coriónica humana

IA – Inseminação artificial

IDC – Intervalo entre desmame e cobrição

IDCF – Intervalo entre desmame e cobrição fecundante

IECF – Intervalo entre a entrada da porca na exploração até à primeira cobrição

IEP – Intervalo entre partos

Kg – Quilogramas

LH – Hormona luteinizante

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

LNT – Leitões nascidos vivos

LR – Landrace

LW – Large White

MJ – Megajoule

NT – Nascidos totais

PRL – Prolactina

PUFA – Ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa n-3

SEM – Erros padrão da média (standard error of the mean)

SIDLys - Lisina digestível ideal standard

1. Introdução

São vários os fatores relacionados com a genética, nutrição, sanidade ou biossegurança e de meio ambiente ou bem-estar animal, que influenciam as performances reprodutivas de qualquer espécie animal. Existem fronteiras muito ténues entre estes fatores, estando eles sempre interrelacionados, de tal forma que se torna por vezes muito difícil avaliar qual deles terá a maior quota de responsabilidade no desempenho reprodutivo. A inter-relação entre estes diversos fatores está, no entanto, sempre condicionada à forma como interagimos com eles. A esta interação dá-se vulgarmente o nome de maneio. O fator humano é portanto, através de um bom ou mau maneio, o grande responsável pelo bom ou mau desempenho reprodutivo.

Para entendermos melhor as falhas reprodutivas na espécie porcina em particular, devemos incidir a nossa maior atenção no período compreendido entre o início do estro, com as manifestações de cio a ele associados, e os 24 dias após a inseminação artificial/cobrição natural (com maior relevo para os dias 18 e 22). Este é o período crítico do ciclo reprodutivo da porca, com reflexos na sua produtividade e durante o qual a influência da intervenção humana mais se evidencia.

Desde uma correta deteção de cio e um bom maneio do varrasco/sémen, até à completa fusão endométrio-embrião, variadíssimos aspetos anátomo-fisiológicos interferem e se conjugam para que haja uma eficaz nidação e manutenção de embriões de boa qualidade e em quantidade suficiente, não só para a manutenção da gestação, mas principalmente para a rentabilidade produtiva da porca.

Há que ter em consideração que, as nulíparas são o grupo mais numeroso da exploração (dependendo da taxa de reposição) e, portanto, um rendimento menor do que o esperado neste grupo afeta de forma significativa o rendimento global da exploração. Também é importante termos em consideração que o rendimento no primeiro ciclo está muito relacionado com o rendimento global da porca logo, ao conseguir um rendimento elevado durante o primeiro ciclo a probabilidade da porca manter um maior rendimento durante o resto da sua vida reprodutiva é maior (Andrés *et al.*, 2019).

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

Obter uma elevada expressão do cio, tanto nas futuras reprodutoras como nas porcas desmamadas, melhorar a fertilidade e obter a máxima prolificidade possível, continua a ser um desafio na maioria das explorações. Todos os protocolos de manejo relacionados com a entrada em estro e a inseminação, são determinantes para o êxito reprodutivo de uma exploração (Pascual, 2020a).

Pelo exposto, a entrada mais precoce das fêmeas em reprodução tem um impacto importante na eficiência reprodutiva de um efetivo suíno e pode levar a uma maior produtividade. Uma vez que a capacidade das marrãs para expressar a puberdade mais cedo na vida depende da conjugação de vários fatores fisiológicos, ambientais e de manejo, este trabalho teve como principal objetivo avaliar o efeito de diferentes técnicas de indução de cio em porcas nulíparas, sobre as suas performances reprodutivas e produtivas, numa suinicultura industrial de produção de leitões.

Foram avaliadas técnicas de indução do cio tais como, o uso da combinação de gonadotrofina coriônica equina e humana (PG600), um agente luteolítico (PGF_{2α}) e o uso de farinha de peixe como suplemento alimentar. Estas técnicas foram avaliadas em relação ao seu desempenho e eficácia no que diz respeito ao número de dias que as fêmeas demoraram a expressar o estro após o tratamento, e à produtividade da nulípara, nomeadamente, na fertilidade, prolificidade e mortalidade dos leitões nascidos. A avaliação foi feita em dois grupos de diferentes idades, ambos com exposição ao macho, no sentido de avaliar também se as técnicas de indução do cio são afetadas pela idade a que é feito o tratamento e a cobrição.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Fisiologia Reprodutiva

A porca é considerada uma fêmea poliéstrica anual, ou seja, após a puberdade, os ciclos éstricos têm uma duração média de 21 dias e são unicamente interrompidos pela lactação e gestação. O ciclo éstrico está dividido em quatro estágios, sendo o pró-estro e estro inseridos na fase folicular, e o metaestro e o diestro na fase lútea.

A fase folicular vai do final da luteólise e início do crescimento folicular até a ovulação e subsequente formação de novos corpos lúteos. O crescimento dos folículos é contínuo até atingirem um diâmetro maior que 6 mm, momento em que podem seguir duas vias: ovulação ou atresia. Apenas alguns folículos (cerca de 25%) começam a crescer, atingem o tamanho pré-ovulatório e sofrem maturação. Apenas os maiores e os que produzem mais estrogénios durante a seleção são os que ovulam, enquanto os menores e os que são menos ativos estrogénicamente sofrem atresia (Midence *et al.*, 1999).

Como mostra a figura 1, os principais reguladores do desenvolvimento folicular são a hormona folículo-estimulante (FSH) e a hormona luteinizante (LH), que estimulam a maturação; os estrogénios, o 17- β estradiol (E2) que facilitam a ação das gonadotrofinas e a prolactina (PRL) que exerce um efeito modulador (Midence *et al.*, 1999).

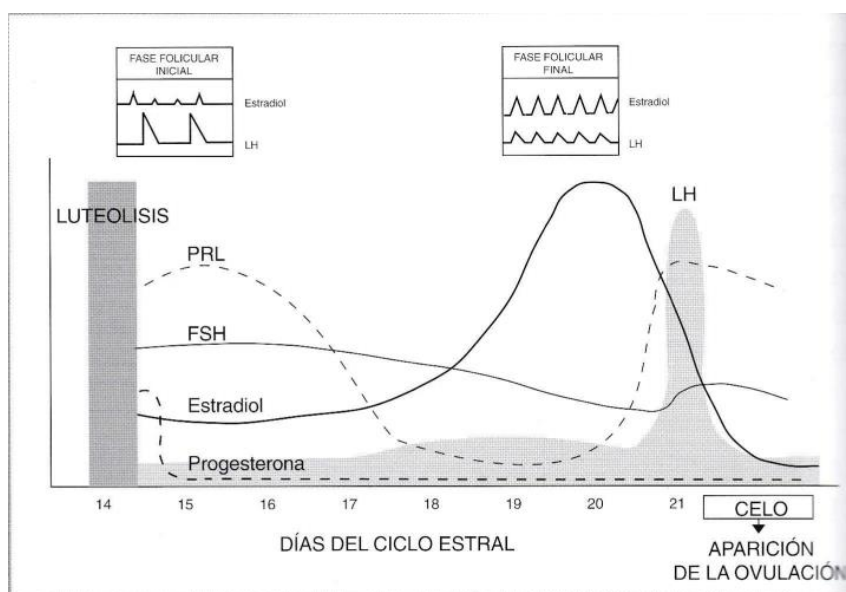


Figura 1- Concentração das hormonas no sangue durante a fase folicular (Midence *et al.*, 1999)

Durante a fase folicular o hipotálamo é capaz de libertar pulsos de gonadotrofinas (GnRH) em amplitude e frequência suficientes para provocar a maturação dos folículos e ovulação. Durante esta fase, as camadas da granulosa e da teca proliferam e diferenciam-se e os folículos tornam-se gradualmente mais reativos às gonadotrofinas, secretando cada vez mais estrogénios, à medida que aumentam de tamanho. Os estrogénios são as hormonas predominantes nesta fase e são responsáveis tanto pelas mudanças no trato reprodutivo (aumento da vascularização e permeabilidade vascular), como também no comportamento da fêmea. Com o aumento dos níveis de estrogénios, ocorre um *feedback* positivo para a libertação de LH e o aumento dos recetores da FSH nas células da granulosa, mais numerosos em folículos maiores, permite que esses atinjam mais rapidamente o tamanho pré-ovulatório, o que ocorre três a quatro dias antes da ovulação e perdura até cerca de três dias após a ovulação. As diferenças observadas nos tamanhos dos folículos ovulatórios podem resultar de fatores que causam diferenças na seleção e maturação do folículo, incluindo balanço energético negativo, *stress*, duração da lactação e estação do ano. A heterogeneidade nos folículos ovulatórios pode resultar em variação na maturação do oócito e na resposta do folículo ao pico de LH e levar a taxas de fertilização reduzidas, baixa sobrevivência do embrião, desenvolvimento do folículo cístico e corpos lúteos malformados (Knox, 2015).

No início da fase folicular a FSH é elevada durante 24 a 36 horas, diminuindo posteriormente devido à produção de inibina pelos folículos. A inibina, junto com os estrogénios, são os responsáveis pelo decréscimo na libertação de FSH durante a fase folicular, o que por sua vez culmina na seleção dos folículos ovulatórios. Durante os estágios foliculares intermediários e tardios, 90% dos pulsos estão temporariamente associados aos pulsos de FSH, embora o conteúdo de todos os esteroides no fluído folicular diminua significativamente na ovulação (Midence *et al.*, 1999).

Nesta fase a frequência dos pulsos de LH aumenta e a amplitude diminui, sendo que durante o estágio folicular médio e tardio, 93-100% dos pulsos desta estão associados aos pulsos de FSH. O aumento da secreção de E2 pelos folículos em crescimento estimula o pico de LH pré-ovulatório (com uma duração de aproximadamente 20 horas), que pode ocorrer de 7 a 8 horas após o pico da concentração de estrogénios pré-ovulatório (Midence *et al.*, 1999).

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

A concentração média de FSH diminui coincidindo com o aumento da concentração de E2. Na porca, um pequeno pico de FSH aparece apenas no momento do pico de LH pré-ovulatório. A secreção da FSH é controlada pela inibina, peptídeo ovárico, enquanto a GnRH tem um papel menor na regulação da libertação desta. Dois picos de PRL são observados durante a fase folicular suína, o primeiro começa 4 ou 5 dias após o aparecimento do cio, e o segundo por volta do dia 1 do ciclo, antes do pico de LH pré-ovulatório, e dura 3 dias (Midence *et al.*, 1999).

O processo de ovulação é iniciado logo após o pico de LH e rapidamente se torna independente do controle subsequente da gonadotrofina. O pico inicia os processos para encerrar o crescimento do folículo, a retoma da meiose, quebra da vesícula germinativa, início da luteinização e reestruturação da parede do folículo. Durante várias horas após o pico de LH, a modificação mínima do folículo é evidente, com a progressão, são observadas mudanças no inchaço do folículo, forma e fluxo sanguíneo (Knox, 2015).

O estro é marcado pela recetividade ao macho, em que há um pico nos níveis de estrogénios, e tem uma duração de 2 a 3 dias, sendo que a ovulação ocorre no último terço do período, tendo uma duração de 2 a 4 horas. O início do cio caracteriza-se por mudanças graduais nos padrões de comportamento, nomeadamente inquietação, monta de outros animais, lordose, inchaço e enrubescimento intenso da vulva, urina frequente, ocasionalmente secreção mucosa e o reflexo de imobilidade, um sinal comportamental bastante característico nessa fase, caracterizado por uma posição estática, orelhas em pé e olhar fixo e atento (Knox, 2018).

Após a ovulação, há a formação dos corpos lúteos e a síntese de progesterona, marcando o início da fase lútea, período em que não há qualquer comportamento de aceitação do macho. A fase lútea é caracterizada pela presença do corpo lúteo, que é uma glândula miniendócrina, desenvolvida a partir da parede folicular após a ovulação e tem uma vida média de cerca de 14 dias na espécie suína. As células da granulosa tornam-se hipertrofiadas e o pigmento carotenóide, a luteína, dá ao corpo lúteo uma cor amarela. O corpo lúteo secreta principalmente progesterona. O início da atividade do corpo lúteo em porcas e a sua capacidade esteroidogénica depende da LH. A secreção de LH durante a fase lútea do ciclo éstrico das porcas pode ser dividida em três períodos: precoce (dias 2-8), médio (dias 9-12) e tardio (dias 13-15). Durante o período inicial, a concentração de LH no sangue é baixa e constante; o período intermediário

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

é caracterizado por variações consideráveis de LH; o terceiro por uma diminuição no nível de LH. Durante o período intermediário, a LH é libertada em pulsos curtos (75 min) de alta amplitude (50% do pico pré-ovulatório) a cada 2-3 horas. A alta concentração de LH a meio da fase lútea em porcas pode estar relacionada com a requisição por parte do tecido branco do corpo lúteo entre os dias 6 e 12 do ciclo éstrico (Midence *et al.*, 1999).

Com a ausência de embriões que estimulem o reconhecimento materno da gestação, o corpo lúteo passa pelo processo de luteólise. Nesse processo, os estrogénios e a ocitocina desencadeiam a síntese de prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) pelo endométrio, que quando atinge níveis elevados nos ovários, leva à degradação das células luteínicas do corpo lúteo, restando somente tecido conjuntivo fibroso cicatricial. A luteólise resulta na queda drástica das concentrações de progesterona circulantes, removendo o bloqueio dos picos de GnRH pelo hipotálamo, o que leva ao retorno da fase folicular (Knox, 2015).

A fase folicular pode durar de 5 a 7 dias, enquanto a fase lútea compreende a maior parte do ciclo, tendo uma duração de 14 a 16 dias, na qual existe pelo menos um corpo lúteo funcional encarregado na síntese da progesterona.

A puberdade na porca surge entre os 160-190 dias de idade e representa a altura em que ocorre maturação do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal e libertação de GnRH, resultando no primeiro cio fértil e dando início aos ciclos reprodutivos (sendo que nas nulíparas os cios são mais curtos). Porcas pré-puberes (entre os 140 e os 180 dias) tratadas com gonadotrofina coriónica equina ou humana (eCG/hCG) podem não desenvolver folículos grandes e apenas uma pequena percentagem podem ovular, mas sem expressar o estro. Esta resposta melhora significativamente com a idade, a exposição ao macho ou a administração de gonadotrofinas. Aos 130 dias de idade, a maioria dos folículos presentes no ovário das nulíparas não são saudáveis (Konx, 2019).

A porca como uma espécie poliéstrica não-sazonal pode apresentar anestro ou interrupção da ciclicidade em três condições: gestação, lactação ou doenças. O anestro de lactação na porca é o mais marcante nas espécies domésticas, visto que a fêmea não retornará à reprodução durante o período de aleitamento. O estímulo de sucção nas glândulas mamárias promovido pelos leitões bloqueia a secreção de GnRH pelo hipotálamo e de LH pela hipófise e,

consequentemente, inibe o crescimento folicular e ovulação. Após o desmame, o bloqueio cessa e a porca retorna ao estro em cerca de 3 a 10 dias. Se houver fatores que afetam a qualidade do estímulo dos leitões durante a lactação (como ninhadas pouco numerosas, leitões pequenos ou débeis, ninhadas com diarreia, etc.) as porcas podem entrar em cio na lactação (Casanovas, 2014).

2.2. De nulípara a futura reprodutora

No momento da cobertura das porcas, e considerando apenas as primeiras cobrições (sem considerar fêmeas que retornam o cio após inseminação/cobrição), existem dois tipos de porcas: porcas nulíparas e porcas múltíparas. As porcas múltíparas vêm de um estado prévio de catabolismo (perda de peso e de condição corporal durante a lactação), afetando negativamente todo o processo posterior, tanto a entrada em cio como a manutenção da gestação. As porcas nulíparas não têm esta condicionante prévia e, teoricamente, são cobertas nas melhores condições, o que seria expectável que estas porcas tivessem melhor rendimento (Andrés *et al.*, 2019).

Contudo, é sabido que, nos dois primeiros ciclos existe um pior rendimento, tanto na percentagem de repetições (fêmeas que retornaram o cio após inseminação/cobrição) como na taxa de partos. No segundo ciclo este facto é expectável dado que as porcas vêm da sua primeira lactação, onde a perda de condição corporal (CC) é maior que nas restantes lactações. No primeiro ciclo, com as porcas, teoricamente, numa condição corporal ótima, o resultado está abaixo do esperado, sendo as que têm maior percentagem de repetições e um intervalo médio de repetições maior (repetições entre 38 e 44 dias pós-cobrição e repetições tardias), maior percentagem de diagnósticos de gestação negativos (devido a repetições, não deteção do cio ou perda da gestação após a inseminação) e mais perdas de gestação na segunda metade destas (maior percentagem de abortos e de porcas vazias ao parto) (Andrés *et al.*, 2019).

As possíveis causas deste baixo rendimento são o facto de nestas porcas os cios serem mais curtos e irregulares, logo existe uma maior dificuldade na deteção do cio, na inseminação e de adaptação no momento de agrupar as porcas na gestação confirmada (Andrés *et al.*, 2019). A isto acrescenta-se ainda fatores que escapam ao nosso controlo, nomeadamente as condições

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

ambientais que têm maiores consequências nos resultados do primeiro parto (Andrés *et al.*, 2016).

Um problema que aparece frequentemente é o facto de algumas nulíparas (5-15%) não apresentarem cio num período razoável desde a sua entrada na exploração. Assim, as porcas de reposição dividem-se em 3 tipos: as que ciclam nos 10 primeiros dias após a sua chegada, as que ciclam nos 10-28 dias após a sua chegada, e as restantes (Kirkwood e Carr, 2018).

A puberdade manifesta-se por uma tumefação da vulva e pela prontidão com que se mantêm de pé e suporta o macho durante a cobrição. A idade a que ocorre a puberdade depende de dois conjuntos de fatores, um de ordem externa e outro de ordem interna. Os fatores de ordem externa relacionam-se com a alimentação, o ambiente, o alojamento e a presença do macho, enquanto os fatores de ordem interna dependem do genótipo do animal, da idade, do peso vivo e do seu estado hormonal (Konx, 2018).

Existem muitos pontos-chaves na preparação de nulíparas antes de serem cobertas pela primeira vez. Norma geral, recomenda-se que a primeira cobrição seja feita às 31-32 semanas (aproximadamente 220 dias) e com um peso de 130-150kg, sendo o objetivo principal conseguir o primeiro parto às 50 semanas de vida (350 dias) (Wennberg *et al.*, 2018). Para isso, deve-se começar a estimulação por volta dos 180 dias que, se for adequada, permitirá que a maioria das nulíparas entrem em cio entre os 200-220 dias de vida (Pascual, 2020a).

A idade à puberdade é caracterizada por uma heritabilidade moderada, existindo um efeito genético importante. Principalmente o efeito de heterose que é bastante notável nas fêmeas F1 resultantes do cruzamento da raça Large White (em que a idade à puberdade é de 208 dias) e da raça Landrace Francesa (com idade à puberdade de 195 dias), gerando fêmeas muito mais precoces, com uma idade à puberdade de 182 dias. A variação nas condições da exploração e do manejo podem ter um impacto negativo no desempenho futuro, e a atenção deve-se concentrar no manejo para otimizar o desempenho futuro e a longevidade. O manejo subótimo e as influências ambientais frequentemente substituem o potencial genético subjacente para a maturação sexual precoce (Magnabosco *et al.*, 2015)

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

Um bom manejo da nulípara começa ao nascimento pois, a ninhada de origem, o manejo da lactação e a aplicação de estratégias de seleção precoce são indicadores precoces do futuro desempenho e eficiência. A falha na seleção das nulíparas com maior potencial reprodutivo e o manejo inadequado do estado fisiológico e condição metabólica destas são os principais fatores de risco para uma baixa produtividade ao longo das suas vida (Patterson e Foxcroft, 2019).

A resposta à estimulação do macho efetivamente identifica as nulíparas mais produtivas. Quando a exposição ao macho é limitada a uma janela de tempo pré-estabelecida, as nulíparas com maturação precoce são identificadas e os produtores podem tirar vantagem da ligação entre a maturidade sexual precoce e a produtividade da porca ao longo da vida. As características do estro comportamental na puberdade são preditivas do desempenho futuro, ou seja, porcas com sintomas comportamentais mais fortes durante o estro puberal têm maior probabilidade de parir, e aquelas com alterações vulvares mais proeminentes no estro puberal também têm alterações vulvares mais proeminentes no seu primeiro estro pós-desmame (Patterson e Foxcroft, 2019).

Foi relatado que a idade precoce na puberdade teve pouco efeito no total de leitões nascidos ou nascidos vivos por ninhada, ou no total de leitões produzidos ao longo da vida produtiva da fêmea. No entanto, a probabilidade de uma porca parir uma primeira, segunda ou terceira ninhada aumenta à medida que a idade à puberdade diminuiu e uma menor idade à puberdade está geralmente associada a uma melhor taxa de retenção e longevidade das porcas no efetivo. As nulíparas mais jovens à puberdade (com menos de 229 dias de idade) são refugadas com um maior número de partos do que as mais velhas à puberdade, acumulando menos dias produtivos ao longo das suas vidas e aumentando a sua produtividade no que diz respeito a leitões desmamados por ano. Além disso, o desempenho ao longo da vida de nulíparas com idade elevada no primeiro acasalamento está relacionado com excesso de peso na reprodução, o que afeta negativamente a longevidade (Patterson e Foxcroft, 2019).

Em suma, a ninhada de origem, o peso ao nascimento, a taxa de crescimento e a condição corporal são fatores-chave que podem afetar o início da puberdade. O manejo das nulíparas deve começar ao nascimento e fatores como peso ao nascimento, ingestão de colostro e crescimento antes do desmame, se não forem controlados adequadamente, podem atrasar a

idade à puberdade. Apesar de todas essas interações complexas, programas eficazes de pré-seleção com aproximadamente 150-170 dias de idade, seguidos por protocolos de seleção rigorosos e bem administrados identificando e registando um cio puberal, são etapas críticas para a obtenção de um bom desempenho das futuras reprodutoras (Patterson e Foxcroft, 2019).

2.3. Condição Corporal

De forma a conseguir uma produção ótima da porca é necessário conhecer a evolução crescente e decrescente das reservas corporais ao longo da gestação e lactação, respetivamente, e traduzi-la de forma fiável em quilos de ração para satisfazer as necessidades (Solá-Oriol e Gasa, 2016).

Existem diferentes métodos de avaliação de estado corporal da porca: utilizando métodos objetivos ou diretos, por exemplo, sistema de ultrassons para avaliar a espessura da gordura dorsal (na última costela, no ponto P2), e utilizando métodos subjetivos ou indiretos como a estimativa de peso ou avaliação da condição corporal (CC) através da observação, palpação na base da cauda, quadris, costelas e pontuação, usando uma escala de 1 a 5 (Figura 3), em que 1 representa porcas muito magras, 5 muito gordas e 3 a CC ótima (Nuñez *et al.*, 2012).

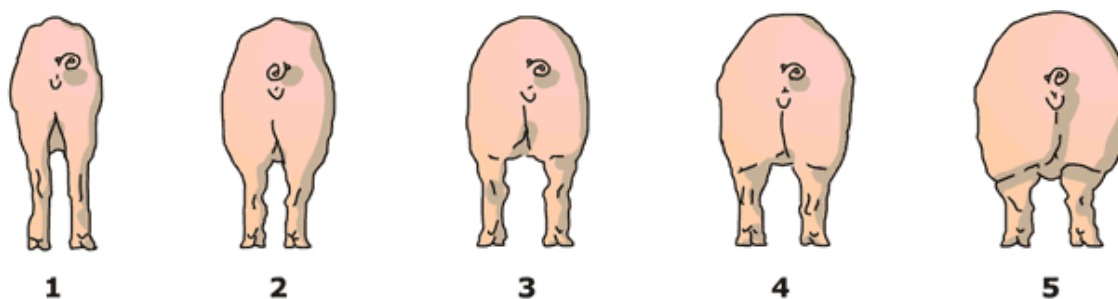


Figura 2 - Avaliação da condição corporal através de uma escala de pontuação de 1 a 5 (Nuñez *et al.*, 2012)

Recomenda-se, sempre que possível, usar a combinação entre o sistema indireto com o sistema direto. Deve-se avaliar a CC das porcas desmamadas, para determinar o ponto de partida da gestação seguinte, e das porcas à chegada aos partos. As perdas de CC (perdas de reservas corporais) durante a lactação também devem ser avaliadas antes de passar à gestação confirmada, para avaliar a recuperação das reservas e ajustar a ração, assim como o consumo de ração na gestação e lactação. Com estes resultados tomamos decisões de alteração das características das rações assim como dos volumes de alimentação nas diferentes fases da

gestação. Valores abaixo ou acima do valor normal da C.C, principalmente nas nulíparas, podem afetar parâmetros como a fertilidade e prolificidade e condicionar a sua vida reprodutiva (Nuñez *et al.*, 2012).

O momento mais importante para avaliar a CC é o primeiro mês de gestação já que, exceto nos sistemas de alimentação eletrónicas, os sistemas adaptados à lei do bem-estar animal são sistemas de alimentação em grupo e será difícil recuperar a porca passados os 28 dias de gestação (Nuñez *et al.*, 2012).

Alguns estudos indicam que a CC como indicador para determinar a ingestão de ração durante a gestação confirmada, permite satisfazer as necessidades das porcas jovens, mas não das porcas adultas. A explicação pode estar no facto de a CC refletir mais a condição muscular do animal, do que o estado global de reservas, fazendo com que as variações de CC se notem melhor nas porcas jovens que estão a crescer, do que nas adultas, cujo balanço energético depende maioritariamente nas reservas de tecido gordo (Solá-Oriol e Gasa, 2016).

Para assegurar uma boa entrada em cio é importante a avaliação e manutenção de uma boa condição corporal. Contudo, autores preferem que as cobrições se realizem com animais mais magros e recuperar o seu peso na primeira metade da gestação, pois a maioria das linhas genéticas nas explorações são muito eficientes na transformação de alimento, sendo mais fácil engordá-las que emagrecê-la (Wennberg *et al.*, 2018).

2.4. Infertilidade Sazonal

Os suínos domésticos não exibem cio sazonal e demonstram ciclos éstricos de duração normal durante todo o ano. No entanto, nas suiniculturas surgem surtos de infertilidade sazonal (períodos/momentos em que ocorre uma redução na eficiência reprodutiva) durante os meses do fim do verão e início do outono (Auvigne *et al.*, 2010). Os problemas reprodutivos associados à infertilidade sazonal na espécie suína são vários: aumento do intervalo entre o desmame e a cobrição (IDC), redução do índice de partos, atraso no aparecimento da puberdade e redução dos nascidos totais. Os fatores ambientais e de manejo que facilitam o seu aparecimento são o fotoperíodo, a temperatura, a alimentação, o alojamento (grupos vs. individual), a genética, a exposição ao macho e a interação social (Illas, 2019).

2.4.1. Efeitos Sazonais (Fotoperíodo e Temperatura)

A produção suína apresenta variações sazonais com uma diminuição da eficiência reprodutiva na fase de gestação durante os meses de verão e outono, verificando-se maior dificuldade de entrada em cio após o desmame, maior número de falhas reprodutivas e maior dificuldade em manter a gestação. Esta descida de eficiência, também denominada de “síndrome do aborto outonal”, caracteriza-se por um aumento da percentagem de porcas cobertas com um intervalo entre desmame-cobrição superior a 5 dias, da percentagem de repetições e especialmente da percentagem de abortos. Estas variações são devidas a dois fatores: temperaturas elevadas e fotoperíodo decrescente (Andrés *et al.*, 2012a).

Com temperaturas elevadas há uma diminuição da ingestão de ração, especialmente na maternidade, o que leva a que os animais apresentem baixa condição corporal no momento do desmame e posterior cobrição. Os suínos apresentam *stress* térmico (pois, a temperatura ambiental está acima da zona térmica neutra), o que faz que o tenham mais dificuldade para desencadear todos os processos hormonais que provocam a entrada em cio e a manutenção da gestação (desequilíbrio endócrino do eixo hipotálamo-hipofisário-ovário) (Andrés *et al.*, 2012a).

O fotoperíodo decrescente, ou seja, diminuição das horas de luz diárias, tem um papel importante na infertilidade sazonal. A porca deteta estas variações de luz, o que faz que, do mesmo modo que o *stress* térmico, interfiram com os mecanismos hormonais relacionados com a reprodução. Este é um mecanismo adaptativo do animal às condições que se dão na natureza, em que a função reprodutiva reduz-se ou detém-se durante o outono e inverno (Illas, 2019).

O hipotálamo das porcas recebe informação sobre as horas de luz em função do tempo e da concentração de melatonina no sangue e diminui ou aumenta os impulsos da GnRH e a sua intensidade. Após 6-8 semanas de dias longos e com fotoperíodo decrescente, a pulsatilidade da GnRH começa a diminuir, assim como a da LH e FSH, e os níveis de progesterona (Illas, 2019). O fotoperíodo decrescente pode afetar tanto o desenvolvimento folicular e a qualidade dos ovócitos, como o desenvolvimento dos corpos lúteos e embriões. Como consequência do desequilíbrio endócrino, as disfunções ovárias que surgem com mais frequência são o anestro,

cio silencioso, inadequada maturação dos oócitos, ciclos anovulatórios, quistos ováricos, baixa taxa de ovulação e insuficiência luteínica (Falceto *et al.*, 2019).

Um dos principais problemas detetado nas suiniculturas é o facto de as janelas permanecerem quase totalmente fechadas nesta época do ano devido à descida das temperaturas. Assim, as estratégias produtivas consistem em diminuir o impacto nos animais, tanto do calor, com recurso a *cooling*, refrigeração das salas, acesso constante a água fresca e de qualidade, como do fotoperíodo decrescente, com a instalação de temporizadores na iluminação dos pavilhões (especialmente nas áreas de gestação, do desmame e de cobrição), para manter um mínimo de 14 horas de luz branca diárias, sendo o ideal 16h de luz por dia (Díaz *et al.*, 2018).

Comprovou-se também que, a idade ótima à primeira cobrição depende da época do ano em que nasce a porca. Nulíparas nascidas na Primavera demoram mais tempo a atingir a maturidade sexual do que as nascidas nas outras estações do ano. As condições climáticas do Verão atrasam o desenvolvimento sexual. Porcas nascidas de julho a dezembro aumentam os leitões nascidos vivos (LNV) conforme vai aumentando a idade à primeira cobrição (Andrés *et al.*, 2016). Considerando que idade reprodutiva das porcas começa aos 6 meses (Tucci, 2021), este efeito é possível que esteja relacionado com o período de maturação sexual, que nas nascidas em julho a dezembro vai acontecer nas épocas de menor calor (entre janeiro a junho) enquanto nas outras, a maturação ocorre parcialmente no verão (Andrés *et al.*, 2016).

Com base nesta possível explicação, convém ter em conta quando se produz a maturação sexual da porca e o período de preparação para a inseminação, pois, se este coincidir com os períodos de maior calor, o *stress* térmico e a baixa ingestão de alimento, provoca um atraso no desenvolvimento e na maturação sexual, o que implica uma idade ótima à primeira cobrição mais elevada (Andrés *et al.*, 2016).

2.5. Métodos de Sincronização e Indução do Cio

O objetivo principal da indução da puberdade é antecipar o primeiro cio e proporcionar uma sincronização do ciclo éstrico das fêmeas, reduzindo o intervalo entre a integração da fêmea no efetivo e o primeiro parto.

Determinados fatores ambientais e de manejo, tais como a alimentação, o alojamento (grupos *vs.* individual), a exposição ao macho e a interação social, podem ser usados de forma a solucionar alguns problemas de infertilidade e adiantar o estro em nulíparas em alguns dias, ou inclusive semanas (Konx, 2018). Se estes métodos não hormonais não conseguirem induzir o cio, por exemplo, devido a infertilidade sazonal, justifica-se o uso de métodos hormonais (Kirkwood e Carr, 2018). Contudo, autores defendem que, se após 40 dias do primeiro contacto com o varrasco, a nulípara não entra em cio, esta deve ser excluída do efetivo. Nestes casos não deve ser utilizado um tratamento hormonal, evitando-se integrar porcas com dificuldade na entrada em cio, que possivelmente depois repetem estes problemas após o desmame (Pascual, 2020a).

2.5.1. Métodos Não Hormonais

2.5.1.1. Alimentação

O peso vivo tem um efeito determinante sobre a entrada à puberdade nas fêmeas, e por isso, a alimentação das nulíparas deve permitir um crescimento moderado (cerca de 600-650 g/dia), com deposição suficiente de gordura para cobrir as necessidades que vão aparecer no próximo ciclo reprodutivo (Patterson e Foxcroft, 2019).

A restrição alimentar de fêmeas pré-púberes pode atrasar a puberdade em um mês e meio ou mais, exercendo também um efeito negativo sobre a taxa de ovulação e no tamanho da ninhada. Logo, para minimizar tanto este efeito e como o dos efeitos sazonais, pode-se considerar a utilização de dietas mais concentradas para nulíparas, principalmente as que maturam sexualmente em meses mais quentes, e em porcas com dificuldades em entrar com cio (com IDC superiores ao que se pretende) (Andrés *et al.*, 2016).

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

Além disso, qualquer doença que possa afetar a taxa de crescimento quer diretamente, quer por interferir com a alimentação ou com a utilização de nutrientes, irá atrasar a entrada na puberdade.

Flushing

Nas nulíparas, uma recomendação comum de todas as linhas genéticas para favorecer uma boa ovulação e sobrevivência embrionária é estas não sofrerem restrições alimentares nos 10-15 dias anteriores à cobertura. A este aumento do consumo energético por parte das nulíparas antes da sua primeira cobertura, dá-se o nome de flushing (Wennberg *et al.*, 2018).

A nutrição nas 2-3 semanas anteriores à ovulação determina a qualidade dos óvulos e a capacidade desses óvulos serem fertilizados, se desenvolverem e resultarem em leitões vivos ao nascer (Athorn e Plush, 2019). Nas marrãs e nas porcas submetidas a “flushing” a qualidade dos oócitos, os níveis plasmáticos de FSH e a frequência do pulso de LH aumentam, sugerindo que a melhoria da qualidade dos oócitos (tamanho e uniformidade) ocorre por estimulação da secreção de gonadotrofinas (Topigs Norsin Nutrition Team, 2015).

As nulíparas devem ser colocadas em jaulas e mantê-las no mesmo grupo após detetar o primeiro cio até ao momento da inseminação, para haver uma adaptação prévia. A nulípara poderá reduzir o seu consumo durante os primeiros dias mas, uma vez adaptada, poderá ser realizado um aumento de ração adequado 15 dias antes do cio seguinte, assegurando uma boa ovulação, com óvulos de boa qualidade (Pascual, 2020a). Esta adaptação à jaula deve ser feita pelo menos 15 dias antes da cobertura (Wennberg *et al.*, 2018).

A alimentação *ad libitum* desde a seleção das nulíparas até a puberdade é considerada ideal, pois otimiza a resposta destas à estimulação da puberdade, maximiza a condição corporal no primeiro parto e facilita a lactação sem comprometer a reprodução subsequente. Contudo, restrições leves de alimentação podem ser uma estratégia de manejo útil para as nulíparas que têm uma alta taxa de crescimento e, portanto, excedem o peso ideal de acasalamento com a alimentação *ad libitum* (Athorn e Plush, 2019).

As recomendações em nutrientes nesta fase estão expressas na tabela 1. Uma fonte de energia à base de amido é benéfica para a taxa de ovulação, número de embriões no dia 28, peso do

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

embrião e peso da placenta (25,3 g vs. 20,8 g) em comparação com uma fonte de energia à base de óleo (Patterson e Foxcroft, 2019).

Tabela 1 - Recomendação máxima e mínima de nutrientes (Adaptado de Topigs Norsin Nutrition Team, 2015)

	Nutrientes	Unidades	Mínimo	Máximo
Flushing	Energia Limpa (EL)	MJ/kg	9.6	9.8
	SID Lys	g/kg	6.05	6.2
	SID Lys/EL	g/MJ	0.63	0.63
	Cálcio	g/kg	7.0	7.5
	Fósforo Disponível	g/kg	3.4	3.6
	Fósforo Digestível	g/kg	2.5	2.7

SID Lys- lisina digestível ideal standard

Dextrose

Se o tempo de adaptação das nulíparas à jaula for muito curto, pode impedir o aumento da ração, sendo recomendado o uso de açúcar ou dextrose (75-100g) nos dias anteriores à entrada em cio (Wennberg *et al.*, 2018).

Farinha de Peixe

Um suplemento alimentar usado frequentemente para aumentar os níveis de energia e proteína das dietas das porcas desmamadas e nas nulíparas é a farinha de peixe. A farinha de peixe é um coproduto de origem animal e uma fonte proteica de alta qualidade para a alimentação animal. A farinha de peixe é fabricada a partir de espécies capturadas secundariamente na pesca comercial sem interesse para o consumo humano, ou de frações da indústria extrativa e de conservas (Solà-Oriol, 2020).

Os processados de peixe cru a baixa temperatura (<70°C) produzem produtos de alta qualidade, pois oferecem melhor disponibilidade de aminoácidos e proteína uma vez que, o seu arrefecimento (usando sistemas de água fria ou mistura de gelo-peixe; ou preservados quimicamente com nitrito de sódio ou formaldeído) evita a degradação de proteínas e óleo. Assim, a composição nutricional e a qualidade da farinha de peixe estão diretamente relacionadas com o tipo de peixe utilizado, a sua frescura, a sua conservação e o processamento térmico. Em termos de qualidade, a conservação tem impacto direto na formação de compostos

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

de degradação que podem alterar a sua aceitabilidade e palatabilidade nos suínos (Solà-Oriol, 2020).

A farinha de peixe também é uma boa fonte de minerais, especialmente cálcio e fósforo, que estão amplamente disponíveis, e de microminerais essenciais (Se, Zn, Cu, Fe e Zn). Devido à sua origem, a farinha de peixe é uma fonte de proteína, com elevado nível de aminoácidos essenciais, de elevada digestibilidade e com um alto conteúdo em gordura (Solà-Oriol, 2020). A farinha de peixe e os óleos de peixe são as principais fontes alimentares de ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa n-3 (PUFA), ácido docosahexaenóico (22:6n-3) e ácido eicosapentaenóico (20:5n-3) (Cho e Kim, 2011).

A suplementação das dietas de suínos com farinha de peixe ou óleos ricos em ácidos gordos ómega 3 tem sido associada a uma melhoria do tamanho da ninhada e na taxa de partos (Palmer *et al.*, 1970), embora a resposta obtida seja altamente variável, provavelmente devido à fonte, ao nível, momento e duração da suplementação dos ácidos gordos ómega-3 (Reese, 2004). A alimentação de porcas com uma dieta suplementada com ómega-3 de óleo de peixe (8 dias antes do parto e durante 19 dias de lactação), aumentou o tamanho da ninhada no parto subsequente (Smits *et al.*, 2011a). Este efeito foi atribuído a uma acção sobre a sobrevivência embrionária em porcas mais velhas, nas quais se regista uma menor sobrevivência embrionária em comparação com fêmeas nulíparas e primíparas, uma vez que noutros estudos em nulíparas não foram observadas diferenças (Estienne *et al.*, 2006). Também não se registou resposta à suplementação da dieta com ómega 3, das 24 semanas de vida até à cobrição e durante a gestação, em relação ao início do estro, taxa de fertilidade, taxa de ovulação e número de embriões (Smits *et al.*, 2011b).

2.5.1.2. Estímulos Auditivos, Visuais, Olfativos e Táteis (Feromonas)

A estimulação da porca antes de ser coberta ou inseminada induz a libertação de LH. A deteção do cio caracteriza-se pelo aumento da frequência do reflexo de imobilidade da porca na presença de um varrasco e com a aplicação de pressão na garupa pelo inseminador. Quando os folículos ovários maturam e libertam estrogénios, que ao chegarem ao cérebro e permitem a expressão do comportamento associado ao cio. A intensidade e o tempo que a fêmea fica quieta

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

quando está a ser estimulada depende da fase do cio. O reflexo de imobilização é mais forte e ocorre mais rapidamente no meio do cio (Konx, 2018).

É importante que a estimulação/deteção seja consistente, num intervalo estabelecido e com um protocolo definido, melhorando assim a precisão, algo importante em nulíparas que têm um cio curto, de apenas 1-2 dias. As porcas em cio estão paradas continuamente e apresentam um comportamento refratário que pode durar de minutos a várias horas (Pascual, 2020b).

Estímulo pelo varrasco

O varrasco é um fator crítico que influencia o desencadear da puberdade em marrãs e as exposições diárias e uma rotação de varrascos maduros e de alta líbido maximizam a resposta à exposição ao varrasco. O efeito do varrasco é uma combinação de estímulos táteis, visuais, auditivos e olfativos. O contacto com varrasco vai estimular a porca através da feromona 3-androstenol. As feromonas presentes na saliva dos varrascos foram identificadas como sendo os estímulos olfactivos mais importantes, agindo através dos receptores nasais e do bulbo olfatório para induzir o estro puberal nas nulíparas (Patterson e Foxcroft, 2019).

Há que ter em conta que o varrasco tem um limite pois, o seu nível de deteção de cio mantém-se aceitável durante 15-20 minutos, mas depois decai. O mesmo se passa com a sua capacidade de estimulação das porcas, que após esse período, o seu efeito estimulante nas porcas decai. Por isso é importante usar diferentes machos. A porca mais difícil de despistar o cio é a porca que faz retorno ao cio ou todas as que estão fora de um protocolo previsível. Para não haver um mau diagnóstico dos cios destas porcas, deve-se começar a estimulação com o varrasco “fresco” nestas zonas de possíveis repetições e só depois na zona das porcas desmamadas (Pascual, 2020b).

O comportamento refratário converte-se num problema quando não se pode detetar o cio ou se atrasa a deteção, o que costuma ocorrer se houver uma exposição contínua ao macho, se houver machos alojados demasiado próximos ou estiverem contra o vento e quando a deteção e a cobrição se produzem ao mesmo tempo, já que isto permite uma exposição mais prolongada para as fêmeas situadas a favor do vento ou nas filas próximas antes que se lhes detete o cio (Konx, 2018). Assim, aconselha-se que se inseminem todas as porcas antes que passem 20 minutos do início da exposição ao varrasco (Moreno, 2012).

Há muitos aspetos a ter em conta e que determinarão o êxito nesta fase da produção, mas um dos principais é definir um momento fixo para a iniciação do contacto das nulíparas com os varrascos e a qualidade desse contacto (Pascual, 2020a). Nas nulíparas, a exposição ao macho pode acelerar a maturação do cérebro para ajudar a que a cobrição seja na idade, peso e maturação desejadas (Konx, 2018). É importante que o contacto seja direto, com o varrasco no parque (favorecendo a entrada mais cedo em cio) e que este tenha tamanho e idade adequada, de pelo menos 10 meses de vida e que não ultrapasse o ano e meio de idade, de modo a não assustar ou magoar as nulíparas, tenha uma boa líbido e esteja a mascar/salivar profusamente (Kirkwood e Carr, 2018). O papel do tratador não se pode limitar a ficar fora do parque a observar, deve estar dentro, de forma a assegurar que cada uma das nulíparas entra em contacto com o varrasco, que se produz o reflexo de imobilização e impedindo que ocorram interações demasiado agressivas que possam causar dano às fêmeas (Pascual, 2020b).

O contacto com o macho 15 minutos por dia, começando 3-4 semanas antes da data em que se calcula que chegará a puberdade, adianta e agrupa osaios nos lotes de porcas, sendo também preferível que este contacto seja duas vezes por dia e com variedade de machos (Konx, 2018).

Uma exposição demasiado precoce não conseguirá uma boa sincronia e se demasiado tardia, não evitará o atraso da puberdade acabando por cobrir nulíparas mais velhas e mais pesadas. A adequada relação macho-nulíparas ($\leq 1:15$) é importante e esta aumenta, também deve aumentar a duração da exposição diária ou o número de varrascos. A exposição física/direta com o varrasco oferece um grande leque de estímulos (Konx, 2018).

O contacto através da divisória uma, duas vezes ou durante todo o dia pode adiantar a puberdade, com melhores respostas quanto mais frequente for o contacto. Para que a exposição através da divisória seja efetiva, todas as nulíparas devem ter espaço para uma interação direta, de maneira a poderem ver, cheirar e ouvir o varrasco (Konx, 2018).

Estímulo por outras porcas vizinhas

A puberdade ocorre mais precocemente em nulíparas criadas em grupos (cerca de 15 dias mais cedo) do que individualmente, uma vez que o contacto social entre os animais estimula a sua entrada à puberdade. Um grupo de nulíparas ou de porcas desmamadas, que estão num lote com um cio previamente diagnosticado, geram um nível hormonal feromónico no ambiente. Isto faz

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

com que expressem facilmente o cio e que a deteção nestes grupos seja relativamente fácil. Pelo contrário, uma porca vazia que tem retorno do cio no meio de outras porcas que estão gestantes torna-a muito mais difícil de diagnosticar. Outro caso similar são as falsas acíclicas, ou seja, porcas às quais não fomos capazes de detetar cio aos 21 dias, e que posteriormente são diagnosticadas como negativas ao ecógrafo e, após uma realocização ou movimentação, entram em cio 3-4 dias mais tarde (Pascual, 2020b).

Estímulo pelo Tratador

O comportamento do tratador deve parecer-se ao comportamento de um varrasco. Um varrasco, perante uma porca em cio, começa por se aproximar, "mostrando o seu odor", cheirando-a, grunhindo, e depois dá-lhe golpes nos flancos, levanta-a por trás, até que a monta. É importante ter isto claro, de forma a evitar dois tipos de deteção de cio que acontecem com frequência e que são incorretos: a deteção de cio demasiado suave onde praticamente só se acariciam as porcas e o extremo oposto, onde um contacto excessivamente agressivo ou sem aviso prévio, que pode assustar as porcas e impossibilitar que mostrem o reflexo de imobilização. Portanto, é necessário que o tratador se aproxime da porca com suavidade ("avisando-a"), mas depois será necessário pressioná-la com alguma intensidade (Pascual, 2020b). O protocolo de estimulação por parte do tratador consiste em pressionar os flancos com o punho ou joelho, agarrar e levantar a prega inguinal, pressionar com um punho ou joelho debaixo da vulva, massajar sobre a garupa e o flanco da porca e, por fim, sentar-se em cima da porca para confirmar o reflexo e imobilidade (Moreno, 2012). Observar a ausência de vocalização, a imobilização da cabeça e o reflexo da base da orelha ajudam também a uma identificação correta (Konx, 2018).

Após estes passos realiza-se a inseminação (podendo o tratador continuar sentado em cima da porca) continuando com a estimulação e controlando a entrada e possíveis refluxos do sémen. A estimulação prévia à inseminação deve ter uma duração de aproximadamente 1 minuto (Moreno, 2012).

A porca deve ter comido antes do despiste de cio (no mínimo deve-se deixar passar 45-50 minutos após a refeição) para que esta esteja tranquila. É fundamental que haja uma rotina de trabalho, onde a deteção de cios deve ser feita sempre à mesma hora. Do mesmo modo, é

fundamental que haja pouca variação nas pessoas que se encarregam deste trabalho já que cada pessoa tem uma sensibilidade diferente na deteção do cio podendo a variação do tratador prejudicar a fertilidade (Pascual, 2020c).

Os resultados de um estudo sobre a produção de oxitocina das porcas quando a estimulação era realizada com o varrasco (estimulação natural), ou com uma baixa ou alta estimulação por parte do trabalhador que insemina, mostrou que a estimulação alta, aproximava mais os níveis de oxitocina aos produzidos pela estimulação natural (Moreno, 2012).

2.5.2. Métodos Hormonais

Na produção suína intensiva, há muito tempo que se generalizou o uso de produtos hormonais nas porcas reprodutoras. Os objetivos do uso destes produtos são a programação deaios ou partos para determinada data ou provocar estados fisiológicos no caso de porcas que não sejam capazes por si mesmas de os produzir, como por exemplo, induziraios nas porcas em anestro (Díaz *et al.*, 2015a).

Os métodos hormonais de indução/sincronização deaios usados em suínos são: administração de progestagénios, administração de agentes luteolíticos, a combinação destes dois, e a administração de gonadotrofinas.

2.5.2.1. Progestagénios

O ciclo éstrico da porca pode ser controlado através da administração a longo prazo de progestagénios na ração, provocando a extensão artificial da fase lútea, a regressão natural dos corpos lúteos durante o período em que o progestagénio está a ser administrado e bloqueia a LH. Devido à supressão da LH, o crescimento folicular detém-se num estágio de crescimento médio. A partir das 8-12 horas desde a última dose, aumenta a atividade pulsátil da LH e começa a fase folicular fazendo com que as fêmeas entrem em cio 5-8 dias depois (Rensis e Kirkwood, 2016). Nas explorações o tratamento mais utilizado é com alternogest (um progestagénio ativo via oral) durante 18 dias, tendo este um pequena incidência de quistos (Moore, 2007).

As porcas consomem facilmente a solução de progestagénio, apenas precisam de familiarizar-se com o doseador. Para minimizar o risco de sub-dosagem e desperdício do produto, durante os 4 dias anteriores ao tratamento pode ser administrado sumo de maçã para se acostumarem ao doseador e depois começar a administrar o produto (Carr e Kirkwood, 2018).

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

O objetivo deste método é sincronizar grupos de nulíparas para incorporá-las no programa reprodutivo, reduzindo a necessidade de ter grandes grupos de substituição, com a óbvia economia de alimentos e mão de obra. Relativamente às porcas desmamadas, existem dois usos principais de progestagénios, nomeadamente, para atrasar o parto (em alguns programas de controlo de organismos patogénicos pode ser desejável tanto sincronizar os partos como ampliar o período sem leitões) e para ajudar na criação de lotes (Carr e Kirkwood, 2018).

Ocasionalmente, as porcas que repetem o cio podem ser eliminadas ou realocadas noutro lote através do uso de progestagénios a partir do dia 12 após a repetição até 5 dias antes da data desejada de inseminação. O mesmo pode ser feito às porcas desmamadas dos primeiros nascimentos, para evitar o cio e dar-lhes tempo para se recuperarem da lactação (Carr e Kirkwood, 2018).

2.5.2.2. Agentes Luteolíticos

Administração de agentes luteolíticos ($PGF_{2\alpha}$ ou análogo) provoca o encurtamento da fase lútea induzindo uma regressão prematura do corpo lúteo, podendo haver uma única administração manifestando estro 2-3 dias após, ou uma segunda administração com um intervalo de 11-12 dias. A resposta a estes agentes só ocorre durante certas fases de desenvolvimento do corpo lúteo, normalmente nos dias 12-17 do ciclo, o que torna difícil a sua utilização (Moore, 2007).

2.5.2.3. Gonadotrofinas

A maturação e ovulação de folículos de fêmeas suínas pode ser induzida artificialmente com a administração de gonadotrofinas. As nulíparas atrasadas, que ciclam 10 ou mais dias após a chegada à exploração, podem ter tido um cio silencioso que não foi detetado ou são pré-púberes, ainda que relativamente inférteis (porcas de maturação tardia). É provável estas nulíparas sejam relativamente inférteis e deveriam ser eliminadas mas, para reduzir a pressão de eliminação, estas porcas podem ser administrada gonadotrofina coriónica equina ou humana (eCG/hCG) e inseminadas no cio induzido. Para evitar a acumulação de demasiadas fêmeas não produtivas, qualquer porca de reposição que não manifeste o cio aos 7 dias após a administração, ou que não fique gestante no cio induzido, deve ser eliminada já que não será provável que, uma porca bem desenvolvida que não apresente um cio natural e que não responda à estimulação com gonadotrofinas, se converta numa porca produtiva (Kirkwood e Carr, 2018).

A porcas pré-púberes não cíclicas ou às em anestro pós-desmame pode também ser administrada uma combinação das duas gonadotrofinas (PG600: 400IU eCG + 200IU hCG), que mimitiza a ação da FSH e LH, induz rapidamente o crescimento e maturação folicular, ocorrendo o estro e a ovulação 3 a 4 dias após o tratamento (Díaz *et al.*, 2015b). Em nulíparas, o tratamento é efetivo quando se administra semanas antes da puberdade ou às que não responderam à exposição ao macho durante 3-4 semanas. Também se pode tratar porcas ao desmame para minimizar os riscos de um atraso e sincronizar o cio de todas as porcas. A resposta ótima ao tratamento hormonal depende da dose administrada, do local e profundidade a que se faz a administração (Konx, 2018). Contudo, não é recomendado o seu uso em porcas cíclicas. Há que ter em conta que, em condições normais, são usadas hormonas para provocar o estro apenas em porcas problemáticas, pelo que é previsível que o seu rendimento possa ser pior (Díaz *et al.*, 2015b).

Em nulíparas e primíparas, a combinação de eCG/hCG demonstrou maior eficácia na indução dos cios do que apenas a administração eCG, embora a resposta à eCG melhore com o aumento da dose (1.000 e 600 UI para nulíparas e múltíparas, respetivamente) (Kirkwood e Carr, 2018). O uso de gonadotrofinas não afeta a taxa de parto e pode ser eficaz na primíparas para diminuir o intervalo entre o desmame e a cobrição, uma vez que estas têm um intervalo desmame-cobrição longos, gerando dias não produtivos (Patterson *et al.*, 2010).

Quando se administra eCG/hCG em nulíparas pré-púberes, até 30% podem não mostrar cios e cerca de 30% das que o exibem, poderão não ciclar com regularidade. Se houver pouca regularidade nos cios, as nulíparas deverão ser cobertas no cio induzido, mas se a regularidade é superior 90% é melhor esperar pelo cio natural seguinte, já que melhorará a fertilidade. Se um grupo de nulíparas não responde ao tratamento (ou seja <50% de cios), é provável que estas já estivessem a ciclar, pelo que não respondem às gonadotrofinas (nestes casos há que rever o protocolo de deteção de cios) (Kirkwood e Carr, 2018).

Embora a manifestação do cio propriamente dita dependa da idade da fêmea, estudos demonstram uma taxa de ovulação de 90% nas fêmeas tratadas com gonadotrofinas, as quais passam a ciclar normalmente após o tratamento (Kirkwood e Carr, 2018).

2.6. Inseminação Artificial

Nas explorações, são praticados diferentes protocolos de inseminação, embora não exista uma vantagem óbvia de alguns sistemas sobre outros, pois é possível ver resultados muito bons e muito maus em explorações com qualquer tipo de protocolo. Em muitos casos, não é o protocolo de inseminação que não funciona corretamente mas sim o método de inseminação (Pascual, 2021a).

Sendo que o processo de cobertura é um processo “caro” com um gasto energético considerável, deve-se poupar, minimizando as cobrições desnecessárias, sem possibilidades de êxito. No caso particular da porca a ovulação não é um evento pontual, é um processo gradual, ou seja, os óvulos não chegam ao oviducto todos ao mesmo tempo e é preciso que, quando cheguem, haja espermatozóides capacitados para os fertilizar. Para conseguir bons resultados há que poder fertilizar todos os óvulos (Casanovas, 2013).

O sémen é viável cerca de 24 horas dentro da porca e, se for inseminado durante 3 dias com intervalos de 24 horas, a probabilidade de fecundação é alta, pois existe espermatozóides disponíveis durante uma percentagem muito elevada do período de cio embora, geralmente, a porca fique fertilizada apenas com uma dose. Quando se insemina duas vezes por dia, os espermatozóides das doses consecutivas irão sobrepor-se no interior do útero, aumentando a probabilidade de haver espermatozóides viáveis no momento da ovulação logo, maior probabilidade de fecundação, evitando o efeito de uma má inseminação ou do uso de sémen em mau estado, desde que as duas doses consecutivas não sejam do mesmo lote (Pascual, 2021a).

A janela de fecundação é mais pequena que o período de cio (momento em que a porca apresenta o reflexo de imobilidade), pois a ovulação geralmente ocorre no início do último terço desse período e produz-se de forma descontínua durante 6-8 h, sendo a probabilidade de fecundação um pouco maior graças à viabilidade dos ovócitos, que é de 6 a 8 h, pelo que a janela de fecundação é entre 12-16 h das 35-90h que um cio pode durar (Pascual, 2021a), como se pode ver na Figura 2.

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

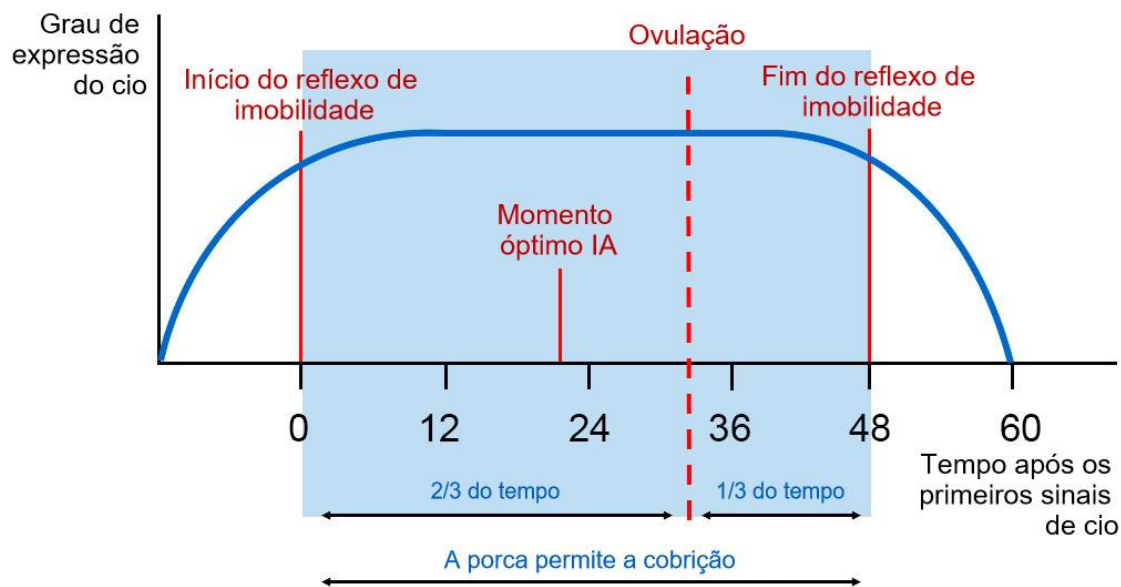


Figura 3 - Janela de Fecundação (Pascual, 2021a)

Portanto assume-se que, na maioria das porcas, a inseminação durante o primeiro terço do cio não irá gerar fecundação já que a ovulação está longe de acontecer (acima das 24h de sobrevivência dos espermatozóides), pelo que em muitas explorações é aplicado um sistema de inseminação retardada com o objectivo de desperdiçar o menor número possível de doses. A implementação de um correto protocolo de inseminação, bem como a realização de um método correto de inseminação, são dois pontos essenciais para se obter uma boa fertilidade na exploração (Pascual, 2021a).

Um dos pontos-chave para uma inseminação bem-sucedida é o uso de um volume e dose de sémen adequados e garantir que sua conservação seja ideal (Pascual, 2021b). Por outro lado, é importante considerar a qualidade espermática, já que ao utilizar um menor número de espermatozóides qualquer diminuição na sua qualidade pode ter graves consequências nas taxas de fertilidade e prolificidade (Vázquez *et al.*, 2016).

O uso de doses de grande volume não é um problema na inseminação cervical, no que diz respeito à probabilidade da porca desenvolver um processo de defesa uterina mais agressivo do que o normal, pois a dose completa raramente chega ao útero, sendo que parte dela pode ser perdida devido ao refluxo e outra parte permanece no cérvix (Pascual, 2021b).

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

Não deve haver refluxo durante o processo (ainda que seja habitual nos minutos posteriores à inseminação ser observado refluxo através da vulva ou do cateter), podendo significar que o cérvix não esteja completamente relaxado (Vázquez *et al.*, 2016).

Relativamente à conservação, as doses devem ser mantidas próximas da temperatura de equilíbrio de 16-17°C evitando as oscilações térmicas e o aquecimento, devendo também ser evitado a colocação das doses perto da resistência ou da parede traseira da estufa/frigorífico, pois são áreas com muito mais flutuação térmica. Também na arrumação das doses é conveniente colocá-las planas uma sobre a outra, de tal forma que o sémen decantado fique numa base mais larga e a maior parte dos espermatozoides esteja em contacto com o diluente, devendo evitar deixá-las dentro do saco de entrega, pois pode causar uma sedimentação inadequada dos espermatozóides, impedindo o seu contacto com o diluente, o que pode gerar perda de viabilidade devido à falta de nutrição dos espermatozóides (Pascual, 2021b).

O número mínimo de espermatozóides necessários por dose de inseminação deve ser o suficiente para garantir a fecundação de todos os ovócitos ovulados. Apenas 5-6% da variação entre explorações da fertilidade e da prolificidade depende do binómio varrasco-sémen. Os restantes 94-95% da variação depende de factores ligados à porca e ao maneio, incluindo a detecção do cio, a manipulação da dose de sémen, a técnica inseminação, o número de inseminações por porca e ciclo, entre outros. (Aleu, 2015)

A concentração mínima de espermatozóides por dose deve ser de 2×10^9 e máxima de 8×10^9 em 100 ml. Normalmente usa-se doses com uma concentração de 3×10^9 espermatozóides, quando o sémen apresenta características de boa qualidade espermática, principalmente no que se refere a níveis baixos de anomalias morfológicas e outras alterações. (Midence *et al.*, 1999).

2.7. Controlo Reprodutivo e Produtivo em Suinicultura

Através da análise de diferentes parâmetros de registos informáticos, conseguimos avaliar o rendimento global de uma exploração e revelar problemas que possam existir que comprometam a eficiência reprodutiva e produtiva. Os resultados de uma análise incidem principalmente sobre a fertilidade e a produtividade anual das porcas (parâmetros que estão relacionados).

A principal função dos sistemas informáticos para a produção suína é a possibilidade de se relacionar a informação precedente de todos os factores que influem na produção. Deste modo podemos corrigir e otimizar o funcionamento de cada um dos factores de produção com base na informação que temos registada informaticamente, tomando decisões de manejo ou de gestão. Para se conseguir um controlo efetivo e rápido da reprodução suína devemos eleger os parâmetros de maior interesse. Ou seja, com a análise de um número reduzido de índices técnicos, seja possível localizar qual a área ou o sector-problema e estabelecer os primeiros passos para se chegar a um diagnóstico da situação e, posteriormente, tomar as medidas mais adequadas (Sena, 2011).

Os parâmetros recolhidos e analisados por estes programas de gestão técnica são aspetos que se relacionam com o efetivo reprodutor, a taxa de reposição e a produtividade.

A análise de dados do primeiro parto, permite prever o rendimento das porcas nos partos seguintes. Ou seja, as porcas consideradas melhores produtivamente em relação à sua prolificidade, não só vão ter uma média de nascidos vivos maior nos partos seguintes em relação a outras porcas com prolificidade baixa, como vão também ter melhores taxas de partos, conseguindo assim ter uma alta taxa de retenção e longevidade na exploração, sendo porcas que retribuem o investimento realizado (Andrés *et al.*, 2015).

2.7.1. Efetivo Reprodutor

Para permitir quantificar os períodos improdutivo das porcas, é feita a análise do número de porcas produtivas por porcas presentes numa exploração, sendo possível obter uma visão da rentabilidade do efetivo, em conjunto com outros parâmetros.

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

A percentagem de porcas de primeira barriga nas porcas presentes deverá situar-se nos 20% e permite-nos ter uma noção da idade do efetivo e da sua repercussão na produtividade e no número de leitões desmamados (Andrés *et al.*, 2015).

O efetivo das futuras reprodutoras é função direta da dimensão da exploração e da longevidade ou período de vida útil das porcas adultas. A vida útil das porcas é o resultado da relação entre a vida da porca e o número de partos por ano. Assim, a dimensão do efetivo é avaliada considerando-se a média das porcas presentes, a média das porcas produtivas e a percentagem de porca produtivas por porcas presentes. Uma porca é considerada presente a partir do momento em que faz parte do efetivo reprodutivo da exploração até à sua reforma e deve ser considerada produtiva quando está em gestação ou lactação (Sena, 2011).

2.7.2. Taxa de Reposição

Para permitir obter níveis de produção relativamente constantes ao longo do tempo, deve-se manter um correto e equilibrado nível etário do efetivo. Um efetivo demasiado jovem ou demasiado velho gere situações indesejáveis, com conseqüente quebra na produtividade. O efetivo das futuras reprodutoras deve ser dimensionado de acordo com o manejo que se pratica na exploração e está relacionado diretamente com a longevidade ou o período de vida útil das porcas adultas. É a partir deste resultado que se calcula a taxa de substituição do efetivo de porcas reprodutoras. As nulíparas podem ser adquiridas no exterior ou serem produzidas na própria exploração, facto que vai condicionar a taxa de substituição praticada, uma vez que a fluência de animais e sua disponibilidade é diferente. Assim, a taxa de renovação corresponde à percentagem de porcas que renovam o efetivo em produção, sendo que a taxa de substituição é igual ao número de partos anuais por partos totais (Sena, 2011).

Assim, os parâmetros a recolher e analisar nesta fase são:

- Número de porcas reformadas;
- Taxa de reformas (número de porcas reformadas/média das porcas presentes) - a relação entre esta e a taxa de reposição dá-nos a ideia de evolução da dimensão do efetivo ao longo do período em análise, sendo que se a taxa de reposição for maior que a taxa de reformas temos um aumento do efetivo, e se vice-versa, se a taxa de reposição for menor que a taxa de reformas temos diminuição do efetivo.

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

- Idade ao primeiro parto – permitindo ter uma ideia de quando será a 1ª cobrição fecundante;
- Intervalo de tempo compreendido entre a entrada da porca na exploração até à primeira cobrição fecundante (IECF) sendo considerado um período improdutivo inicial.

2.7.3. Produtividade

A eficiência dos reprodutores mede-se principalmente pelo número de nascidos por ninhada, pelo número de nados vivos, pelo número de desmamados ou pelo peso ao desmame por fêmea produtiva e por ano.

O número de nascidos é função da taxa de ovulação da porca, da taxa de fecundação e da reabsorção embrionária sofrida. A adequada condição corporal e o bom estado fisiológico da reprodutora são essenciais para a ocorrência da melhor taxa de ovulação. Como já foi referido anteriormente, o manejo alimentar das fêmeas é muito importante uma vez que as dietas ricas em calorias administradas por um curto período de tempo, aumentam a taxa de ovulação. Tanto as fêmeas com fraca condição corporal como as fêmeas com elevada condição corporal podem sofrer uma redução significativa ou total na sua taxa de ovulação (Ashworth e Kraeling, 2006).

A taxa de fecundação representa o número de óvulos fecundados em relação ao número de corpos lúteos presentes nos ovários e dependente do intervalo entre inseminação e a ovulação e da quantidade e qualidade dos espermatozóides presentes no oviduto. Após a fecundação, o número de leitões nascidos vivos depende das perdas durante gestação (Sena, 2011).

A taxa de fecundação (relação entre o total de cobrições fecundantes e o total de cobrições efectuadas) é um dos parâmetros utilizados para medir a fertilidade do efectivo das porcas. As situações de *stress* a que os animais podem estar sujeitos, como as condições de alojamento, têm influência na fertilidade obtida (Ashworth e Kraeling, 2006).

O número de desmamados é função da capacidade de redução da taxa de mortalidade no período do nascimento ao desmame. Esta taxa depende, do número de nascidos vivos, do peso dos leitões ao nascimento, da capacidade leiteira da porca e das instalações e equipamentos das maternidades (Ashworth e Kraeling, 2006).

A duração de um ciclo de produção é expressa pelo intervalo entre partos em dias (IEP). Este intervalo é o resultado da soma de outros três períodos: a gestação, a lactação e o intervalo médio desmame-cobrição fecundante (IDCF). Para reduzir a duração de um ciclo de produção, pode-se encurtar o período de lactação (contudo lactações com menos de 21 dias podem não ter interesse económico, sendo eficaz quando se praticam aleitamentos de 28 dias) e minimizar o intervalo desmame cobrição fecundante, uma vez que não é viável reduzir o tempo de gestação. O IDCF é o período com maior possibilidade de redução, pois um melhor maneio nesta fase com uma correcta detecção do cio e condução das inseminações, pode reduzir este período improdutivo da porca. O início do cio e a duração do período de cio, são factores que variam de animal para animal e que são decisivos para definir a estratégia de inseminação (Sena, 2011).

2.7.3.1. Períodos Improdutivos

Existem alturas em que os animais se encontram na exploração, obrigando a custos de manutenção e não existindo no imediato qualquer retribuição da sua presença. Estes períodos são os períodos improdutivos. Um destes períodos é o intervalo entre a entrada da fêmea até à primeira cobrição fecundante, que vai variar com a sua origem e com a sua precocidade em expressar o cio. As nulíparas adquiridas no exterior têm que passar por um período de quarentena, logo têm uma idade de entrada à reprodução e conseqüentemente ao primeiro parto, superior em relação às futuras reprodutoras produzidas na exploração (Sena, 2011).

Outro período improdutivo é o intervalo entre o último desmame e a reforma da porca (tempo improdutivo final). Uma correcta gestão deve determinar a reforma da porca quando esta se encontra ainda na maternidade, para reduzir ao mínimo o seu custo de manutenção. As maiores causas de refugo das fêmeas reprodutoras são a infertilidade, a dificuldade em expressar novo cio ou problemas de locomoção (Koketsu, 2018).

Outro intervalo que deve ser tido em conta é o intervalo antes da morte pois, qualquer aumento da mortalidade aumentará os dias não produtivos. O parto constitui um dos momentos com maior risco de morte em qualquer paridade e estação, sendo o periparto o período em que os cuidados devem ser aumentados, de modo a reduzir o número de porcas e nulíparas mortas, assim como o intervalo antes da morte e os dias não produtivos (DNP) (Koketsu, 2018).

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

Os dias não produtivos (DNP) incluem também o intervalo entre o desmame e a primeira cobertura (IDC) e o intervalo pós-cobrição (Koketsu, 2018).

As primíparas têm um IDC prolongado. Além do IDC aumentar quando a temperatura exterior aumenta, e sabendo que as primíparas são mais sensíveis às temperaturas elevadas do que as porcas de segundo parto ou superior, acrescenta-se o baixo consumo de ração durante a lactação que se verifica nas porcas de primeiro parto. Portanto, o aumento do consumo nas porcas de primeiro parto, especialmente durante o Verão, é uma forma de reduzir o IDC e os DNP (Koketsu, 2018).

Falhas reprodutivas como repteições, abortos ou porcas vazias, geram uma taxa de partos baixa, que consequentemente aumenta o intervalo entre cobrições e o intervalo antes da reforma da porca. Cerca de 10% das fêmeas cobertas têm uma repetição e, ao longo da sua vida produtiva, 33% destas fêmeas têm uma segunda repetição no mesmo parto ou em partos posteriores. Estas fêmeas têm mais 42 DNP ao longo da sua vida produtiva, do que as fêmeas que não repetem (Koketsu, 2018).

Os dias não produtivos são calculados através da fórmula seguinte:

$$\text{DNP} = 365 - [\text{n}^\circ \text{ de ninhadas/porca/ano} \times (\text{duração lactação} + \text{duração gestação})]$$

3. Materiais e Métodos

3.1. Caracterização da exploração

O estudo decorreu na Empresa Soacorgo - Quinta da Borralha, uma suinicultura com 100 500 m², 22190 m² dos quais de área coberta, localizada na Mealhada, na união das freguesias da Mealhada, Ventosa do Bairro e Antes, no período compreendido entre 30 de Novembro de 2020 e 22 de Outubro de 2021. A exploração tem como principal objetivo a produção de leitões para assar.

3.1.1. Instalações

A exploração é composta por quatro pavilhões, um pavilhão constituído apenas por 19 salas de maternidade, outro pavilhão constituído por 13 salas de maternidade e um setor de cobrição, o terceiro por 3 salas de maternidade, um setor de cobrição e um setor de gestação, e o quarto pavilhão é constituído por um setor de gestação, um setor de cobrição apenas para nulíparas e um setor de engorda para as nulíparas. Ainda é composta por infraestruturas como escritório, silos e zona de quarentena.

O setor de cobrição tem capacidade para alojar um total de 380 porcas, tendo cada setor entre 30 e 45 celas individuais de 1,10m², dispostas em filas, todas elas com um corredor frontal para passagem do varrasco e um corredor na retaguarda para visualização das porcas por parte dos tratadores (Figura 4). Cada setor tem uma única pia comum a todas as porcas tendo sempre água disponível e comedores em cada cela. A temperatura na exploração situa-se entre o 15° e 20°C e com humidade relativa entre os 60-70%. Este setor tem ligação direta com os parques de gestação e a maternidade.

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

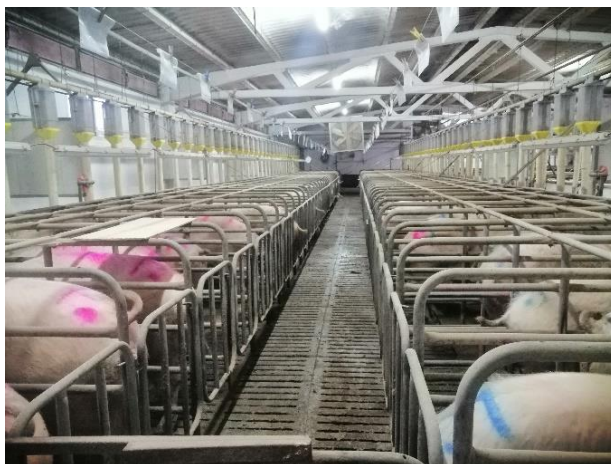


Figura 4 - Setor de cobrição

O setor da gestação é composto por parques com capacidade para 18 a 30 porcas, todos eles equipados com comedouros e bebedouros, tendo capacidade para alojar 1245 porcas em gestação com temperatura e humidade relativa igual ao setor de cobrição. O setor de maternidade é composto por 35 salas individualizadas, com capacidade para alojar 496 porcas e respetivas ninhadas em celas de parto individuais. Cada sala é servida por um corredor central e dois laterais, permitindo uma visualização frontal e traseira das porcas e dos leitões. A temperatura das salas de maternidade estava entre os 17-19°C, o ninho a 32°C, as celas de parto entre 22 e 24°C, e a humidade relativa de 60%. As celas estão equipadas com dois bebedouros, uma para a porca e outro para os leitões e um cadeeiro para aquecimento do ninho (Figura 5).

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA



Figura 5 - Cella da maternidade

As nulíparas desde a recria até ao momento da cobrição estão alojadas num pavilhão à parte composto por parques com capacidade para alojar um total de 500 nulíparas (Figura 6).



Figura 6 - Setor de engorda das nulíparas

3.1.2. Animais

A exploração tem um efetivo de 12 varrascos reprodutores, 4 varrascos de despiste de cio, e 2120 reprodutoras, das quais 424 nulíparas e 1696 múltíparas. Os reprodutores presentes na exploração são da raça Bísaro, Landrace (LR), Large White (LW) e Duroc.

Neste estudo foram realizados dois ensaios, com porcas nulíparas F1 (LWxLR) com origem na exploração, alojadas num pavilhão fechado à parte das múltíparas, equipado com ventilação e luz artificial durante 14 - 16 horas diárias. A alimentação foi dada em grupo, tendo as porcas sempre comida disponível nos comedouros.

Num primeiro ensaio, realizado em janeiro foram formados quatro grupos homogéneos de nulíparas no que diz respeito a peso/tamanho e condição corporal (3 na escala de 0 a 5), com idades compreendidas entre os 7 a 8 meses de idade. Cada grupo é formado por 25 porcas, dando um total de 100 porcas no primeiro ensaio.

O primeiro grupo correspondente ao grupo controlo (GC; n=25), não foi submetido a qualquer tipo de indução hormonal ou alteração na alimentação, contudo, este grupo era o que se localizava mais perto do parque dos varrascos. Nos restantes grupos realizaram-se tratamentos diferentes que deram início no dia a seguir à formação dos grupos e deslocação para os parques.

A um segundo grupo foi adicionado farinha de peixe (GFP; n=25) à dieta diária, durante os primeiros 5 dias do ensaio, fazendo-se o despiste do cio desde o primeiro dia. A dose recomendada é de 0.5kg/porca/dia, contudo, não sendo possível dar a dose individualmente, dado as condições da exploração (parques com apenas um comedouro comum a todas as porcas), foi adicionado e misturado à ração diária 12.5kg/dia no parque.

Ao terceiro grupo foi administrado 5ml de PG600 (GPG600; n=25) numa única dose injetável intramuscular no pescoço, sendo que cada dose contém 400 UI de gonadotrofina sérica equina e 200 UI de gonadotrofina coriónica.

Ao quarto grupo foi administrado uma única dose de 2.0 ml de PGF_{2α} (GPGF; n=25), por via intramuscular profunda na região do pescoço, contendo 0.175mg de cloprostenol (substância ativa), correspondente a 0.184mg de cloprostenol sódico, e 2.0 mg/ml de clorocresol. Neste

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

parque havia menos uma lâmpada no sistema de iluminação artificial em relação aos restantes parques.

Num segundo ensaio, realizado em março, 54 nulíparas com apenas 6 meses de idade foram aleatoriamente divididas em três grupos de 18 fêmeas, também estes homogéneos em relação ao peso/tamanho e condição corporal. A constituição dos grupos de tratamento foi igual à do primeiro ensaio, ou seja, um grupo controlo (GC; n= 18), um grupo onde foi adicionado à ração farinha de peixe (desta vez 9kg/dia/parque; GFP; n=18) e um grupo com administração única de PG600 (GPG600 = 18). Neste ensaio não houve formação do grupo em que seria administrado PGF2 α devido aos baixos resultados obtidos no primeiro ensaio.

3.2. Maneio Reprodutivo

A estimulação e deteção de cio por parte do varrasco (por contacto direto) e do tratador foi realizada uma vez por dia todos os dias a partir do dia 1 (início dos tratamentos) dentro dos parques de cada grupo (Figura 7). O despiste de cio foi realizado todos os dias à mesma hora, depois das porcas terem comido e sempre pelos mesmos tratadores. Assim que foi detetado o cio, as porcas foram mudadas para a jaula e inseminadas no próprio dia. Foram usados dois varrascos diferentes, tanto no despiste de cio como na altura da inseminação artificial.



Figura 7 - Contacto direto do varrasco com as nulíparas

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

3.2.1. Despiste de Cio

O maneo praticado na exploração envolve o despiste do cio nos parques, a colocação das porcas nas jaulas no momento da deteção e inseminação, sem qualquer tipo de adaptação prévia às jaulas.

A deteção de cio foi feita observando a reação da porca perante a presença do varrasco e através da estimulação pelo tratador . Observou-se na porca os diferentes sinais de cio, tais como o reflexo de imobilização e orelhas erguidas, além de um estado edematoso e avermelhado da vulva. A estimulação da porca por parte do tratador é feita aproximando-se da porca (Figura 8), de seguida o tratador pressiona os flancos, agarra e levanta a prega inguinal, massaja e exerce pressão sobre o dorso e o flanco da porca e, por fim, senta-se em cima da porca para confirmar o reflexo e imobilidade. Por vezes era usado um arco para simular a monta do varrasco (Figura 9).



Figura 8 - Aproximação do tratador

Não foi feito qualquer tipo de controlo de cios anteriores nestas nulíparas, ou seja, não foram contabilizados e despistados cios anteriores ao ensaio, logo, não se consegue saber se estas porcas já estavam a ciclar e qual o cio que estamos a detetar. Supõem-se que as porcas do primeiro grupo já tinham feito pelo menos um cio, enquanto que nas porcas do segundo grupo, com apenas 6 meses, supõe-se que o cio que estamos a detetar seja o do primeiro ciclo reprodutivo.



Figura 9 - A- Uso do arco para simular o varrasco; B - Agarrar e levar a prega inguinal; C- Pressão sobre o dorso; D - Sentar em cima da porca.

3.2.2. Inseminação Artificial

O método de inseminação utilizado na exploração, tanto em porcas nulíparas como em múltíparas, é a inseminação cervical (tradicional) onde o cateter é colocado no cérvix. Ali é depositado o sémen e são os movimentos de contração do cérvix que vão "sugando" o sémen e o dirigem para o útero. Com efeito, uma inseminação tradicional é, em certa medida, uma auto-inseminação por parte da porca pois, sem fazer qualquer pressão na dose, a porca começa a "absorver" o sémen rapidamente.

Para facilitar a inseminação cervical e fazê-la de forma mais rápida, usou-se um sistemas de inseminação "mãos livres", com o recurso a arcos (Figura 10).

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

Na altura da inseminação, a porca é bem estimulada com o varrasco à frente e faz-se a limpeza da vulva com toalhetas húmidas procedendo à limpeza do interior para o exterior da vulva, abrindo bem os lábios vulvares para evitar introduzir sujidade e arrastar partículas e microorganismos para o trato genital durante a introdução do dispositivo de inseminação. De seguida, introduz-se o cateter, evitando tocar com as mãos na parte dianteira deste, seguida da dose de sémen, fazendo uma ligeira pressão no saco da dose.

O cateter usado nas inseminações foi o de esponja, colocado com um só movimento para que não haja contração do cérvix e conseqüentemente, por este estar total ou parcialmente fechado, fará com que o cateter fique colocado na vagina ou muito ligeiramente no início do cérvix. Após a inseminação, o cateter inserido no cérvix e com a tampa traseira fechada, foi deixado estar uns minutos de modo a servir de tampão, enquanto a porca vai absorvendo o sémen até ao útero. Isto só é possível com este tipo de cateter uma vez que tem maior diâmetro e preenche muito mais o cérvix, pelo que não deixa espaço entre o próprio cateter e a parede do cérvix, não permitindo a passagem do sémen para trás.



Figura 10 - Inseminação da nulípara com o varrasco à frente, usando o sistema de "mãos livres"

No ensaio as porcas foram inseminadas com semén recolhido de vários varrascos da exploração e foram usadas doses de 80 ml, com uma concentração de 3.0×10^9 espermatozóides por dose. As doses que não eram usadas foram descartadas 5 dias após a recolha.



3.2.3. Diagnóstico de Gestação

O diagnóstico de gestação passou primeiro pela observação diária de ausência de retorno do cio e dos sinais externos (aumento da porção ventral do abdómen e úbere), e posteriormente, foi feito o diagnóstico de gestação ecográfico, realizado a partir do dia 23 após a inseminação. Na ecografia a sonda é colocada na prega inguinal fazendo uma ligeira pressão em direção urogenital, tendo como referência a bexiga, procurando áreas negras mais ou menos esféricas que dizem respeito às vesículas embrionárias.

3.3. Parametros Recolhidos

Os parâmetros recolhidos neste estudo e as taxas calculadas a partir dos mesmos foram as seguintes:

- Condição corporal da porca à cobrição, usando uma escala de 0-5;
- Idade à cobrição;
- Percentagem de fêmeas que manifestaram até 15 dias após o tratamento;
- Intervalo entre o dia do tratamento e o dia da deteção de cio e respetiva inseminação, designado como intervalo tratamento-deteção do cio (ITDC);
- Número de inseminações;
- Retorno do cio e intervalo entre a inseminação e o retorno;
- Duração da gestação
- Taxa de fertilidade, calculada pela razão entre o número de porcas paridas e o número de porcas inseminadas
- Idade ao parto
- Prolificidade, correspondente ao número de animais nascidos por ninhada
- Taxa de mortalidade ao nascimento (%)
- Taxa de mumificados (%), correspondente ao número de nascidos mumificados por ninhada
- Duração da lactação
- Número de desmamados
- Intervalo entre desmame e cobrição (IDC)
- Intervalo entre desmame e cobrição fecundante (IDCF)
- Intervalo entre o parto e a fecundação seguinte, que diz respeito à soma da duração da lactação com o IDC.

3.4. Análise Estatística

A normalidade de distribuição dos dados foi avaliada por visualização dos histogramas e com o teste Shapiro-Wilk, teste recomendado para tamanhos de amostra entre 4 e 30 unidades (Miot, 2017). O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis seguido do teste de comparações múltiplas de Dunn foram utilizados para detectar diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos (Controlo, Farinha de peixe, PG600 e PGF_{2α}), dentro do mesmo grupo (7 meses ou 6 meses), em relação à idade à cobertura, condição corporal, intervalo entre o tratamento e a deteção do cio, percentagem de fêmeas que manifestaram cio, número de inseminações, duração da gestação, idade ao parto, taxa de fecundação, mortalidade total, mortalidade de mumificados, número de desmamados, intervalo entre o parto e a segunda inseminação, IDC e IDF.

Para detectar diferenças na prolificidade e duração da lactação entre tratamentos dentro do mesmo grupo, foi realizada uma análise de variância com um fator (One-way ANOVA) seguida do teste de comparações múltiplas de Tukey. Os resultados dos diferentes tratamentos relativos à idade à cobertura, condição corporal e % de fêmeas que manifestaram cio, entre os dois grupos (7 meses *vs.* 6 meses) foram comparados através de análise de variância com dois fatores (Two-way ANOVA) fatores, seguida do teste de comparações múltiplas de Sidak.

O teste não paramétrico de Mann-Whitney foi utilizado para avaliar as diferenças do tratamento de PG600 entre os dois grupos (7 meses *vs.* 6 meses), nos seguintes parâmetros: intervalo tratamento-deteção do cio, % de fêmeas que manifestaram cio, taxa de fertilidade, duração da gestação, idade ao parto, mortalidade total, mortalidade de mumificados, intervalo parto-segunda inseminação, IDC e IDF.

O teste t de Student independente foi realizado para comparar as médias do tratamento de PG600 entre os dois grupos (7 meses *vs.* 6 meses), para as seguintes variáveis: número de inseminações, prolificidade, duração da lactação e número de desmamados.

A significância foi definida como $P < 0,05$. Os resultados foram expressos como médias \pm SEM, uma vez que estamos a tratar diferenças em grupo (Clement, 2019).

O estudo estatístico foi realizado com o GraphPAD PRISM (Versão 6.01, GraphPad Software, San Diego, CA, EUA).

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

4. Resultados

Os resultados do efeito dos tratamentos sobre os parâmetros reprodutivos e produtivos recolhidos ao longo do estudo encontram-se na tabela 1, do anexo I.

4.1. Caracterização da amostra

Na tabela 2 apresentam-se os valores estatísticos descritivos relativos à idade e condição corporal das nulíparas em estudo. As porcas do ensaio realizado em Janeiro tinham uma idade média de $234,9 \pm 3,87$ dias e as referentes ao segundo ensaio, realizado em Março, tinham uma idade média de $183,8 \pm 4,7$ dias. Podemos observar também que a média da CC de ambos os grupos é considerada normal, tendo uma média de $3,2 \pm 0,09$ numa escala de 0 a 5.

Tabela 2 - Caracterização da amostra (idade e condição corporal)

Variável			N	Média	SEM (±)	Mínimo	Máximo
Idade (dias)	Grupo 1 (ensaio de janeiro)	Controlo	19	231.6	4.748	186.0	242.0
		Farinha de Peixe	21	233.0	4.031	191.0	242.0
		PG600	24	238.3	3.032	187.0	255.0
		PFG _{2α}	18	236.7	3.678	187.0	255.0
	Grupo 2 (ensaio de março)	Controlo	18	184.2	3.809	162.0	227.0
		Farinha de Peixe	15	174.1	4.691	147.0	218.0
		PG600	18	193.2	5.609	162.0	218.0
Condição Corporal (CC)	Grupo 1 (ensaio de janeiro)	Controlo	25	3.300	0.091	3.0	4.0
		Farinha de Peixe	25	3.260	0.087	3.0	4.0
		PG600	25	3.300	0.091	3.0	4.0
		PFG _{2α}	25	3.160	0.075	3.0	4.0
	Grupo 2 (ensaio de março)	Controlo	18	3.167	0.081	3.0	4.0
		Farinha de Peixe	18	3.167	0.081	3.0	4.0
		PG600	18	3.250	0.101	3.0	4.0

N- número de fêmeas nulíparas

4.2. Percentagem de fêmeas que manifestaram cio

No grupo 1, a percentagem de fêmeas tratadas com PG600 que manifestaram cio até 15 dias após o tratamento ($76,0 \pm 8,7\%$) foi significativamente maior do que aquelas do grupo controlo ($44,0 \pm 10,1\%$) ($P < 0.05$). Foram ainda registadas diferenças muito significativas entre os grupos PG600 e o $PGF_{2\alpha}$ ($P < 0.0001$), com apenas $12,5 \pm 6,9\%$ das nulíparas tratadas com $PGF_{2\alpha}$ a manifestarem cio nos 15 dias seguintes ao tratamento (Figura 11A).

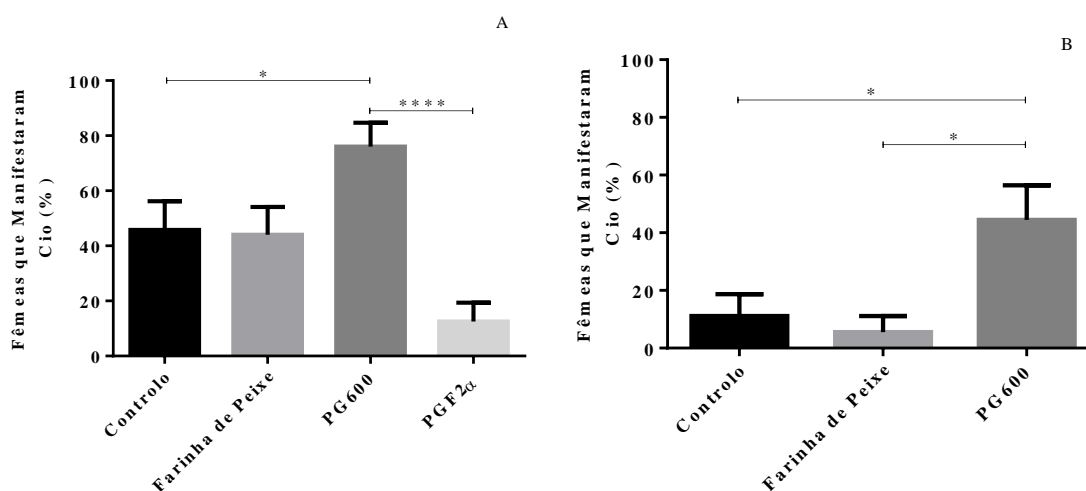


Figura 11 - Efeito dos tratamentos sobre a percentagem de fêmeas que manifestaram cio. A- Grupo 1; B- Grupo 2 (* $P < 0.05$; **** $P < 0.0001$).

No grupo 2, o tratamento com PG600 também teve melhores resultados, sendo que $44,4 \pm 12,1\%$ das fêmeas tratadas manifestaram cio, em comparação com (i) o controlo, em que apenas $11,1 \pm 7,6\%$ manifestaram cio ($P < 0.05$), e (ii) o grupo alimentado com farinha de peixe, com apenas $5,6 \pm 5,6\%$ das nulíparas a apresentarem cio ($P < 0.05$) (Figura 11B).

Foram igualmente detectado um efeito significativo do grupo ($P < 0.0001$), com um número maior de nulíparas do grupo 1 a apresentar cio, em comparação com as do grupo 2, em todos os tratamentos em estudo ($P < 0.05$) (Figura 12).

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

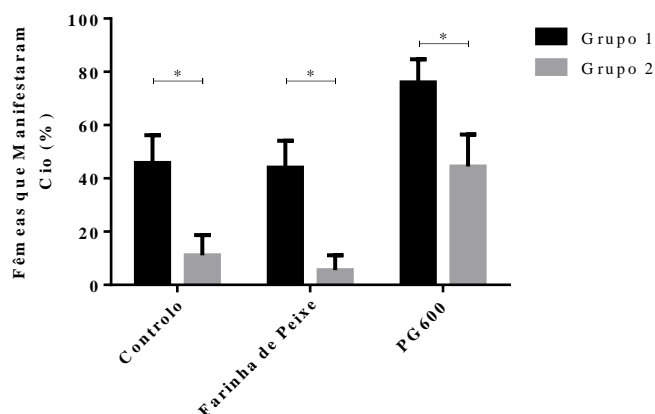


Figura 12 - Comparação entre grupos (grupo 1 vs. grupo 2) do efeito dos tratamentos na percentagem de fêmeas que manifestaram cio (* $P < 0.05$).

4.3. Intervalo entre tratamento e deteção do cio

Na figura 13, relativa ao número de dias decorridos entre o início do tratamento e a deteção do cio, no grupo 1 (ensaio realizado em janeiro, com nulíparas com $234,9 \pm 3,87$ dias de idade), podemos verificar que, com exceção da administração da $PGF_{2\alpha}$, os outros tratamentos induziram uma diminuição significativa deste intervalo, em relação ao grupo controlo. A diferença foi bastante significativa entre os grupos controlo ($13,18 \pm 1,68$ dias) e o tratado com PG600 ($3,53 \pm 0,25$ dias; $P < 0.001$). O grupo da farinha de peixe ($7,55 \pm 1,69$ dias) também mostrou diferenças significativas ($P < 0.05$) em relação ao grupo controlo. Salienta-se ainda a existência de diferenças entre os grupos PG600 e a $PGF_{2\alpha}$ ($16,33 \pm 3,28$ dias) apresentando este último um maior intervalo tratamento-deteção do cio ($P < 0.05$).

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

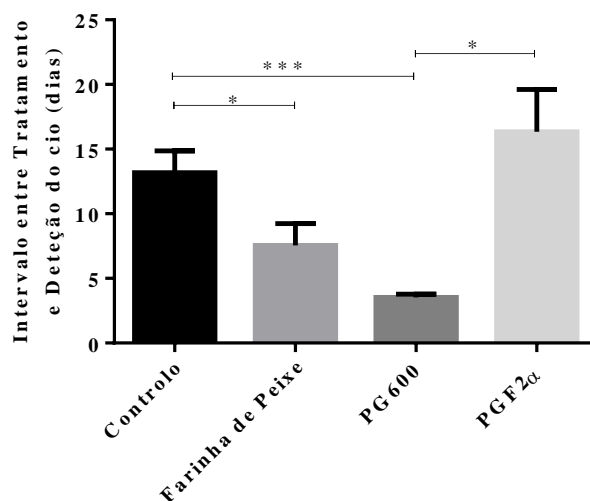


Figura 13- Efeito dos tratamentos no intervalo de tempo decorrido entre o início do tratamento e a deteção de cio (dias), no grupo 1 (* $P < 0.05$; *** $P < 0.001$).

No grupo 2 (ensaio realizado em março, com nulíparas com $183,8 \pm 4,7$ dias de idade) embora as diferenças entre tratamentos não tenham sido significativas, o tratamento com PG600 parece ter melhores resultados (GC = $9,0 \pm 3,0$ dias; GFP = $6,0 \pm 0,0$ dias; GPG600 = $4,0 \pm 0,28$ dias) ($P > 0.05$).

Comparando o grupo 1 com o grupo 2 apenas se verificaram diferenças entre tratamentos ($P < 0.01$), não se tendo registado diferenças significativas no intervalo de tempo decorrido entre o início do tratamento e a deteção de cio entre as nulíparas de diferentes idades (grupo 1 vs. Grupo 2) em nenhum dos tratamentos estudados (Figura 14).

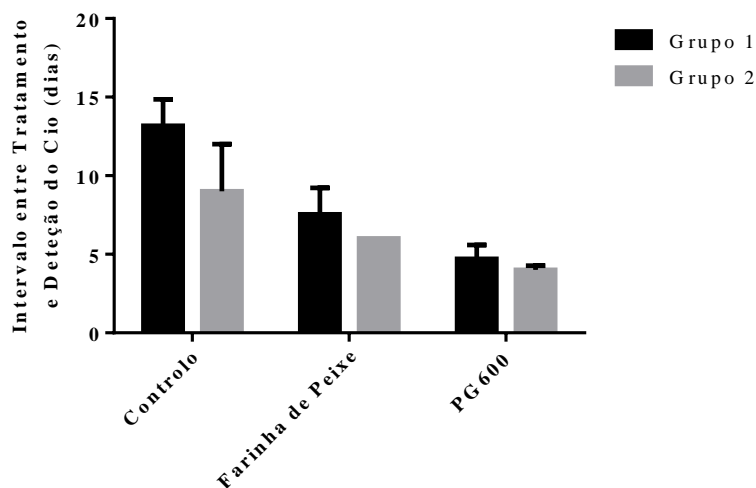


Figura 14 - Comparação entre grupos (grupo 1 vs. grupo 2) do efeito dos tratamentos no intervalo entre o início do tratamento e a deteção do cio (em dias).

4.4. Número de inseminações, taxa de fertilidade, prolificidade e mortalidade ao nascimento

Devido ao reduzido número de nulíparas tratadas com $PGF_{2\alpha}$ que manifestaram cio no grupo 1, para os restantes parâmetros reprodutivos estudados, serão apenas apresentados os resultados relativos às fêmeas do grupo controlo e às tratadas com farinha de peixe e PG600.

No grupo 1, podemos verificar a existência de diferenças significativas em relação ao número de inseminações entre o tratamento com PG600 ($2,05 \pm 0,1$) e a farinha de peixe ($2,6 \pm 0,5$) ($P < 0,05$) (Figura 15 A), não se tendo registado efeitos significativos dos tratamentos na taxa de fertilidade, prolificidade, taxa de mortalidade ao nascimento (Figura 15 B, C, D), e na taxa de mumificados ao nascimento (tabela 1, anexo I).

É de salientar que em relação à taxa de mortalidade ao nascimento, apesar de não terem existido diferenças significativas entre os animais controlo e os tratados com PG600 ($P = 0,2389$) do grupo 1, o facto pode dever-se ao elevado desvio padrão registado, isto é, à variabilidade dos valores observados, com as nulíparas tratadas com PG600 a apresentarem uma taxa de mortalidade ao nascimento ($10,7 \pm 14,80\%$) muito superior à das fêmeas controlo ($5,1 \pm 10,70\%$).

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

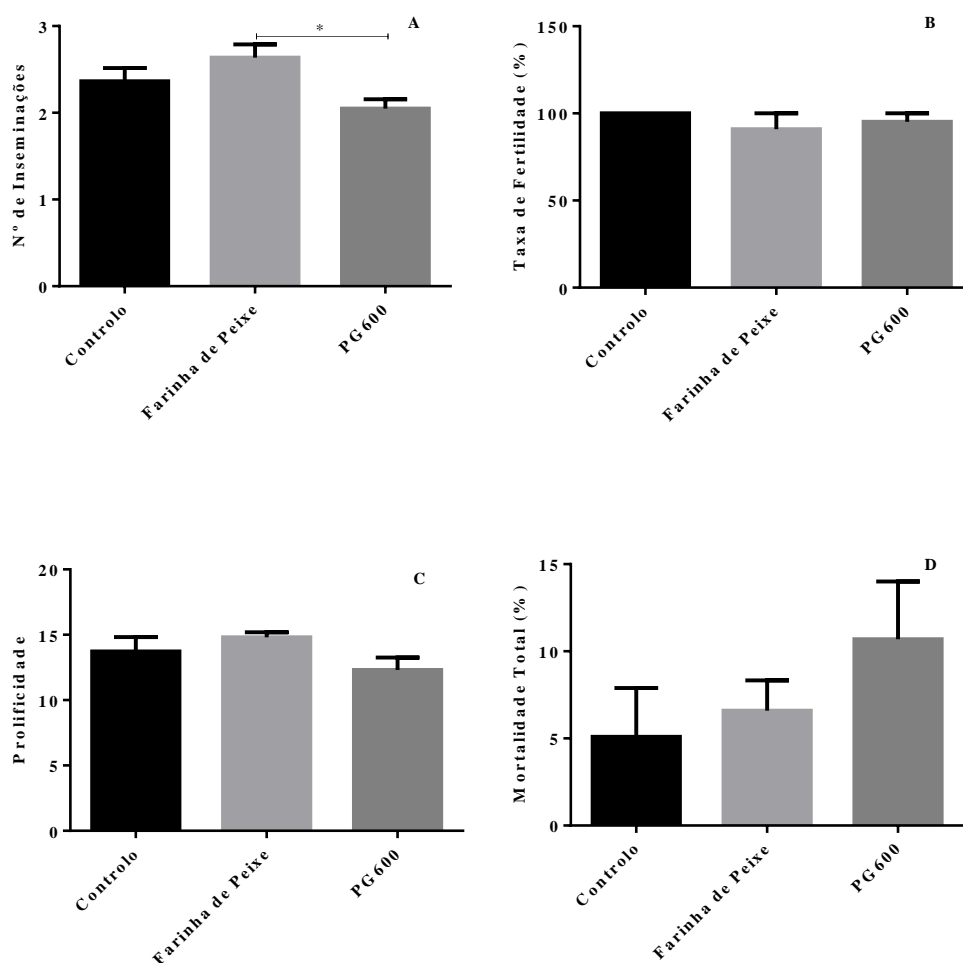


Figura 15 - Efeito dos tratamentos no número de inseminações (A), Taxa de fertilidade (B), Prolifricidade (C) e Taxa de mortalidade ao nascimento (D), no grupo 1 (* $P < 0.05$).

No grupo 2, devido à reduzida percentagem de nulíparas controlo e tratadas com farinha de peixe que manifestaram cio (tabela 1, anexo I), para os restantes parâmetros estudados, aquando da comparação entre grupos, serão apenas apresentados os resultados relativos às fêmeas tratadas com PG600.

Com o tratamento com PG600, não se registaram diferenças entre grupos (grupo 1 vs. grupo 2) em relação ao número de inseminações, taxa de fertilidade, prolificidade e mortalidade ao

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

nascimento, embora tenha existido uma tendência ($P = 0.0781$) para as porcas nulíparas do grupo 2 ($15,71 \pm 3,99$ leitões nascidos/ninhada) apresentarem valores de prolificidade superiores às do grupo 1 ($12,31 \pm 4,31$ leitões nascidos/ninhada) (Figura 16).

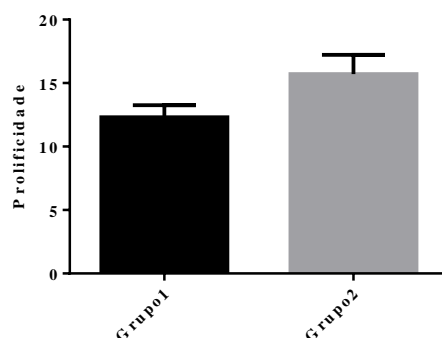


Figura 16 - Comparação entre grupos (grupo 1 vs. grupo 2) do efeito do tratamento com PG600 na prolificidade.

4.5. Idade ao parto

No grupo 1, verificou-se uma idade ao parto diferente entre o tratamento com PG600 ($361,2 \pm 1,0$ dias) e o grupo controlo ($365,6 \pm 1,5$ dias) ($* P < 0.05$). O tratamento das porcas com PG600, ao reduzir o intervalo tratamento-deteção do cio, permitiu que estas tivessem uma idade ao parto inferior em relação às porcas controlo (Figura 17).

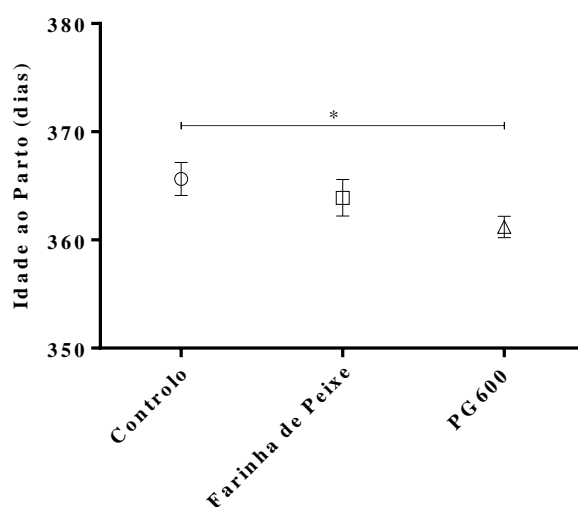


Figura 17 - Efeito dos tratamentos na idade ao parto, no grupo 1 ($* P < 0.05$).

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

As diferenças, na idade ao parto, entre as nulíparas tratadas com PG600 do grupo 1 e 2 foram significativas ($P < 0.0001$), verificando-se uma idade ao parto do grupo 2 de $336,3 \pm 0,47$ dias. (Figura 18)

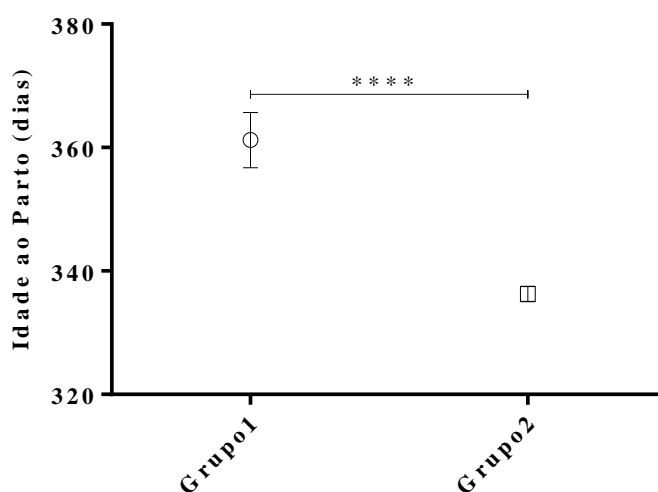


Figura 18 - Efeito da idade ao tratamento (Grupo 1 vs Grupo 2) na idade ao parto (**** $P < 0,0001$)

4.6. Intervalo entre desmame e cobrição, intervalo entre desmame e cobrição fecundante e intervalo entre parto e a fecundação seguinte

No grupo 1, não se verificaram diferenças significativas entre os diferentes métodos de indução do cio estudados ($P > 0.05$), com os três tratamentos a apresentarem IDC similares (Controlo = $7,7 \pm 1,3$ dias; Farinha de peixe = $6,7 \pm 1,0$ dias; PG600 = $6,9 \pm 0,8$ dias).

No grupo 2, apesar da reduzida percentagem de fêmeas que manifestou cio não permitir fazer o estudo estatístico entre tratamentos, verificaram-se valores de IDC bastante diferentes entre tratamentos. Duas nulíparas controlo tiveram um IDC de $7,5 \pm 2,5$ dias, uma única fêmea suplementada com farinha de peixe apresentou um IDC de 28,0 dias e os animais tratados com PG600 um IDC de $20,57 \pm 4,6$ dias.

Comparando apenas o tratamento com PG600 entre os dois grupos, o grupo 2 teve valores mais significativamente mais elevados em relação ao IDC (Grupo1= $6,9 \pm 0,8$ dias; Grupo 2 =

20,6±4,6 dias) ($P < 0.01$) e ao intervalo entre o parto e a fecundação seguinte (Grupo1= 35,65±0,8 dias; Grupo 2 = 51,3±4,3 dias), que inclui a duração da lactação e intervalo entre desmame de cobrição, ($P < 0.001$) (Figura 19 A e B).

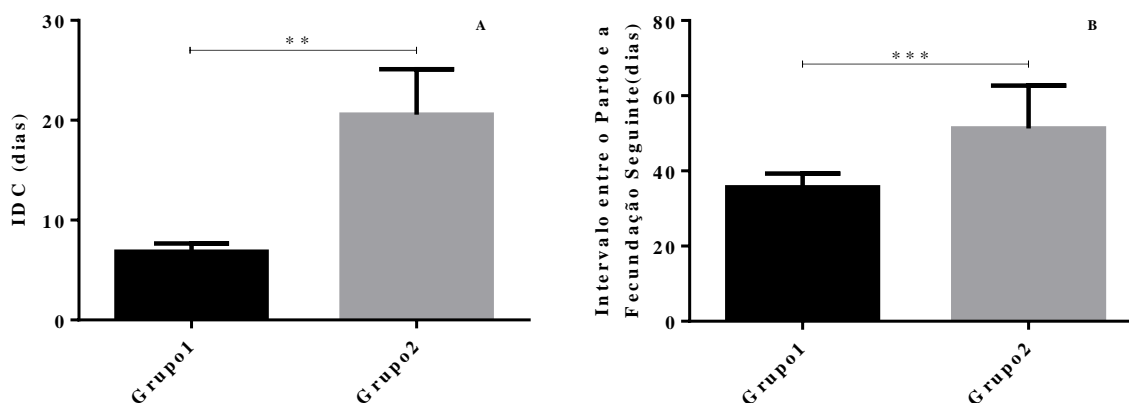


Figura 19 - Comparação entre grupos (grupo 1 vs. grupo2) do efeito do tratamento com PG600 no (A) intervalo desmame e cobrição (IDC) e (B) intervalo entre o parto e a fecundação seguinte (** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$).

4.7. Duração da gestação, duração da lactação e número de desmamados

Em relação à duração da gestação, duração da lactação e número de desmamados, não foram observadas diferenças significativas quer entre tratamentos dentro do mesmo grupo, quer entre grupos, no tratamento com PG 600, pelo que os resultados obtidos podem ser consultados na tabela 1, do anexo I.

5. Discussão

5.1. Percentagem de fêmeas que manifestaram cio

Os resultados mostraram que o tratamento com PG600 pode ajudar na maturação e indução do cio da nulípara, mas em idades à cobertura mais precoces ($183,8 \pm 4,7$ dias) o tratamento não é tão eficaz, indo ao encontro do que certos autores defendem, em que a nulípara deve ser coberta após o primeiro cio, que normalmente ocorre aos 180 dias (idade de maturação sexual), uma vez que o trato reprodutivo não se encontra totalmente desenvolvido e a expressão do cio não é tão evidente (Konx, 2019). A baixa percentagem de fêmeas que manifestaram cio no grupo 2 em relação às do grupo 1, não são só nos animais controlo, mas com todos os métodos de indução de cio estudados (Grupo 1: Controlo = $45,8 \pm 10,4$ %; PG600 = $76,0 \pm 8,7$ %; FP = $44,0 \pm 10,3$ %; Grupo 2: Controlo = $11,1 \pm 7,6$ %; PG600 = $44,4 \pm 12,05$ %; FP = $5,6 \pm 5,5$ %), pode estar relacionada com uma baixa expressão do cio nas nulíparas, mesmo que tenham ovulado (Konx, 2019).

Estes valores não vão de encontro aos referidos por Moore (2007) onde $80,8 \pm 7,04$ % das fêmeas estimuladas com PG600, com uma idade média de 182 dias, manifestaram cio e, apenas $25,1 \pm 7,0$ % das fêmeas controlo manifestaram cio, sendo os valores no grupo das nulíparas mais novas (grupo2) do presente estudo muito inferiores.

Embora não tenham sido avaliados no presente estudo, a taxa de crescimento e o peso corporal das nulíparas podem ter tido um papel importante na resposta à PG600 e explicar quer as diferenças verificadas neste estudo entre os dois grupos de nulíparas de idades diferentes, quer as diferenças entre este estudo e os dos outros autores (Moore, 2007; Knox, 2011). No estudo de Britt *et al.* (1989), o tratamento de nulíparas com idades compreendidas entre 165 e 225 dias com PG600, não alterou nenhum parâmetro reprodutivo para além da percentagem de nulíparas em cio e o intervalo entre o tratamento e o cio. Embora a idade das marrãs não tenha sido objecto de estudo, Britt *et al.* (1989) relataram que uma maior percentagem de marrãs pesadas (possivelmente as de maior idade) tratadas com PG600 foram detectadas em cio e inseminadas mais cedo após o tratamento, do que as marrãs mais leves (pesadas: 84,2% em cio e inseminadas aos 6,3 dias após PG600; leves: 70,2% em cio e inseminadas aos 7,6 dias após PG600). A administração de PG600 a nulíparas da mesma idade (175 dias), induziu taxas de cio maiores

que 90% em fêmeas submetidas a uma dieta de elevado nível de aminoácidos:energia e com elevadas taxas de crescimento (> 600 g/dia), sendo as taxas de cio menores que 70% em marrãs de crescimento lento (< 600 g/dia) submetidas a uma dieta de baixo nível de aminoácidos:energia (Knox, 2011).

O uso de $\text{PGF}_{2\alpha}$ não mostrou um bom desempenho como método de indução do cio em nulíparas, com apenas 12,5 % das fêmeas a manifestarem cio.

5.2. Intervalo entre tratamento e deteção do cio

Sendo o objetivo diminuir os dias não produtivos, que nas nulíparas diz respeito ao intervalo entre a entrada da fêmea na exploração e o primeiro cio reprodutivo, o tratamento com PG600 foi o que registou os melhores resultados, com um intervalo médio de $3,5 \pm 0,3$ dias entre o tratamento e a manifestação do cio no grupo 1 e $4,0 \pm 0,3$ dias no grupo 2. Estes valores estão de acordo ao referido por Knox (2015), em que porcas tratadas com PG600 devem manifestar o cio 3 a 4 dias após o tratamento, e com o estudo de Moore (2007), realizado em nulíparas com 182 dias de idade, onde o intervalo médio entre o tratamento e a deteção de cio foi de $6,59 \pm 0,9$ dias em nulíparas tratadas com PG600 e de $12,24 \pm 1,1$ dias no grupo controlo.

A farinha de peixe também teve um bom desempenho, com as fêmeas nulíparas do grupo 1 a manifestarem cio $7,6 \pm 1,7$ dias após o início da suplementação e $6,0 \pm 0,0$ dias no grupo 2, em comparação com o controlo (Grupo 1 = $13,2 \pm 1,7$ dias; Grupo 2 = $9,0 \pm 3,0$ dias). Estes valores também estão de acordo com o estudado por Estienne *et al.* (2006), com nulíparas de $260 \pm 0,4$ dias de idade a manifestarem cio 7 dias após a suplementação com ómega-3.

Os valores dos animais controlo também parecem estar dentro dos valores normalmente observados nas suiniculturas, com as nulíparas deve manifestarem cio ente 10 a 28 dias após a entrada na exploração e a sua estimulação por parte do varrasco e inseminador, sem qualquer outro tipo de tratamento (Kirkwood e Carr, 2018).

O tratamento com $\text{PGF}_{2\alpha}$ foi o que teve pior resultado, com uma média de $16,3 \pm 3,3$ dias. Estes resultados vão ao encontro do referido por Moore (2007), só ocorrendo a resposta a estes agentes durante certas fases de desenvolvimento do corpo lúteo (normalmente nos dias 12-17 do ciclo), pelo que se torna difícil a sua utilização uma vez que não sabemos em que fase do

ciclo se encontram as nulíparas aquando da administração da PGF_{2α}. Contudo, este grupo encontrava-se num parque que tinha uma lâmpada artificial a menos em relação aos outros parques, podendo ter havido uma pequena intreferência com os resultados (Falceto *et al.*, 2019).

É de salientar que o tratamento com progestagénios não foi realizado, pois as condições da exploração e o tipo de maneio realizado não o permitiu, embora o uso de progestagénios seja o mais indicado para a indução de cio em nulíparas (Carr e Kirkwood, 2018).

5.3. N° de inseminações

Relebrando que o cio das nulíparas é mais curto, com uma duração de 1 a 2 dias, segundo Pascual (2021b), há que evitar inseminar mais de 2 vezes pois, caso contrário, isto indicaria défices na deteção de cio ou inseminações tardias, no período posterior à ovulação em que ainda há sintomas de cio. O excesso de inseminações acarreta não só um aumento nos gastos e no volume de trabalho, podendo também produzir processos de corrimento vaginal nas porcas que recebem inseminações pós-ovulatórias.

É habitual que 10 % das porcas ovulem durante, ou pouco tempo após a deteção do estro e estas só devem receber uma dose de sémen já que a segunda seria posterior à ovulação, o que reduziria a fertilidade. No entanto, o aumento da percentagem de porcas que recebem uma única inseminação, indica problemas de deteção do cio. Do mesmo modo, 20 % das porcas terão um longo intervalo entre a deteção de estro e a ovulação e podem ser inseminadas no terceiro dia, contudo, percentagens superiores de porcas inseminadas 3 vezes, indica que a maioria estão a ser inseminadas após a ovulação, reduzindo a fertilidade (Kirkwood, 2012).

No presente estudo houve diferenças significativas no número de inseminações entre o tratamento com PG600 e a Farinha de Peixe no grupo 1, sendo a média de inseminações de $2.1 \pm 0,1$ e $2.6 \pm 0,5$, respetivamente. Contudo, o valor acima de duas inseminações nas nulíparas suplementadas com farinha de peixe não afetou parâmetros como a fertilidade, prolificidade e mortalidade da ninhada ao nascimento, contrariamente ao referido anteriormente por Pascual (2021b).

Sengudo o estudo de Carvalho (2020) as nulíparas com aproximadamente 240 dias de vida (8 meses) tiveram uma média 1,17 inseminações, valores abaixo dos obtidos no presente estudo (Grupo 1 = $2,4 \pm 0,2$; Grupo 2 = $3,0 \pm 0,0$).

5.4. Idade ao parto, prolificidade e mortalidade ao nascimento

O tratamento com PG600 mostrou-se eficiente na redução do período improdutivo entre a entrada da nulípara e a primeira cobrição fecundante, permitindo que a idade ao parto do grupo 1 fosse de $361,2 \pm 1,0$ dias, indo de encontro ao que Wennberg *et al.* (2018) defendem, considerando que a idade ótima ao parto é de 350 dias. Mesmo assim, a estimulação e indução das porcas podia ter começado a ser feita mais cedo neste grupo, para que a idade ao parto se aproximasse mais dos 350 dias. No estudo de Lince *et al.* (1984), realizado em nulíparas com 244,5 dias de idade e sem qualquer tipo de tratamento, a idade ao parto foi de 363,2 dias, valor idêntico ao do presente estudo.

No grupo 2, com o tratamento com PG600, houve uma maior redução do período improdutivo, uma vez que a manifestação do cio nas nulíparas neste grupo ocorreu aos 183 dias de vida, pelo que a idade ao parto foi inferior ($336,3 \pm 0,5$ dias). Embora a percentagem de fêmeas que respondeu à PG600 tenha sido inferior no grupo 2, verificou-se uma tendência para a prolificidade ser superior no grupo de nulíparas mais jovens, não afetando os restantes parâmetros como a mortalidade total dos nascidos e a mortalidade dos mumificados. Segundo o estudo de Moore (2007), a prolificidade em porcas com 182 dias de idade tratadas com PG 600 foi de $10,38 \pm 0,4$, valor semelhante ao do grupo controlo ($10,72 \pm 0,4$). O mesmo aconteceu com a taxa de mortalidade ao nascimento que também foi semelhante entre o grupo controlo e o grupo tratado com PG600 ($0,42 \pm 0,16$ e $0,44 \pm 0,16$, respetivamente). Os valores de prolificidade obtidos no presente estudo (GC= $15,0 \pm 2,0$; GPG600 = $15,7 \pm 1,5$) foram superiores aos valores obtidos no estudo de Moore (2007) para as mesmas idades (183 dias). Contudo, os valores da taxa de mortalidade parecem ser melhores no estudo de Moore (2007), com valores de $4,2 \pm 1,6$ % para o grupo tratado com PG600 e $3,9 \pm 1,6$ % para o controlo, comparado com os valores do presente estudo para nulíparas com a mesma idade (GC= $33,0 \pm 21,0$ % ;GPG600 = $15,86 \pm 9,0$). Segundo o estudo de Lince *et al.* (1984), realizado em nulíparas com 244,5 dias de idade sem qualquer tipo de tratamento, os valores de prolificidade e de taxa de mortalidade foram de 9,91 e 7,6%, respetivamente, pelo que no presente estudo conseguiu-se obter melhores resultados para nulíparas da mesma idade, tanto na prolificidade (GC= $13,7 \pm 1,1$) como na taxa de mortalidade (GC= $5,1 \pm 2,8$ %).

Segundo Ashworth (2006), os valores normais para taxa de mortalidade dos nascidos em nulíparas são de 16-20% e de 3% para a taxa de mumificados, sendo que o grupo 1 obteve valores abaixo do padrão normal, ao contrário do grupo 2 que obteve valores mais elevados. Isto pode ser devido às inseminações no grupo 2 terem sido realizadas na primavera resultando num menor número de leitões nascidos vivos, uma vez que, o aumento da temperatura diminui a fertilidade e aumenta a mortalidade embrionária (Carvalho, 2020).

A prolificidade no grupo 1 tratado com farinha de peixe ($14,8 \pm 0,4$) foi ligeiramente superior aos dos restantes tratamentos (GC= $13,7 \pm 1,1$; GP600= $12,3 \pm 1,0$), coincidindo com o estudo de Cho e Kim (2011) e de Palmer *et al.* (1970) onde é referido que o uso de farinha de peixe como suplemento alimentar resulta num aumento de 0,9 leitões vivos por ninhada ao nascimento.

Todos estes resultados estão de acordo com os estudos de Kummer *et al.* (2009), realizado em nulíparas com 193 dias de idade, de Kummer *et al.* (2006), realizado em nulíparas com 210 dias de idade, e com estudo de Rozeboom *et al.* (1996), em que concluíram que diferentes idades à cobrição não prejudica a produtividade e performance reprodutiva da porca, não interferindo com parâmetros como a fertilidade, taxa de ovulação, prolificidade, mortalidade embrionária, mortalidade ao nascimento e o número de leitões desmamados.

5.5. Intervalo entre desmame e cobrição, intervalo entre desmame e cobrição fecundante e intervalo entre o parto e fecundação seguinte

No grupo 1, em todos os tratamentos estudados, a maioria das porcas foram inseminadas aos 7 dias pós-desmame, o que indica que estas atrasaram o cio, podendo-se considerar que existe um anestro pós-desmame. Segundo Kirkwood (2012), estas porcas têm muitas possibilidades de ter uma fertilidade reduzida, pois IDC longos (> 5 dias) estão associados a um intervalo cio-ovulação curto sendo a deteção do cio mais difícil e pior o rendimento da porca. De acordo com Andrés *et al.* (2012b) porcas com IDC entre os 6-7 dias podem ser porcas que não tiveram uma boa estimulação para entrar em cio ou estão expostas a um fotoperíodo decrescente ou aumento da temperatura, sendo esta uma possível justificação para os valores elevados de IDC e IDCF registados no presente estudo, uma vez que estas porcas desmamaram nos meses mais quentes.

No grupo 2, o IDC foi superior a 7,5 dias para todos os tratamentos, que segundo Andrés *et al.* (2012b), pode ser consequência de um maneio inadequado na maternidade, por exemplo porcas

que entraram em cio na maternidade por *stress* excessivo ou por falta de produção de prolactina, ou seja, diminuíram bruscamente a produção de leite devido a um desmame parcial excessivo, mães adotivas nas quais tenham sido colocados leitões mais pequenos que os que tinham, ou ninhadas com leitões débeis ou pouco numerosas. Para Aparicio *et al* (2012) o valor normal para o IDC e IDCF deve situar-se entre os 4-5 dias, contudo, segundo Kirkwood (2012) e Occón *et al.* (2019) valores de IDC entre os 5-7 dias parecem ser normais em primíparas, uma vez que estas porcas têm uma ingestão relativamente baixa durante a lactação, o que as predispõe a problemas de fertilidade.

O IDC das nulíparas suplementadas com farinha de peixe no grupo 2 foi de $28,0 \pm 0,0$ dias, que segundo Andrés *et al.* (2012b), podem ter sido porcas que tenham entrado em cio aos 4-5 dias, mas este não lhes tenha sido detetado, devido a uma má condição corporal, que tenha dado como resultado um cio silencioso ou pouco definido, ou defeitos na deteção de cio.

Os valores elevados do IDC e do intervalo parto-fecundação seguinte no grupo 2 podem ser devido ao facto dos desmames deste grupo terem sido feitos nos meses de maior calor (agosto e setembro) em que a resposta hipofisária ao desmame e a produção de LH é menor com temperaturas elevadas (Koketsu, 2018).

No estudo de Carvalho (2020), os valores médios de IDCF para nulíparas sem qualquer tipo de tratamento foram de 7,46 dias, valores próximos aos obtidos no grupo controlo do presente estudo (Grupo 1 = $7,1 \pm 1,3$; Grupo 2 = $8,5 \pm 1,5$). No estudo de Lince *et al.* (1984) realizado com nulíparas com 244,5 dias de idade sem qualquer tipo de tratamento o valor de IDC foi de 7 dias, indo de encontro com os resultados no presente estudo para nulíparas da mesma idade. Segundo o estudo de Young e King (1981), o IDC e IDCF não é influenciado pela cobrição em diferentes idades, pelo que isto não se verifica no presente estudo uma vez que o grupo 2 teve valores de IDC, IDCF e intervalo parto-segunda inseminação seguinte mais elevados que o grupo 1.

6. Conclusões

O uso de gonadotrofinas, nomeadamente o PG600, pode estimular o ovário e induzir o cio em nulíparas em anestro pré-puberal, não afetando a fertilidade, prolificidade e mortalidade. Contudo, em idades mais precoces (183 dias) a indução não foi tão significativa como em fêmeas mais velhas (235 dias). Apesar da percentagem de fêmeas que manifestaram cio tenha sido menor em todos os tratamentos no grupo 2, não houve comprometimento da produtividade em nulíparas cobertas a idades mais jovens, sendo possível obter os mesmos índices produtivos (prolificidade, mortalidade dos nascidos e desmamados) e diminuir o período improdutivo desde a entrada da porca na exploração até à primeira cobrição fecundante.

O uso de farinha de peixe como suplemento alimentar também se mostrou eficaz na indução do cio em idades mais elevadas (235 dias), reduzindo o anestro sazonal e consequentemente os dias não produtivos. O uso desta suplementação apenas diminuiu o número de dias improdutivo desde a entrada da porca na exploração e a manifestação do cio em relação ao grupo controlo, sendo que nos restantes parâmetros os valores foram semelhantes ao do controlo.

A administração de agentes luteolíticos ($PGF_{2\alpha}$) não mostrou um bom desempenho como indutor do cio em nulíparas.

7. Bibliografia

- Aleu, J. (2015). *Inseminação artificial suína: que técnica utilizar e com quantos espermatozoides por dose*. Acedido a 3 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/ia-suina-que-tecnica-utilizar-e-com-quantos-espermatozoides-por-dose_7598/
- Andrés, M., Aparicio, M., Díaz, I., Vizcaíno, E., e Piñeiro, C. (2015). *Agora sim, já se pode prever o rendimento de uma proca a partir do seu primeiro parto*. Acedido a 3 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/prever-o-rendimento-de-uma-porca-a-partir-do-seu-primeiro-parto_9369/
- Andrés, M., Occón, A., Días, I., Aparicio, M., e Piñeiro, C. (2019). *Entendemos e avaliamos bem as nulíparas?* Acedido a 3 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/entendemos-e-avaliamos-bem-as-nuliparas_12704/
- Andrés, M., Piñeiro, C., Días, I., e Aparicio, M. (2016). *Qual é a melhor idade para a primeira cobertura? Depende*. Acedido a 3 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/qual-e-a-melhor-idade-para-a-primeira-cobric%C3%A3o-dep%C3%A9nde_9499/.
- Andrés, M., Vizcaíno, E., Rainho, N., Aparicio, M., e Piñeiro, C. (2012a). *Os efeitos estacionais (temperatura e luz): análise e minimização das suas consequências*. Acedido a 8 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/os-efeitos-estacionais-analise-e-minimizac%C3%A3o_6350/
- Andrés, M., Murillo, J., Vizcaíno, E., Rainho, N., Aparicio, M., Piñeiro, C., (2012b). *Anestro ao desmame*. Acedido a 3 de Agosto de 2021 em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/anestro-ao-desmame_6353/
- Aparicio, M., Andrés, M.A., Piñeiro, C. (2012). *O intervalo entre partos: quanto influi na produção?*. Acedido a 3 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/o-intervalo-entre-partos-quanto-influi-na-produc%C3%A3o_6338/
- Ashworth, C. J., Kraeling, R. R., & Society for Reproduction and Fertility. (2006). *Control of pig reproduction VII: Proceedings of the Seventh International Conference on Pig*

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

- Reproduction*, Kerkrade, the Netherlands, June 2005. Nottingham, U.K: Nottingham University Press.
- Athorn, R., e Plush, K. (2019). Best practice gilt management for fertility and longevity. *Australian Pork*, 1-16.
- Auvigne, V., Leneveu, P., Jehannin, C., Peltoniemi, O., e Sallé, E. (2010). Seasonal infertility in sows: a five year field study to analyze the relative roles of heat stress and photoperiod. *Theriogenology*, 74(1), 60–66.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.12.019>
- Britt, J. H., Day, B. N., Webel, S. K., & Brauer, M. A. (1989). Induction of fertile estrus in prepuberal gilts by treatment with a combination of pregnant mare's serum gonadotropin and human chorionic gonadotropin. *Journal of animal science*, 67(5), 1148–1153.
<https://doi.org/10.2527/jas1989.6751148x>
- Carr, J., e Kirkwood, R. (2018). *Uso de altrenogest em explorações de porcos*. Acedido a 5 de Agosto de 2021 em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/uso-de-altrenogest-em-explorac%C3%B5es-de-porcos_11611/
- Carvalho, D. (2020). *Variação dos parâmetros reprodutivos das porcas em função do ciclo produtivo e da estação do ano: um caso de estudo*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Zootécnica. Instituto Superior de Agronomia . Universidade de Lisboa, Lisboa. 70pp. Acedido a 7 de Dezembro de 2021 em: <http://hdl.handle.net/10400.5/21314>
- Casanovas, C. (2014). *Caso clínico: Elevada percentagem de repetições e porcas negativas na ecografia*. Acedido a 3 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/elevada-percentagem-de-repetic%C3%B5es-e-porcas-negativas-na-ecografia_7342/
- Casanovas, J. (2013). *A natureza é sábia. Momento óptimo da cobrição*. Acedido a 3 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/a-natureza-e-sabia-momento-otimo-da-cobric%C3%A3o_6565/

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

- Cho, J.H. e Kim, I.H. (2011), Fish meal – nutritive value. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95, 685-692. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2010.01109.x>
- Clement, C. (2019), Standard Deviation vs. Standard Error. *Towards data science*. Acedido a 3 de Novembro de 2021 em: <https://towardsdatascience.com/standard-deviation-vs-standard-error-5210e3bc9c04>
- Díaz, I., Andrés, M. A., Aparicio, M., & Piñeiro, C. (2018). *Importância da luz na exploração*. Acedido a 5 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/importancia-da-luz-na-explorac%C3%A3o_11349/.
- Díaz, I., Vizcaíno, E., Andrés, M., Aparicio, M., & Piñeiro, C. (2015a). *Dados, hormonas e férias (1/2)*. Acedido a 3 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/dados-hormonas-e-ferias-1-2_8743/.
- Díaz, I., Vizcaíno, E., Andrés, M., Aparicio, M., & Piñeiro, C. (2015b). *Dados, hormonas e férias (2/2)*. Acedido a 3 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/dados-hormonas-e-ferias-2-2_8736/.
- Estienne, M. J., Harper, A. F., & Estienne, C. E. (2006). Effects of dietary supplementation with omega-3 polyunsaturated fatty acids on some reproductive characteristics in gilts. *Reproductive biology*, 6(3), 231–241. http://pan.olsztyn.pl/repbiol/docs/pdfs/repbiol_vol6_num3_page231.pdf
- Falceto, M., Vela, A., Bonastre, C., Suarez, A., & Mitjana, O. (2019). Efeitos do calor sobre a atividade ovárica da porca. *Suinicultura*, XXXIV, 16-20.
- Hussein, A., Newby, T., & Bourne, F. (1983). Immunohistochemical studies of the local immune system in the reproductive tract of the sow. *Journal of Reproductive Immunology*, 1-15.
- Illas, F. (2019). *Caso clínico: Diagnóstico no escuro: descida pontual da fertilidade no Verão*. Acedido a 5 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/diagnostico-no-escuro-descida-pontual-da-fertilidade-no-ver%C3%A3o_12070/.

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

- Kirkwood, R. (2012). *Solucionar os problemas de infertilidade nas porcas*. Acedido a 3 de Agosto de 2021, em https://www.3tres3.com.pt/artigos/solucionar-os-problemas-de-infertilidade-nas-porcass_6245/:
- Kirkwood, R. e Carr, J. (2018). *Controlo de problemas de cio em porcas nulíparas e múltiparas*. Acedido a 5 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/controlo-de-problemas-de-cio-em-porcass-nuliparas-e-multiparas_11612/.
- Koketsu, Y. (2018). *DNP: um componente invisível da produtividade*. Acedido a 3 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/dnp-um-componente-invisivel-da-produtividade_11765/.
- Knox, R.V. (2011). Swine Webinar Series Inducing and Synchronizing Estrus in Pre-Pubertal Gilts. Acedido a 5 de Agosto de 2021, em: <https://web.extension.illinois.edu/swinewebinar/docs/GiltEstrusInductionPaper.pdf>
- Knox, R. V. (2015). Recent advancements in the hormonal stimulation of avulation in swine. *Veterinary Medicine: Research and Reports*, 6, 309-320. <https://doi.org/10.2147/VMRR.S68960>
- Konx, R. (2018). *Conselhos práticos para induzir o cio em nulíparas e porcas*. Acedido a 5 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/conselhos-praticos-para-induzir-o-cio-em-nuliparas-e-porcass_11831/.
- Konx, R. (2019). Physiology and endocrinology symposium: Factors influencing follicle development in gilts and sows and management strategies used to regulate growth for control of estrus and ovulation. *Journal of Animal Science*, 97(4), 1433 - 1445. <https://doi.org/10.1093/jas/skz036>
- Kummer, R., Bernardi, M. L., Wentz, I., Bortolozzo, F.P. (2006). Reproductive performance of high growth rate gilts inseminated at na early age. *Animal Reproduction Science*, 96, (1-2), 47-53. Acedido a 8 de Dezembro de 2021 em: <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.11.006>
- Kummer, R., Bernardi, M. L., Schenkel, A.C., Filha, W.S., Wentz E., Bortolozzo F.P. (2009). Reproductive performance of gilts with similar age but with different growth rate at the

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

- onset of puberty stimulation. *Reproduction in Domestic Animals*. 44(2), 255-259.
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2007.01050.x>
- Lince, C., Einarsson S. Petterson H. (1984). Reproductive performance in gilts through their first two parities. *Nordisk Veterinaermedicin*. 36(7-8), 207-214.
- Magnabosco, D., Pereira Cunha, E., Bernardi, M., Wentz, L., & Bortolozzo, E. (2015). Impact of the birth weight of landrace x large white dam line gilts on mortality, culling and growth performance until selection for breeding herb. *Acta Scientiae Veterinariae*, 43, 1-8
- Midence, R., Vanegas, K., Flores, J., & Moya, L. (1999). *Manual de inseminación artificial porcina*. España: KUBUS S.A.
- Miot H. A. (2017). Avaliação da normalidade dos dados em estudos clínicos e experimentais. *Jornal vascular brasileiro*, 16(2), 88–91. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.041117>
- Moore, K. (2007). *Estrus induction and maintenance of cycles in gilts with PG-600*. Columbia.
- Moreno, V. (2012). *Estimulação na inseminação: perspectiva dinamarquesa*. Acedido a 5 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/estimulac%C3%A3o-na-inseminac%C3%A3o-perspectiva-dinamarquesa_6257/.
- Núñez, M., Flores, A., e Wennberg, J. (2012). *Avaliação da condição corporal da porca*. Acedido a 5 de Agosto de 2021 em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/avaliac%C3%A3o-da-condic%C3%A3o-corporal-da-porca_6404/.
- Occón, A., Andrés, M., Aparicio, M., & Piñero, C. (2019). *Intervalo desmame - 1ª cobrição não são apenas dias não produtivos*. Acedido a 10 de Agosto de 2021 em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/intervalo-desmame-1-cobric%C3%A3o-n%C3%A3o-s%C3%A3o-apesas-dias-n%C3%A3o-produtivos_12012/

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

- Palmer, W. M., Teague, H. S., Grifo, A. P. (1970), Effect of Whole Fish Meal on the Reproductive Performance of Swine, *Journal of Animal Science*, 31(3), 535-539, <https://doi.org/10.2527/jas1970.313535x>
- Pascual, J. (2020a). *Conselhos para estimular a entrada em cio*. Acedido a 3 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/conselhos-para-estimular-a-entrada-em-cio_12798/.
- Pascual, J. (2020b). *Conselhos para a deteção de cio*. Acedido a 3 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/conselhos-para-a-detecc%C3%A3o-do-cio_12893/.
- Pascual, J. (2020c). *Conselhos para a inseminação cervical*. Acedido a 3 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/conselhos-para-a-inseminac%C3%A3o-cervical_13423/.
- Pascual, J. (2021a). *Qual o protocolo de inseminação que me recomenda?* Acedido a 3 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/qual-o-protocolo-de-inseminac%C3%A3o-que-me-recomenda_14085/.
- Pascual, J. (2021b). *Características das doses de sémen: volume, concentração e conservação*. Acedido a 3 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/caracteristicas-das-doses-de-semen-volume-concentrac%C3%A3o-e-conservac%C3%A3o_14364/.
- Patterson, J. L., Cameron, A. C., Smith, T. A., Kummer, A. B., Schott, R. L., Greiner, L. L., . . . R., G. (2010). The effect of gonadotrophin treatment at weaning on primiparous sow performance. *Journal of Swine Health and Production*, 196-199.
- Patterson, J., & Foxcroft, G. (2019). Gilt management for fertility and longevity. *animals*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6680739/>
- Reese D.E. (2004). Update on omega-3 fatty acids and Litter size in swine. Acedido a 30 de Outubro de 2021, no Web site University of Nebraska – Lincoln: https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1017&context=coopext_swine

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

- Rensis, F., & Kirkwood, R. (2016). Control of estrus and ovulation: Fertility to timed insemination of gilts and sows. *Theriogenology*, 1460-1466.
- Rodriguez-Martinez, H., Saravia, F., Wallgren, M., Martinez, E., Sanz, L., Roca, J., . . . Calvete, J. (2009). *Spermadhesin PSP-I/PSP-II heterodimer induces migration of polymorphonuclear neutrophils into the uterine cavity of the sow*. Chile: FVMAS.
- 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. *Journal of Animal Science*. 74(1), 138-150. <https://doi.org/10.2527/1996.741138x>
- Sena, A. (2011). *Condução da reprodução em suínos: Análise zootécnica e estudo comparativo de técnicas de inseminação artificial*. Instituto Superior de Agronomia . Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. Acedido a 8 de Setembro de 2021, em: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/4077/1/Condu%C3%A7%C3%A3o%20da%20reprodu%C3%A7%C3%A3o%20em%20su%C3%ADnos.pdf>.
- Smits, R. J., Luxford, B. G., Mitchell, M., & Nottle, M. B. (2011a). Sow litter size is increased in the subsequent parity when lactating sows are fed diets containing n-3 fatty acids from fish oil. *Journal of animal science*, 89(9), 2731–2738. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3593>
- Smits, R. J. (2011b). The functional role and requirement for long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acids in breeding gilts and sows. PhD thesis. University of Adelaide. <https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/83610/8/02whole.pdf>
- Solà-Oriol, D. (2020). *Farinha de Peixe*. Acedido a 3 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/farinha-de-peixe_13830/.
- Solá-Oriol, D., & Gasa, J. (2016). *A condição corporal é a ferramenta adequada para ajustar a alimentação da porca gestante?* Acedido a 3 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/a-cc-e-a-ferramenta-adequada-para-ajustar-a-alimentac%C3%A3o_9754/.

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

- Topigs Norsin Nutrition Team. (2015). *Manual TN70 - Rearing gilts and sows*. The Netherlands: Topigs Norsin.
- Tucci, T. (2018). *Organizando a cobertura de nulíparas*. Acedido a 3 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/organizando-a-cobric%C3%A3o-de-nuliparas_11609/.
- Tucci, T. (2021). *Caso clínico: nulíparas que não entram em cio*. Acedido a 3 de Agosto de 2021, em https://www.3tres3.com.pt/artigos/caso-clinico-nuliparas-que-n%C3%A3o-entram-em-cio_14287/:
- Vázquez, F., Caravaca, I., & Llamas, P. (2016). *Optimização da inseminação pós-cervical na espécie suína: pontos críticos*. Acedido a 5 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/optimizac%C3%A3o-da-inseminac%C3%A3o-pos-cervical-na-especie-suina_9549/.
- Wennberg, J., Aparicio, J., & Ferrer, L. (2018). *Preparação das nulíparas: adaptação produtiva*. Acedido a 5 de Agosto de 2021, em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/preparac%C3%A3o-das-nuliparas-adaptac%C3%A3o-produtiva_11451/.
- Young L.G. e King, G.J. (1981). Reproductive performance of gilts bred on first versus third estrus. *Journal of Animal Science*. 53(1), 19-25. Acedido a 9 de Dezembro de 2021 em: <https://doi.org/10.2527/jas1981.53119x>

MESTRADO ENGENHARIA AGROPECUÁRIA

Anexo I

Tabela 1- Efeito dos tratamentos sobre os parâmetros reprodutivos e produtivos

Parâmetros	Grupo 1				Grupo 2		
	Controlo	FP	PG600	PGF2 α	Controlo	FP	PG600
% fêmeas manifestaram cio	45,8 \pm 10,4	44,0 \pm 10,3	76,0 \pm 8,7	12,5 \pm 6,9	11,1 \pm 7,6	5,6 \pm 5,6	44,4 \pm 12,05
ITDC (dias)	13,2 \pm 1,7	7,6 \pm 1,7	3,5 \pm 0,3	16,3 \pm 3,3	9,0 \pm 3,0	6,0 \pm 0,0	4,0 \pm 0,3
Número de inseminações	2,4 \pm 0,2	2,6 \pm 0,5	2,1 \pm 0,1	2,7 \pm 0,3	3,0 \pm 0,0	2,0 \pm 0,0	2,4 \pm 0,2
Duração da gestação (dias)	114,6 \pm 0,4	114,6 \pm 0,4	114,0 \pm 0,3	115,5 \pm 1,5	117,0 \pm 1,0	115,0 \pm 0,0	114,4 \pm 0,3
Taxa de fertilidade (%)	100,0 \pm 0,0	90,9 \pm 9,1	95,2 \pm 4,8	66,7 \pm 33,3	100,0 \pm 0,0	100,0 \pm 0,0	87,50 \pm 12,5
Idade ao parto (dias)	365,6 \pm 1,5	363,9 \pm 1,7	361,2 \pm 1,0	377,0 \pm 0,0	348,5 \pm 6,5	339,0 \pm 0,0	336,3 \pm 0,5
Prolificidade	13,7 \pm 1,1	14,8 \pm 0,4	12,3 \pm 1,0	12,0 \pm 1,0	15,0 \pm 2,0	12,0 \pm 0,0	15,7 \pm 1,5
Taxa de mortalidade ao nascimento (%)	5,1 \pm 2,8	6,6 \pm 1,7	10,7 \pm 3,3	0,0 \pm 0,0	33,0 \pm 21,0	0,0 \pm 0,0	15,86 \pm 9,0
Taxa de mumificados (%)	0,0 \pm 0	2,1 \pm 1,5	2,3 \pm 1,6	0,0 \pm 0,0	23,0 \pm 23,0	0,0 \pm 0,0	4,6 \pm 3,7
Duração da lactação (dias)	28,5 \pm 0,9	29,1 \pm 1,0	29,2 \pm 0,5	27,0 \pm 2,0	30,5 \pm 1,5	28,0 \pm 0,0	30,71 \pm 0,5
Número de desmamados	12,0 \pm 0,6	11,9 \pm 0,5	11,3 \pm 0,4	11,0 \pm 0,0	10,5 \pm 0,5	11,0 \pm 0,0	11,1 \pm 0,3
IDC (dias)	7,1 \pm 1,3	6,7 \pm 1,0	6,9 \pm 0,8	4,5 \pm 0,5	7,5 \pm 2,5	28,0 \pm 0,0	20,57 \pm 4,6
IDCF (dias)	7,1 \pm 1,3	6,7 \pm 1,0	20,2 \pm 6,1	4,5 \pm 0,5	8,5 \pm 1,5	28,0 \pm 0,0	20,6 \pm 4,6
IPF (dias)	35,6 \pm 1,5	35,8 \pm 0,9	36,0 \pm 0,9	30,7 \pm 1,7	38,0 \pm 4,0	56,0 \pm 0,0	51,3 \pm 4,3

IDC- Intervalo entre desmame e cobrição; **IDCF**- Intervalo entre desmame e cobrição fecundante; **IPF**- Intervalo entre o parto e a fecundação seguinte; **ITDC**- intervalo tratamento-deteção do cio; **FP**- Farinha de Peixe.