



**ESTUDO DE FACTORES QUE INFLUENCIAM A MORTALIDADE DE
LEITÕES ALENTEJANOS: COMPARAÇÃO COM UM GENÓTIPO
CONVENCIONAL**

Doutoramento/Ramo de conhecimento em Ciências Veterinárias

Doutorando: Rui Miguel Carracha Charneca

Orientador: Professor Doutor José Luís Tirapicos Nunes

Co-orientador: Doutor Jean Le Dividich

ÉVORA

2010



**ESTUDO DE FACTORES QUE INFLUENCIAM A MORTALIDADE DE
LEITÕES ALENTEJANOS: COMPARAÇÃO COM UM GENÓTIPO
CONVENCIONAL**

Doutoramento/Ramo de conhecimento em Ciências Veterinárias

Doutorando: Rui Miguel Carracha Charneca

Orientador: Professor Doutor José Luís Tirapicos Nunes

Co-orientador: Doutor Jean Le Dividich

ÉVORA

2010

RESUMO

O objectivo desta tese foi estudar factores que influenciam a maior mortalidade de leitões Alentejanos (AL) comparativamente a leitões convencionais (cruzados de Large-White x Landrace, C). Os leitões AL foram mais maduros ao nascimento que os leitões C, apesar do seu menor tempo de gestação. As porcas AL produziram menos colostro que as porcas C. O consumo de colostro por leitão foi equivalente (por kg de peso ao nascimento). O colostro das porcas AL era mais rico em imunoglobulina G e os leitões AL apresentavam maior imunização passiva aos 2 dias que os leitões C. Em ambos os genótipos, os principais factores que influenciaram a mortalidade dos leitões foram o peso ao nascimento e o ganho de peso (consumo de colostro) nas primeiras 24 horas. A mortalidade foi maior entre os leitões AL pela sua maior proporção de leitões leves. Sugerem-se estudos futuros na raça AL.

TITLE: Study of factors influencing the mortality of Alentejano piglets: comparison with a conventional genotype.

ABSTRACT

This thesis aimed to study factors influencing the higher mortality of Alentejano piglets (AL) compared to piglets from a conventional genotype (crossbred of Large-White x Landrace, C). AL piglets were more mature at birth than C piglets despite their lower gestational age. AL sows produced less colostrum than C sows although the colostrum intake by the piglets (per kg of birth weight) was similar in both genotypes. Colostrum of AL sows was richer in immunoglobulin G and AL piglets had higher passive immunisation than C piglets at 2 days of age. In both genotypes, major factors influencing the mortality of piglets were the birth weight and the body weight gain (colostrum intake) in the first 24 hours of life. Mortality was higher among AL piglets because of a higher proportion of small piglets. Future studies in AL swine breed are suggested.

RESUMO ALARGADO

A raça suína Alentejana (AL) apresenta uma produtividade numérica substancialmente inferior à verificada em genótipos suínos convencionais de produção intensiva. Dois dos principais contribuintes para essa reduzida produtividade são a sua baixa prolificidade e uma elevada taxa de mortalidade dos leitões, entre o nascimento e o desmame. O presente estudo teve como objectivo o estudos de factores influenciadores da mortalidade pós-natal em leitões de raça Alentejana (AL) em comparação com leitões dum genótipo convencional (C, cruzados de Large-White x Landrace).

Foram estudadas 45 porcas e respectivas ninhadas de cada genótipo. Exceptuando os períodos de parto e lactação, as porcas AL foram conduzidas num sistema extensivo característico da região Alentejana.

No estudo dos parâmetros reprodutivos e produtivos em cada um dos genótipos verificou-se que, comparativamente ao genótipo convencional C, as porcas AL apresentaram gestações cerca de 4 dias mais curtas ($110,9 \pm 0,3$ vs $115,1 \pm 0,2$ dias, $P < 0,001$) e ninhadas (nascidos vivos) mais pequenas ($8,0 \pm 0,4$ vs $12,0 \pm 0,4$ leitões, $P < 0,001$). Os leitões AL foram mais leves ao nascimento (1106 ± 23 vs 1344 ± 23 g, $P < 0,001$) e apresentaram um menor ganho médio diário entre o nascimento e os 21 dias ($163 \pm 3,4$ vs $207 \pm 2,7$ g/dia, $P < 0,001$) que os leitões C. A taxa de mortalidade dos leitões nascidos vivos entre o nascimento e os 21 dias foi 68% superior entre os leitões AL comparativamente à verificada entre os leitões C ($27,0\%$ vs $16,1\%$, $P < 0,001$).

O estudo da composição corporal ao nascimento de leitões AL e C revelou que as carcaças dos leitões AL continham mais matéria seca ($22,5 \pm 0,3\%$ vs $21,4 \pm 0,3\%$, $P < 0,05$) e proteína bruta ($13,3 \pm 0,3$ vs $12,1 \pm 0,3\%$, $P < 0,01$) e tenderam a apresentar maior teor de lípidos totais ($1,69 \pm 0,09$ vs $1,46 \pm 0,09\%$, $P < 0,10$). O peso relativo do fígado (g/kg de peso ao nascimento) também foi mais elevado nos leitões AL ($34,7 \pm 1,1$ vs $30,5 \pm 1,1$ g, $P < 0,05$). As concentrações plasmáticas ao nascimento de glucose, albumina e Insulin-like growth factor -1 (IGF-1) foram superiores nos leitões AL, comparativamente aos leitões C. Este conjunto de resultados indicam que os leitões AL se podem considerar mais maduros e com reservas energéticas similares ao nascimento que os leitões C, apesar do menor período de gestação dos primeiros.

Do estudo da produção de colostro pelas porcas e a sua ingestão pelos leitões nas primeiras 24h após o início do parto salientamos a menor produção de colostro pelas porcas AL comparativamente à verificada nas porcas C (2528 ± 150 vs 3093 ± 150 g, $P < 0,05$). O tamanho e peso das ninhadas influenciavam significativamente a produção de colostro nos dois genótipos. Em ambos os genótipos a produção de colostro foi positivamente relacionada com o ganho de peso das ninhadas entre o nascimento e os 21 dias ($R^2=0,671$; $P < 0,001$) indicando uma estreita relação entre a produção de colostro e a produção de leite.

Em média, os leitões AL ingeriram menos colostro que os leitões C (288 ± 14 vs 338 ± 13 g, $P < 0,05$) embora a ingestão, expressa por kg de peso ao nascimento, tivesse sido idêntica nos dois

genótipos ($P > 0,05$). A ingestão de colostro pelos leitões foi positivamente correlacionada com o peso dos leitões ao nascimento, mas não dependia da ordem de nascimento dos leitões ao longo do parto.

O estudo da composição do colostro e leite e da imunização dos leitões revelou que o colostro e leite das porcas AL e C apresentaram uma composição equivalente à classicamente descrita para estas secreções em fêmeas suínas. O colostro das porcas AL era, no entanto, mais rico em proteína e em IgG que o colostro das porcas C. Os leitões AL apresentaram, aos 2 dias de idade, níveis de imunidade passiva (IgG sérica, IgG2) superiores aos verificados nos leitões C ($30,2 \pm 1,1$ vs $26,6 \pm 0,9$ mg/ml, $P < 0,05$). A maior imunização passiva dos leitões AL comparativamente aos leitões C poderá ser explicada conjuntamente pela maior riqueza em IgG no colostro das porcas AL, menor nível de competição pelo acesso às mamas (ninhadas mais pequenas) e pela menor duração dos partos das porcas AL. Os valores de IgG2 estavam fracamente correlacionados com a ingestão de colostro em ambos os genótipos, no entanto, nos leitões C verificou-se uma correlação positiva entre a IgG2 e o peso ao nascimento dos leitões ($r=0,24$; $P < 0,01$) e negativa com a sua ordem de nascimento ao longo do parto ($r= -0,26$; $P < 0,01$). As concentrações séricas de IgG aos 28 dias de idade (IgG28) estavam significativamente correlacionadas ($r=0,63$ nos leitões AL e $r=0,61$ nos leitões C; $P < 0,001$) com as concentrações séricas de IgG aos 2 dias de idade

O estudo da mortalidade e dos factores que a influenciam mostrou que a mortalidade foi particularmente elevada no primeiro dia pós-parto período em que, relativamente à mortalidade total em 21 dias, se perderam 51% dos leitões AL e 34,2% dos leitões C. Em ambos os genótipos, os factores que mais a influenciam a mortalidade quer até às 24h, quer entre as 24h e os 21 dias, foram o peso ao nascimento dos leitões (PN) e o seu ganho de peso entre o nascimento e as 24h (ou até à morte se anterior) por kg de peso ao nascimento. Tomando como PN de referência um valor frequentemente utilizado em estudos de mortalidade de leitões, de 1kg, verificou-se que a maior mortalidade entre os leitões AL poderá ser explicada, pelo menos parcialmente, pela maior proporção de leitões leves (com PN inferior a 1kg) comparativamente ao verificado nos leitões C. Ao longo da presente dissertação são sugeridos estudos adicionais para melhor compreensão de todos os aspectos desta problemática, preferencialmente a conduzir em condições de produção “outdoor”.

Title: Study of factors influencing the mortality of Alentejano piglets: comparison with a conventional genotype

EXTENDED ABSTRACT

The Alentejano swine breed (AL) has a low productivity (weaned piglets per sow and per year) when compared to conventional swine genotypes raised under intensive systems. Two of the major factors affecting the lower productivity of AL are its low prolificacy and the high mortality rate of the piglets between birth and weaning. The present thesis aimed to study some factors influencing post-natal mortality in Alentejano swine breed (AL) piglets when compared to piglets from a conventional genotype (C, cross-bred from Large-White x Landrace). Forty-five AL and 45 C sows and their respective litters were studied. Excepting the farrowing and lactation periods, AL sows were raised under an extensive production system, commonly used in Alentejo region.

The study of reproductive and productive traits in both (AL and C) genotypes has shown that, compared to the C genotype, AL sows had a shorter (≈ 4 d, $P < 0.001$) gestation length and smaller litters (born alive, 8.0 ± 0.4 vs 12.0 ± 0.4 piglets, $P < 0.001$). The AL piglets were lighter at birth (1106 ± 23 vs 1344 ± 23 g, $P < 0.001$) and had a lower average daily gain from birth to 21 days (163 ± 3.4 vs 207 ± 2.7 g/dia, $P < 0.001$) than C piglets. The mortality rate of live-born piglets from birth to 21 days was 68% higher among AL piglets comparatively to that observed among C piglets (27.0% vs 16.1%, $P < 0.001$).

The study of the body composition at birth of AL and C piglets revealed that carcasses of AL piglets contained more dry matter ($22.5 \pm 0.3\%$ vs $21.4 \pm 0.3\%$, $P < 0.05$) and crude protein (13.3 ± 0.3 vs $12.1 \pm 0.3\%$, $P < 0.01$) and tended to present higher lipid content (1.69 ± 0.09 vs $1.46 \pm 0.09\%$, $P < 0.10$). Relative liver weight (g/kg birth weight) was also higher in AL piglets (34.7 ± 1.1 vs 30.5 ± 1.1 g, $P < 0.05$). Liver and muscle glycogen concentrations were similar in both genotypes. The plasma concentrations at birth of glucose, albumin and Insulin-like growth factor-1 (IGF-1) were higher in AL piglets than in C piglets. Results of this study indicate that AL piglets can be considered more mature than C piglets at birth and have similar energy stores, despite their shorter gestational period.

Study on colostrum production by the sows and colostrum intake by the piglets in the first 24h since the beginning of farrowing highlighted the lower colostrum production of AL sows when compared to C sows (2528 ± 150 vs 3093 ± 150 g, $P < 0.05$). In both genotypes litter size and weight affected the colostrum production by the sows. Also in both genotypes the colostrum production was positively related to the litter weight gain from birth to 21 days ($R^2 = 0.671$; $P < 0.001$) indicating a close relation between the colostrum and milk production. On average, AL piglets consumed less colostrum than C piglets (288 ± 14 vs 338 ± 13 g, $P < 0.05$), however the colostrum intake expressed per kg of birth weight was not different between genotypes ($P > 0.05$). In both genotypes, colostrum intake was positively correlated with birth weight, however, it was not related to birth order of the piglets during farrowing.

The study of colostrum and milk composition and passive immunisation of the piglets showed that the colostrum and milk of AL and C sows had a similar composition to that described in the literature for these secretions from swine females. Colostrum from AL sows was, however, richer in protein and IgG than of C sows colostrum. Alentejano breed piglets had, at 2 days of age, higher passive immunity levels (serum IgG, IgG2) than C piglets (30.2 ± 1.1 vs 26.6 ± 0.9 mg/ml, $P < 0.05$) likely due to a higher IgG concentrations on AL sows colostrum, a lower competition level at udder (smaller litters) and shorter farrowings of AL sows. The IgG2 levels were weakly correlated with colostrum intake in both genotypes, however, in C piglets there was a positive correlation between IgG2 and birth weight ($r=0.24$; $P < 0.01$) and negative with birth order along farrowing ($r= -0.26$; $P < 0.01$). The serum IgG concentrations at 28 days of age were significantly correlated ($r=0.63$ in AL e $r=0.61$ in C; $P < 0.001$) to those at 2d of age.

The study of mortality and the influencing factors have shown that mortality was especially high during the first day after farrowing during which 51% of AL and 34.2% C of total (until 21days) losses occurred. In both genotypes the most influencing factors for mortality both on the first 24h and between 24h and 21 days of age were the piglet birth weight (BW) and the piglet body weight gain from birth to 24h (or death if it occurred before) expressed per kg of BW. Taking as a reference BW 1kg, a value frequently used in piglet mortality studies, it has been shown that the higher mortality among AL piglets could be, at least partially explained by the higher proportion of light piglets (with BW lower than 1 kg) comparatively to that observed in C piglets.

In this thesis several additional studies are suggested in order to acquire a better knowledge and understanding of all the aspects related to the mortality problem, mainly to be carried out in outdoor production conditions.

ÍNDICE GERAL

	Pág.
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
RESUMO ALARGADO.....	v
EXTENDED ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE GERAL.....	ix
ÍNDICE DE QUADROS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xviii
APRESENTAÇÕES E PUBLICAÇÕES NO ÂMBITO DA TESE.....	xx
AGRADECIMENTOS.....	xxii

INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

I – INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS GERAIS.....	1
II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
II.1 – O Porco de raça Alentejana.....	2
II.2 – Reprodução e produtividade numérica da porca.....	6
2.1 – Gestação na porca.....	6
2.2 – Parto na porca.....	7
2.2.1 – Duração do parto na porca.....	7
2.2.2 – Factores que influenciam a duração do parto.....	8
2.3 – Produtividade numérica.....	9
II.3 – Mortalidade dos leitões: factor limitante da produtividade.....	11
3.1 – Enquadramento geral da mortalidade dos leitões.....	11
3.2 – Leitões mumificados.....	11
3.3 – Leitões nados-mortos.....	12
3.4 – Mortalidade dos leitões nascidos vivos.....	13
3.4.1 – Valores e evolução.....	13
3.4.2 – Cronologia da mortalidade.....	14
3.4.3 – Causas de mortalidade dos leitões nascidos vivos.....	15

II.4 – O leitão recém-nascido.....	17
4.1 – Antecedentes fetais.....	17
4.2 – Peso e composição corporal ao nascimento.....	18
4.2.1 – Peso ao nascimento.....	18
4.2.2 – Composição corporal dos leitões ao nascimento.....	21
4.2.2.1 – Composição da carcaça, músculo e fígado.....	21
4.2.2.2 – Parâmetros sanguíneos.....	24
4.3 – Status energético do leitão recém-nascido.....	27
II.5 – Termorregulação do leitão recém-nascido.....	29
5.1 – Definição e importância da termorregulação.....	29
5.2 – Características termorreguladoras do leitão recém-nascido.....	29
5.3 – Necessidades energéticas do leitão recém-nascido.....	32
5.4 – Fontes de energia para o leitão recém-nascido.....	33
II.6 – O colostro.....	35
6.1 – Definição.....	35
6.2 – Fisiologia da lactação.....	35
6.3 – Colostro e leite: composição, evolução da composição e factores de variação	39
6.3.1 – Energia.....	39
6.3.2 – Matéria seca (MS).....	40
6.3.3 – Proteínas (PROT).....	40
6.3.4 – Lípidos (LIP).....	42
6.3.5 – Lactose.....	43
6.3.6 – Minerais e vitaminas.....	44
6.3.7 – Composição e evolução da composição do leite de porca.....	45
6.3.8 – Factores de variação dos principais constituintes do colostro e do leite...	46
6.3.9 – Imunoglobulinas.....	47
6.3.9.1 – Imunoglobulina G (IgG).....	49
6.3.9.2 - Imunoglobulina A (IgA).....	50
6.3.9.3 - Imunoglobulina M (IgM).....	50
6.3.10 – Factores de crescimento.....	51
6.4 – Colostro: métodos de quantificação, produção e factores de variação.....	52
6.4.1 - Metodologias de quantificação da produção de colostro.....	52
6.4.2 – Produção de colostro e factores de variação.....	53

6.5 – Ingestão de colostro pelos leitões.....	54
6.6 - Funções do colostro.....	56
6.6.1 – O colostro como vector de imunidade passiva.....	56
6.6.2 - Contribuição para a homeostase da glucose.....	60
6.6.3 - Efeitos sobre o tracto gastrointestinal e sobre a síntese proteica muscular.	61
6.3.4 - Papel energético do colostro.....	61
7 – Objectivos específicos da tese.....	62

COMPONENTE EXPERIMENTAL

III – ENQUADRAMENTO GERAL DO AMBIENTE EXPERIMENTAL.....	65
IV.1 – ESTUDO COMPARATIVO DE PARÂMETROS REPRODUTIVOS E PRODUTIVOS DE PORCAS ALENTEJANAS E PORCAS LARGE-WHITE x LANDRACE.....	74
IV.2 – ESTUDO COMPARATIVO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE LEITÕES RECÉM-NASCIDOS DE RAÇA ALENTEJANA (AL) E DE GENÓTIPO CONVENCIONAL (LARGE-WHITE x LANDRACE).....	89
IV.3 – ESTUDO COMPARATIVO DA PRODUÇÃO DE COLOSTRO PELAS PORCAS E INGESTÃO DE COLOSTRO PELOS LEITÕES DE RAÇA ALENTEJANA E CRUZADOS DE UM GENÓTIPO CONVENCIONAL (LARGE-WHITE x LANDRACE).....	102
IV.4 – ESTUDO COMPARATIVO DA COMPOSIÇÃO DO COLOSTRO E LEITE DE PORCAS ALENTEJANAS E PORCAS DE UM GENÓTIPO CONVENCIONAL (LARGE WHITE x LANDRACE) E AQUISIÇÃO DE IMUNIDADE PASSIVA PELOS LEITÕES.....	113

IV.5 – ESTUDO DE FACTORES DE RISCO ASSOCIADOS COM A MORTALIDADE DURANTE A LACTAÇÃO EM LEITÕES ALENTEJANOS (AL) E DE UM GENÓTIPO CONVENCIONAL (C).....	128
--	------------

V – CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE INVESTIGAÇÃO.....	139
---	------------

VI – BIBLIOGRAFIA.....	143
-------------------------------	------------

VII – ANEXOS

ANEXO 1 – Composição dos alimentos de porcas e leitões

ANEXO 2 - Ficha de trabalho de campo

ANEXO 3 - Versão final do artigo aceite para publicação no Spanish Journal of Agricultural Research

ANEXO 4 - “Odds ratios” dos factores mais influenciadores da mortalidade dos leitões (capítulo IV.5)

ÍNDICE DE QUADROS

	Pág.
Revisão Bibliográfica	
Quadro 1 – Número de leitões nascidos totais (NT), nascidos vivos (NV) e desmamados (D) por ninhada, em diferentes genótipos.....	10
Quadro 2 – Taxa de mortalidade global de leitões.....	11
Quadro 3 – Taxas de mortalidade entre o nascimento e o desmame dos leitões nascidos vivos.....	14
Quadro 4 – Peso ao nascimento (PN) de leitões de diferentes genótipos.....	19
Quadro 5 – Composição corporal de leitões (valores extremos da bibliografia)	21
Quadro 6 – Taxa metabólica mínima (TMmin) e máxima (TMmax), temperatura crítica mínima (TMC) e temperatura ambiente à qual é atingida a taxa metabólica máxima (TTMmax) em leitões com idades entre as 2 e as 48h.	31
Quadro 7 – Ingestão de colostro, total e relativa, por leitões amamentados pelas progenitoras (espontâneo) ou alimentados por biberão nas primeiras 24h após o nascimento.....	55
Componente Experimental	
Quadro 8 – Número de porcas e genótipo das porcas e varrascos de acordo com o local de ensaio.....	66
Quadro 9 – Quantidades de alimento de gestação e lactação fornecidos na exploração Pm.....	71
Quadro 10 – Distribuição dos partos e lactações em cada genótipo, de acordo com a estação do ano.....	77
Quadro 11 – Parâmetros reprodutivos e produtivos em porcas Alentejanas (AL) e Large-White x Landrace (C).....	79
Quadro 12 – Características dos leitões mortos e dos leitões sobreviventes de cada genótipo.....	82
Quadro 13 – Composição das carcaças dos leitões Alentejanos (AL) e leitões Large-White x Landrace (C) ao nascimento.....	94
Quadro 14 – Composição em ácidos gordos da fracção lipídica nas carcaças de leitões Alentejanos (AL) e cruzados de Large-White x Landrace (C) ao nascimento.....	95

Quadro 15 – Pesos do fígado, conteúdo em glicogénio hepático e actividade da Glucose -6-Fosfatase (G6-Pase) de leitões Alentejanos (AL) e cruzados de Large-White x Landrace (C) ao nascimento.....	96
Quadro 16 – Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), lípidos totais (LIP) e lactose (LACT) no colostro e leite de porcas Alentejanas (AL) e porcas dum genótipo convencional (Large-White x Landrace, C).....	119
Quadro 17 – Ingestão de colostro (total e relativa) e concentrações séricas de IgG aos 2 (IgG2) e 28 dias (IgG28) dos leitões Alentejanos (AL) e cruzados de genótipo convencional (C).....	121
Quadro 18 – Comparação das características dos leitões sobreviventes e mortos por genótipo e, intra genótipo, entre os leitões sobreviventes e mortos.....	131
Quadro 19 – Comparação intra-genótipo entre os leitões mortos no período A (nascimento 24h) e no período B (24h – 21 dias).....	132
Quadro 20 – Redução da “deviance” devida à adição de cada variável explicadora no período A (nascimento – 24h).....	133
Quadro 21 – Redução da “deviance” devida à adição de cada variável explicadora no período B (24h – 21 dias).....	134

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Revisão Bibliográfica	
Figura 1 – Distribuição geográfica dos principais núcleos de reprodutores e/ou de engorda de porcos Alentejanos em Portugal.....	3
Figura 2 – Evolução dos registos de porcas reprodutoras no livro genealógico da raça Alentejana e dos registos de leitões no livro de nascimentos.....	4
Figura 3 – Eventos interactivos que ocorrem no complexo hipotermia-fome-esmagamento.....	15
Figura 4 – Crescimento fetal de suínos.....	17
Figura 5 – Evolução do conteúdo proteico de fetos suínos.....	17
Figura 6 – Reservas energéticas ao nascimento e necessidades energéticas em ambiente de termo-neutralidade e inferior à termo-neutralidade de leitão com 1kg de peso vivo.....	32
Figura 7 – Relação entre a ingestão de colostro, a produção de calor e a temperatura rectal de leitões.....	34
Figura 8 – Quociente respiratório do leitão recém-nascido relativamente à idade e temperatura ambiente.....	35
Figura 9 – Vias de secreção dos elementos do colostro e leite.....	37
Figura 10 – Valores e evolução das percentagens de matéria seca no colostro de porca.	40
Figura 11 – Valores e evolução das percentagens de proteína no colostro de porca.....	41
Figura 12 – Valores e evolução das percentagens de lípidos no colostro de porca.....	43
Figura 13 – Valores e evolução das percentagens de lactose do colostro de porca.....	44
Figura 14 – Variações das concentrações de imunoglobulinas durante a lactação da porca.....	48
Figura 15 – Evolução dos teores de imunoglobulina G (IgG) no colostro de porca.....	49
Figura 16 – Esquema representativo do transporte intestinal das imunoglobulinas.....	57
Componente Experimental	
Figura 17 – Porca alentejana e respectiva ninhada numa jaula de parto da exploração E.....	67
Figura 18 – Comedouro para alimentação de pré-iniciação dos leitões na exploração E.	67

Figura 19 – Cabana de parto/abrigo na exploração E.....	67
Figura 20 – Jaula de parto e ninho na exploração privada Pa.....	68
Figura 21 – Cella de gestação na exploração Pm.....	69
Figura 22 – Porca C e respectiva ninhada na exploração Pm.....	69
Figura 23 – Pesagem de um leitão AL.....	75
Figura 24 – Pesagem de um leitão C.....	75
Figura 25 – Medição da espessura da gordura dorsal no ponto P2 numa porca AL.....	75
Figura 26 – Imagem ecográfica da gordura subcutânea dorsal e musculo <i>Longissimus dorsi</i> para medição da EGD.....	75
Figura 27 – Taxas de mortalidade entre o nascimento e os 21 dias (acumulada e por períodos de tempo) nas ninhadas AL e C.....	81
Figura 28 – Aspecto às 24h dum “clamp” colocado ao nascimento no cordão umbilical dum leitão AL.....	90
Figura 29 – Centrífuga com amostras de sangue antes da centrifugação.....	90
Figura 30 – Espectrofotómetro e amostras analisadas para determinação da glucose plasmática.....	92
Figura 31 – Concentrações plasmáticas de glucose (mg/ml) ao nascimento de leitões AL e C (valores ajustados para o intervalo de tempo entre o nascimento e o início do parto).....	97
Figura 32 – Concentrações plasmáticas de albumina (mg/ml) ao nascimento de leitões AL e C.....	98
Figura 33 – Medição da temperatura rectal num leitão AL.....	104
Figura 34 –Relação entre a produção de colostro pelas porcas Alentejanas (AL) e porcas de genótipo convencional (C) e o tamanho da ninhada às 24h.....	105
Figura 35 – Relação entre o peso ao nascimento e a ingestão de colostro nos leitões Alentejanos (AL) e nos leitões cruzados de genótipo convencional (C).....	107
Figura 36 – Relação entre a ordem de nascimento, o peso ao nascimento e a ingestão de colostro dos leitões Alentejanos (AL) e cruzados de genótipo convencional (C). A ordem de nascimento está expressa relativamente à duração total do parto.....	108

Figura 37 – Relação entre a produção de colostro pelas porcas e o ganho de peso das ninhadas entre o nascimento e os 21 dias de idade em suínos Alentejanos (AL) e dum genótipo convencional (Large-White x Landrace, C).....	109
Figuras 38, 39 e 40 – Ordenha manual de porcas AL e porca C.....	114
Figura 41 – Filtragem e acondicionamento de amostras de colostro/leite em frascos de 50ml.....	114
Figura 42 – Acondicionamento de amostra de colostro/leite em “ependorfs”.....	114
Figura 43 – Colheita de sangue num leitão AL.....	115
Figura 44 – Colheita de sangue num leitão C.....	115
Figura 45 – Enchimento dos poços das placas.....	116
Figura 46 – Detalhe do enchimento dos poços das placas.....	116
Figura 47 – Placas após incubação com enzima e substrato.....	116
Figura 48 – Placas com reacção parcialmente interrompida.....	116
Figura 49 – Placas com reacção interrompida com o ácido.....	116
Figura 50 – Leitura final das placas de ELISA.....	116
Figura 51 – Evolução das concentrações de IgG no colostro (least-square means±standard deviation) de porcas Alentejanas (AL) e porcas dum genótipo convencional (Large-White x Landrace, C), durante as primeiras 36h após o nascimento do primeiro leitão.....	120
Figura 52 – Relação entre as concentrações séricas de IgG aos 2 dias (IgG2) e aos 28 dias de idade (IgG28) nos leitões Alentejanos (AL) e cruzados de genótipo convencional (C).....	122
Figura 53 – Relação entre as concentrações séricas de IgG aos 2 dias de idade (IgG2) e a ingestão de colostro de leitões Alentejanos (AL) e leitões cruzados dum genótipo convencional (C).....	122
Figura 54 – Relação entre as concentrações séricas de IgG aos 2 dias de idade (IgG2) e a ordem de nascimento dos leitões ao longo do parto (expressa em percentagem de tempo desde o início do parto) de leitões Alentejanos (AL) e leitões cruzados dum genótipo convencional (C).....	123
Figura 55 – Percentagem diária acumulada da taxa de mortalidade de leitões AL e C desde o nascimento até aos 21 dias.....	130
Figura 56 – Efeito da ordem de nascimento na mortalidade dos leitões desde o nascimento até aos 21 dias.....	135

LISTA DE ABREVIATURAS

ADN – Ácido desoxirribonucleico
AL – Raça suína Alentejana
ALE – Porcas de raça Alentejana da exploração experimental
ALPa – Porcas de raça Alentejana da exploração privada
ANCOVA – Análise(s) de co-variância
ANOVA – Análise(s) de variância
ARN – Ácido ribonucleico
ATP – Adenosina tri-fosfato
BSA – Albumina sérica bovina
C – Porcas ou leitões cruzados de Large-White x Landrace
CE – Porcas de genótipo convencional da exploração experimental
CINZ - Cinzas
CLA - Ácido linoleico conjugado
CPm – Porcas de genótipo convencional da exploração privada
CV - Coeficiente de variação
D – Leitões desmamados
DGEST - Duração da gestação
DTR - Diferença de temperatura rectal entre o nascimento e a 1h de idade.
Du – Raça suína Duroc
E – Exploração experimental da Mitra (UEvora)
ED – Energia digestível
EGD - Espessura da gordura subcutânea dorsal
EGF - Epidermal growth factor
G6-Pase – Enzima glucose-6-fosfatase
GEE – Equações de estimação generalizadas
GLM – General linear model
GMD – Ganho médio diário
GP24H - Ganho de peso entre o nascimento e as 24h, ou a morte se anterior
GP24HR - Ganho de peso relativo (ganho de peso entre o nascimento e as 24h, ou a morte se anterior, por kg de peso ao nascimento)
IB – Raça suína Ibérica
ICOL – Ingestão de colostro
ICOLR – Ingestão relativa de colostro (ingestão de colostro por kg de peso ao nascimento)
Idf - Intervalo desmame-fecundação
Ig's – Imunoglobulinas
IgA – Imunoglobulina A
IGF-1 - Insuline-Like Growth Factor – 1
IgG – Imunoglobulina G
IgG2 – Concentrações séricas de IgG aos 2 dias de idade
IgG28 – Concentrações séricas de IgG aos 28 dias de idade
IgM – Imunoglobulina M
INE - Instituto Nacional de Estatística
INRA - Institut National de Recherches Agronomiques (França)
L - Duração da lactação
LD – Músculo *Longissimus dorsi*
LIP – Lípido(s)
LR – Raça suína Landrace

LW – Raça suína Large-White
MS – Matéria seca
NOP – Número de ordem de parto
NT – Leitões nascidos totais
NV – Leitões nascidos vivos
ON – Ordem de nascimento (expressa em percentagem de tempo desde o início do parto)
P24H – Peso do leitão às 24h de idade
Pa – Exploração privada de suínos Alentejanos
PB – Proteína bruta
PCOL – Produção de colostro
Pi – Raça suína Piétrain
Pm – Exploração privada de suínos Large-White x Landrace
PN – Peso do leitão ao nascimento
Pn – Produtividade numérica (número de leitões desmamados por porca ano⁻¹)
PNR - Peso relativo ao nascimento (diferença entre o peso ao nascimento do leitão e a média de pesos ao nascimento na sua ninhada)
PROT – Proteína(s)
PV – Peso vivo
PVC - Cloreto de polivinila
QR - Quociente respiratório
SEX - Sexo dos leitões
SPF - Specific Pathogen Free
SPSS – Statistical package for social sciences
T24H – Temperatura rectal às 24h de idade
TBS - Tris Buffered Saline
tF - Taxa de fertilização dos óvulos
Tm - Taxa de mortalidade dos leitões entre o nascimento e o desmame
TMB - 3,3',5,5' tetramethylbenzidin liquid substrate
Tme - Taxa de mortalidade embrionária e fetal
TNNV - Tamanho da ninhada (nascidos vivos=
To - Taxa de ovulação
Tp – Taxa de prolificidade
TR – Temperatura rectal
UI – Unidade Internacional
UMR-SENAH - Unité Mixte de Recherche Systèmes d'Elevage, Nutrition et Alimentation Humaine
UNIAPRA - União das Associações de Criadores do Porco de Raça Alentejana
WSW - Weigh-suck-weigh

Apresentações e publicações no âmbito da tese

Apresentações

Charneca, R. (2005). Estudo para a Avaliação de Parâmetros Reprodutivos na Raça Suína Alentejana (Prolificidade e Sobrevivência dos Leitões). Jornadas do Departamento de Zootecnia, 19 e 20 de Outubro, Pólo da Mitra, Valverde. (comunicação oral).

Charneca, R.; Silva, A.R.; Colaço, A.; Zambujo, S.; Nunes, J. T.L. e Le Dividich, J. (2006). Estudo da mortalidade entre o nascimento e o desmame em leitões de raça alentejana e leitões cruzados (LW x (LW x LR)). XVI Congresso de Zootecnia, 1-4 Novembro, Escola Superior Agrária - Castelo Branco. Portugal. (comunicação oral).

Charneca, R.; Silva, A.R.; Colaço, A.; Zambujo, S.; Vila-Viçosa, M.J. e Nunes, J. T.L. (2006). Estudo comparativo de parâmetros reprodutivos em porcas de raça alentejana e porcas LW x LR. XVI Congresso de Zootecnia, 1- 4 Novembro. Escola Superior Agrária - Castelo Branco, Portugal. (poster).

Charneca, R. e Tirapicos Nunes, J.L. (2007) – Contributo para o estudo da produtividade numérica em porcas de raça Alentejana. IV Jornadas da AEMVUE e VI Simpósio Internacional da Sociedade Portuguesa de Reprodução Animal. Universidade de Évora, 16-18 Março. Évora. Portugal. (comunicação oral).

Charneca, R.; Tirapicos Nunes, J.; Le Dividich, J (2007). Comparative study on colostrum production and colostrum composition in Alentejano Swine Breed and LWxLR sows - Preliminary results.. VIth International Symposium on the Mediterranean Pig. 11-13 October 2007 – Capo d’Orlando – Messina. Itália. (poster)

Publicações

Charneca, R.; Silva, A.R.; Colaço, A.; Zambujo, S.; Nunes, J.T.L. e Le Dividich, J. (2006). Estudo da mortalidade entre o nascimento e o desmame em leitões de raça

alentejana e leitões cruzados (LW x (LW x LR)). XVI Congresso de Zootecnia, 1-4 Novembro, Castelo Branco, CD-ROM: pp. 216-226.

Charneca, R.; Silva, A.R.; Colaço, A.; Zambujo, S.; Vila-Viçosa, M.J. e Nunes, J.T.L. (2006). Estudo comparativo de parâmetros reprodutivos em porcas de raça alentejana e porcas LW x LR. XVI Congresso de Zootecnia, 1-4 Novembro, Castelo Branco, CD-ROM: pp. 233-242.

Charneca, R.; Tirapicos Nunes, J. and Le Dividich, J. (2008). Comparative study on colostrum production and colostrum composition in Alentejano swine breed and LWxLR sows – preliminary results. Proc. 6th International Symposium on the Mediterranean Pig. Ed. Nanni Costa L, Zambonelli P, Russo V. October 11-13, 2007. Messina – Capo d’Orlando. Italy. pp. 429- 434. ISSN:2035-4088. Available on-line : <http://amsacta.cib.unibo.it/archive/00002513/>.

R. Charneca, J.L.T. Nunes and J. Le Dividich (2010). Body composition and blood parameters of newborn piglets from Alentejano and conventional (Large-White x Landrace) genotype. *Spanish Journal of Agricultural Research*. (aceite para publicação).

R. Charneca, J. Nunes and J. Le Dividich. Reproductive and productive traits of sows from Alentejano compared to sows Large-White x Landrace genotype. (submetido para publicação na Revista Portuguesa de Zootecnia).

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho só foi possível graças a diversas contribuições de várias pessoas e Instituições às quais pretendemos expressar o nosso enorme reconhecimento e gratidão.

Ao Professor Doutor José Luís Tirapicos Nunes por ter aceite a orientação científica deste trabalho, pelo auxílio e estímulo para a realização de todas as fases do mesmo e pela amizade cimentada ao longo de vários anos de trabalho em equipa.

Ao Dr. Jean Le Dividich desde logo pelo incentivo para a realização deste trabalho, por ter aceite ser co-orientador deste trabalho, pelos incontáveis conselhos, críticas e sugestões e pela amizade de vários anos.

Ao Professor Paulo Infante pelos ensinamentos e sugestões para as metodologias de análise estatística e pela disponibilidade para o esclarecimento das muitas questões colocadas ao longo da redacção desta tese.

À Doutora Laurianne Canario pela ajuda na realização de análises estatísticas do último capítulo experimental da tese.

Ao Eng. Claudino Matos pela sugestão de metodologias de análise estatística e por possibilitar a utilização do software SAS.

Ao Professor Alfredo Pereira pelas sugestões de análises estatísticas e pela revisão e críticas e sugestões da componente experimental da tese.

Ao Professor Amadeu Freitas pelas várias sugestões de trabalho, pela análise crítica da tese, pelo incentivo ao longo das várias fases do trabalho e pela amizade de vários anos.

Ao Professor Carlos Sinogas pela permissão de utilização do seu laboratório para a realização das análises por ELISA.

À Professora Manuela Morais e ao Laboratório da Água da Universidade de Évora pela permissão de utilização do leitor de placas de ELISA.

A todos os alunos de Engenharia Zootécnica e de Medicina Veterinária que auxiliaram nos trabalhos práticos de vigilância de partos, colheita de amostras e de dados. Pelo tempo e volume de trabalho efectuado queríamos fazer um agradecimento especial aos agora licenciados Ana Rita Santos, Alexandra Colaço, Susana Zambujo, Ana César, Andreia Fernandes, Sílvia Lopes, Mónica Godinho e Rui Barros.

À licenciada em Bioquímica Sónia Silva pela ajuda e colaboração na realização das análises por ELISA.

À técnica de laboratório Françoise Thomas (INRA) pela ajuda na realização de diferentes análises laboratoriais de vários estudos da tese.

À doutora Maria Viseu pela colaboração na realização dum pré-ensaio de determinação da IgG por imuno-difusão radial.

Ao Sr. Eliseu pela incansável ajuda aquando da vigilância dos partos e trabalhos de recolha de dados e amostras e pela amizade de vários anos.

Ao Eng. Cristóvão Gião Gomes pela colaboração na realização dos trabalhos com os animais. Este agradecimento estende-se a todo o pessoal auxiliar do Centro de Estudos e Experimentação da Mitra.

A todos os colegas do Departamento de Zootecnia e de Medicina Veterinária da Universidade de Évora pelos incentivos e apoios ao longo da realização de todas as etapas deste trabalho. Um agradecimento especial à Professora Maria José Vila-Viçosa, colega de grupo de trabalho, pela libertação de tarefas nas alturas de maior “aperto” de trabalho, pelo constante incentivo e pelo apoio e amizade de vários anos.

Aos proprietários, responsáveis técnicos e tratadores das duas explorações privadas utilizadas neste trabalho pela autorização e auxílio na recolha de dados e amostras.

À Fundação Eugénio de Almeida (FEA) pela bolsa de Doutoramento concedida que tornou possível a realização dos trabalhos desta tese.

Ao Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas (ICAAM) da Universidade de Évora pelo apoio monetário para a aquisição de alguns dos reagentes para as análises laboratoriais efectuadas.

Aos meus amigos e amigas pelo apoio e incentivo ao longo da realização de todos os trabalhos.

À minha família pelo constante incentivo, pela paciência e pelo tempo que lhes retirei no decurso desta longa saga.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Para os meus Pais, irmã, Lena, Rodrigo e Rita

INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

I – INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS GERAIS

A raça suína Alentejana, tal como a sua congénere Ibérica, é uma raça autóctone explorada, na maioria dos casos, num sistema extensivo, onde o aproveitamento dos recursos naturais renováveis tem uma importância preponderante. A elevada qualidade e valor económico dos seus produtos (carne e produtos transformados) têm conduzido, sobretudo nas últimas duas décadas, a um renovado interesse, quer dos criadores, quer dos consumidores dos dois países da Península Ibérica. Acresce ainda que as actividades de produção, transformação e comercialização são importantes factores de criação de riqueza e de fixação de populações, em zonas desfavorecidas dos dois países.

Comparativamente com genótipos convencionais utilizados em produção intensiva, estas raças suínas caracterizam-se, a nível reprodutivo, por terem uma baixa produtividade numérica (< 15 leitões desmamados por porca e por ano) devido, essencialmente, à sua baixa prolificidade (7-8 leitões por ninhada), elevada mortalidade dos leitões entre o nascimento e o desmame (> 20%) e por terem um longo período de aleitamento (tradicionalmente de 56 dias).

A melhoria da produtividade numérica na raça Alentejana é particularmente importante, porque o reduzido número de leitões desmamados afecta a rentabilidade de toda a fileira produtiva, uma vez que o preço por kg de cada animal abatido pode chegar ao dobro do verificado em suínos tipo “industrial”.

Após uma exaustiva busca bibliográfica sobre as raças Alentejana e Ibérica verificámos que a maioria da investigação científica realizada nas últimas décadas, por equipas portuguesas e/ou espanholas, incidia sobre fases avançadas da vida dos animais, produtos transformados e respectivas tecnologias de produção. Foi evidente a escassez e, em muitos casos, a ausência de informação quer sobre os parâmetros reprodutivos, quer sobre os parâmetros fisiológicos das porcas e de leitões numa fase inicial da vida. De facto, pouco ou nada se tem estudado acerca dos leitões recém-nascidos, da produção e qualidade do colostro e leite das porcas e outros factores que influenciam a sobrevivência dos leitões entre o nascimento e o desmame. Assim, a presente tese tem como objectivos gerais contribuir para o aumento do conhecimento científico acerca dos aspectos acima referidos.

II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

II.1 – O PORCO DE RAÇA ALENTEJANA

A raça Alentejana, a par de outras raças suínas autóctones de diversos países da orla mediterrânica tais como: Ibérica (Espanha), Casertana, Cinta Senese, Calabrese (Itália) é, normalmente, explorada em sistemas de produção substancialmente diferentes dos utilizados na produção suinícola intensiva “normalizada” que é responsável pela produção da maior parte da carne e produtos transformados para os consumidores europeus.

Muitas das produções de raças autóctones, incluindo a raça Alentejana, inserem-se num dos principais sistemas de produção suína extensiva designado “sistema tradicional agro-silvo-pastoril Mediterrânico” (Edwards, 2005). Este sistema envolve o pastoreio em regime extensivo onde aproveitam os recursos alimentares naturais fornecidos pelos bosques mediterrânicos. Esta condução alimentar não é de somenos nas características finais dos produtos transformados, conferindo-lhes também, por isso, alto valor económico e cultural. Tipicamente, todas as fases de produção têm lugar ao ar livre, por vezes em condições extremas quer do ponto de vista climático, quer nutricional. Estes animais atingem o seu peso de abate em idades avançadas, conferindo grande maturidade à carne produzida. Adicionalmente, a fase de acabamento tem lugar no Outono nos montados de sobro e azinho período durante o qual os animais convertem grandes quantidades dos frutos dessas árvores em gordura que depositam (Edwards, 2005). Estes depósitos de gordura intra e inter muscular e subcutânea são essenciais para as características particulares dos produtos transformados, conferindo-lhes qualidades organolépticas e dietéticas únicas.

Do ponto de vista ambiental, a suinicultura extensiva na Península Ibérica tem um papel importantíssimo na manutenção, em equilíbrio, do ecossistema montado. O aproveitamento de recursos renováveis permite a manutenção de uma fileira de produção durável e economicamente viável, que pode determinar a fixação de populações nos meios rurais, contrariando a tendência para a desertificação.

O porco Alentejano é, actualmente, produzido essencialmente nos distritos Alentejanos de Portalegre, Évora e Beja (figura 1). No entanto, existem alguns núcleos de reprodutores e/ou de engorda nos distritos limítrofes de Castelo Branco, Santarém, Setúbal e Faro, embora com pequena expressão ao nível do total de animais (União das Associações de Criadores do Porco de Raça Alentejana, UNIAPRA).

A raça suína Alentejana, outrora uma das raças com maior expressão a nível nacional, representando cerca de 50% do efectivo suínico nos anos cinquenta do século passado (Nunes, 1993) sofreu, a partir dessa altura, um acentuado declínio motivado por vários factores como: a modificação dos hábitos alimentares; a migração e emigração das populações das zonas rurais; a sazonalidade da produção ligada ao ciclo da montanha e problemas sanitários, destacando-se, entre eles, a Peste Suína Africana.



Figura 1 – Distribuição geográfica dos principais núcleos de reprodutores e/ou de engorda de porcos Alentejanos em Portugal.

Fonte: Elaboração própria com base em informações recolhidas junto da UNIAPRA.

A regressão dos efectivos da raça quase levou à extinção destes animais que, em 1984, apenas representavam 2% do total da população suína portuguesa (Ventura, 1986).

A partir de finais da década de 80 do século XX, inicia-se uma fase de recuperação da produção suína alentejana, numa perspectiva de fileira, com desenvolvimento de indústrias locais acompanhadas de estratégias comerciais adequadas. As acções de sensibilização, entretanto realizadas, junto dos consumidores, cada vez mais conscientes, acentuaram a procura de produtos de qualidade obtidos a partir destes animais criados em sistema de exploração natural. A mudança das políticas agrícolas da União Europeia e o aparecimento de protecções, através de Denominação de Origem Protegida (DOPs) e Indicação Geográfica Protegida (IGPs), para os produtos de qualidade certificados, com origem nestes animais (ex:

presunto de Barrancos DOP), proporcionaram também uma relação de confiança entre a fileira de produção e os consumidores que tem favorecido o crescimento deste segmento específico de mercado.

Segundo informações obtidas junto da UNIAPRA, o efectivo total de porcas reprodutoras da raça rondaria, em 2008, cerca de 10 mil animais. Confrontando este valor com o reportado nas Estatísticas Agrícolas 2008 pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) para o total de porcas reprodutoras em Portugal para o mesmo ano, de 303 mil, podemos estimar uma proporção de reprodutoras Alentejanas, no efectivo total nacional, representando cerca de 3,3%, um pequeno acréscimo relativamente aos 2% de 1984 acima referidos. No entanto, independentemente da sua proporção no efectivo nacional, parece-nos importante realçar a evolução dos efectivos nos últimos anos. De facto, analisando os dados disponibilizados pela UNIAPRA (2009) no seu site oficial, verifica-se um acréscimo excepcional quer do número anual de inscrições de fêmeas reprodutoras no livro genealógico definitivo, quer de registos de nascimento de leitões num período de tempo relativamente curto de cerca de 10 anos (Figura 2).

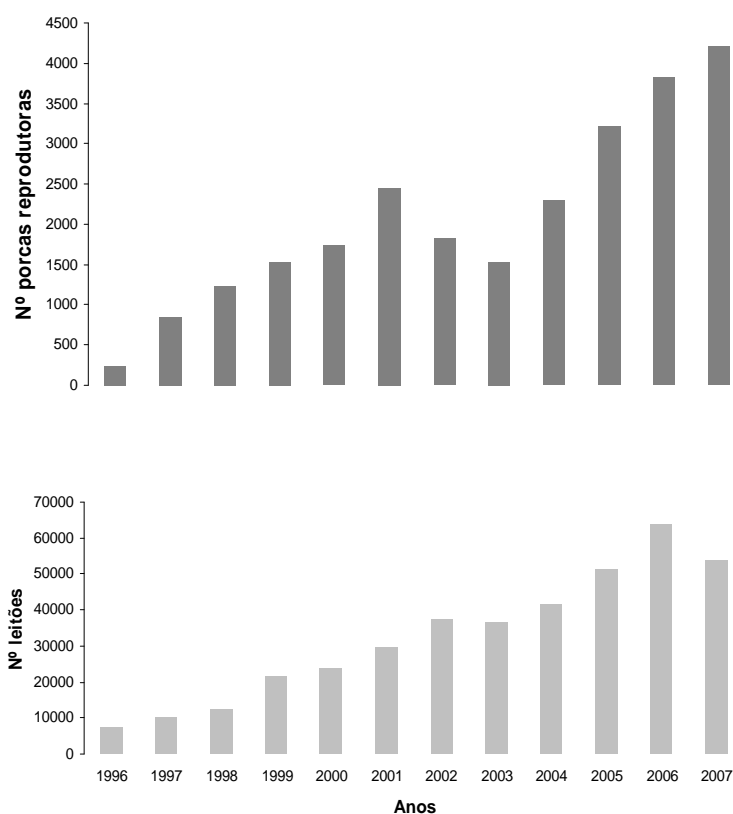


Figura 2 – Evolução dos registos de porcas reprodutoras no livro genealógico da raça Alentejana e dos registos de leitões no livro de nascimentos.

Fonte: UNIAPRA (www.uniapra.pt)

No que respeita às características da raça, descrições relativamente antigas de Póvoas Janeiro (1944, 1953) e Frazão (1965, 1984) referem que a principal qualidade da raça Alentejana é a sua rusticidade, expressa na resistência à deficiente alimentação, às longas marchas sobre o piso duro “...*animais rijos de pernas e unhas...*”, ao sol escaldante do Verão Alentejano e aos Invernos rigorosos, aproveitando de forma singular os recursos naturais que lhe permitem sobreviver em condições por vezes extremamente desfavoráveis. As principais características morfológicas e funcionais foram descritas por Povoas Janeiro (1944). Os suínos da raça Alentejana caracterizam-se ainda pelo seu temperamento vivo e pouco dócil.

Do ponto de vista reprodutivo e produtivo são de destacar na raça Alentejana e na sua congénere Ibérica e, comparativamente aos genótipos convencionais de produção intensiva, a menor duração de gestação (De Juana Sardón, 1954; Nunes, 1993), a baixa prolificidade (Nunes, 1993; Marques, 2001) e elevada mortalidade, entre o nascimento e o desmame (Marques *et al.*, 1996; Marques, 2001; Robledo *et al.*, 2008). Paralelamente são referidas, a sua baixa performance de crescimento (Freitas, 1998), baixa capacidade de deposição proteica (Nieto *et al.*, 2002) e a propensão para a deposição precoce de gordura (Freire *et al.*, 1998).

Globalmente na Península Ibérica, as comunidades científicas, portuguesa e espanhola, têm sido parte integrante do desenvolvimento da fileira do porco nativo da *Ibéria*. Em resultado de parcerias a vários níveis tem sido produzida, sobretudo desde os anos 80, uma grande quantidade de informação científica e tecnológica relativa quer à produção dos animais, quer à transformação dos seus produtos. No entanto, grande parte dessas investigações incidiram sobretudo sobre as fases pós-desmame, nomeadamente aspectos relacionados com a nutrição (da recria ao acabamento), a composição das carcaças, o peso óptimo de abate, etc, e, ainda, sobre a parte tecnológica da transformação dos produtos.

O estudo de outras características como a aptidão maternal das porcas (incluindo a quantidade e qualidade do colostro e leite produzidos), a caracterização dos leitões recém-nascidos ou a fisiologia neonatal dos leitões, que afectam directamente a produtividade dos animais destas raças, têm sido, no entanto, considerados menos prioritários, pese embora a importância indiscutível da informação, científica e técnica destas.

II.2 – REPRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE NUMÉRICA DA PORCA

2.1 – Gestação na porca

A gestação é um parâmetro reprodutivo a considerar no âmbito da presente tese dado que, uma parte importante do ganho de maturidade dos leitões ocorre durante os últimos dias desta (Hakkarainen, 1975; Rydhmer *et al.*, 2008). Segundo Okai *et al.* (1978) o fígado e a constituição de reservas vitais de energia sob a forma de glicogénio têm um aumento acelerado nas últimas 4 semanas de gestação. Também McPherson *et al.* (2004) reportaram um acelerado crescimento fetal a partir aproximadamente do 70º dia de gestação.

Atendendo à sua importância na maturação física e fisiológica dos leitões, gestações mais prolongadas têm sido associadas a leitões com: maior peso (Omtvedt *et al.*, 1965; Rydhmer *et al.* 2008), maior vitalidade e viabilidade (Zaleski e Hacker, 1993) e maior maturidade ao nascimento (Zaleski e Hacker, 1993; Rydhmer *et al.* 2008) e, conseqüentemente, a uma maior probabilidade de sobrevivência (Aumaitre *et al.*, 1979; Rydhmer *et al.*, 2008) e maior crescimento pós-natal (Rydhmer *et al.*, 2008).

A nível genético, a duração da gestação apresenta valores de heritabilidade classificados de moderados a altos (Hanenberg *et al.*, 2001) sendo considerada alta, em comparação com outros parâmetros reprodutivos (Hanenberg *et al.*, 2001). Dentro do mesmo genótipo, a duração da gestação varia muito pouco. Nos estudos de Rydhmer *et al.* (2008) e de Hanenberg *et al.* (2001), o coeficiente de variação da duração de gestação em suínos foi apenas de 1%, valor inferior ao observado noutras espécies (2% nos bovinos - Hansen *et al.*, 2004; 3% para equinos e humanos – Valera *et al.*, 2006; Knight *et al.*, 2005).

Em genótipos convencionais de produção intensiva, a duração média da gestação é de 114 a 115 dias (Van Dijk *et al.*, 2005; Sasaki e Koketsu, 2007; Canario *et al.*, 2008; Baxter *et al.*, 2009), enquanto que para as raças Alentejana e Ibérica são reportados valores inferiores, de 111,5 (Nunes, 1993), de 111,2 a 112,9 (De Juana Sardon, 1954) e ainda de 112,6 para porcas cruzadas Ibéricas x Meishan (Casellas *et al.*, 2008).

O único factor que parece poder influenciar significativamente a duração da gestação é o tamanho da ninhada que tem, segundo diversos autores (Aumaitre *et al.*, 1979; Sasaki e Koketsu, 2007; Rydhmer *et al.* 2008), uma relação inversa com a duração da gestação, provavelmente causada pelos elevados níveis de cortisol fetal que chegam ao útero (Dziuk, 1991 citado por van Dijk *et al.*, 2005), pese embora o papel deste no desencadear do parto nos suínos permaneça controverso (Silver e Fowden, 1989 e Randall *et al.*, 1990 citados por van Dijk *et al.*, 2005).

Atendendo ao baixo coeficiente de variação da duração da gestação nos suínos é de realçar, portanto, que as raças Alentejana e Ibérica apresentem uma gestação 3 a 4 dias mais curta que outros génotipos suínos, apesar de apresentarem, simultaneamente, uma menor prolificidade.

2.2 Parto na porca

Tal como noutras espécies, o parto na porca traduz-se por grandes alterações a nível endócrino, anatómico e comportamental, recentemente revistas por Algiers e Uvnäs-Moberg (2007) e Taverne e Weijden (2008). A nível endócrino, falhas na sincronização das alterações hormonais, alterações endócrinas e valores hormonais anormais podem ter consequências nefastas para a sobrevivência dos leitões. Por exemplo, baixos níveis de relaxina (Cho *et al.*, 1998) ou baixos níveis de ocitocina (Castrén *et al.*, 1993) durante o parto levam a um aumento da duração deste e a maior incidência de nados-mortos. No que respeita ao comportamento, é de destacar que o nível de actividade das porcas (i.e. alterações de postura e posição) durante o parto e nas primeiras horas que o seguem, pode influenciar a mortalidade dos leitões, sendo que as porcas que apresentam menos actividade física durante e logo após o parto terão, naturalmente, menor tendência a esmagar alguma das suas crias (Lay *et al.*, 2002).

2.2.1 Duração do parto na porca

A duração do parto reveste-se de importância no que respeita ao estudo da mortalidade total de leitões, pois o seu aumento está positivamente relacionado com a ocorrência de mortes intra-partum e, conseqüentemente, com o aumento do número de nados-mortos (Canario *et al.*, 2006 a e b e 2007a). Em génotipos convencionais de produção intensiva como na raça Large-White (LW) e os seus cruzamentos, são relatadas por diversos autores (Rousseau *et al.*, 1998; Le Cozler *et al.*, 2002; Canario *et al.*, 2004, 2006a e b e 2009; Van Dijk *et al.*, 2005; Motsi *et al.*, 2006) valores de duração de parto entre os 130 e os 246 minutos. Numa amostra bastante limitada de apenas 7 porcas, a nossa equipa (Charneca, 2001) verificou uma duração média do parto em porcas Alentejanas de 127 minutos. Não nos foi possível encontrar nenhum outro valor para este parâmetro quer em suínos Ibéricos, quer noutras raças Mediterrânicas.

2.2.2 - Factores que influenciam a duração do parto

Para vários factores influenciadores da duração do parto na porca existem, na bibliografia disponível, observações contraditórias, reveladoras, eventualmente, das diferentes condições de experimentação. Assim, enquanto que van Rens e van der Lende (2004) e van Dijk *et al.* (2005) observaram uma relação negativa entre a duração da gestação e a duração do parto, Fahmy e Friend (1981) citados por van Dijk *et al.* (2005) e por van Rens e van der Lende (2004), relataram que essa relação é positiva. No que respeita ao tamanho da ninhada De Roth e Downie, (1976); Herpin e Le Dividich, (1998); van Rens e van der Lende, (2004); van Dijk *et al.*, (2005) e Dubroca *et al.*, (2006), reportaram haver uma relação directa e significativa do tamanho da ninhada total sobre a duração do parto que não foi, no entanto, observada por outros (Le Cozler *et al.*, 2000 citados por Le Dividich *et al.*, 2004; Wülbers-Mindermann *et al.*, 2002; Orgeur *et al.*, 2004; Motsi *et al.*, 2006). Saliente-se, no entanto, que Motsi *et al.*, (2006) observaram uma relação directa e significativa entre a duração do parto e o tamanho da ninhada nascida viva. No que respeita ao efeito do genótipo, Canario *et al.*, (2004), num estudo envolvendo 4 genótipos não observaram qualquer influência destes na duração do parto já van Dijk *et al.*, (2005) verificaram diferenças entre os genótipos estudados, mesmo após ajustamentos para o tamanho da ninhada. Nas porcas com maior número de ordem de parto (NOP) por apresentarem, normalmente, ninhadas maiores (Lucia Jr. *et al.*, 2002; Milligan *et al.*, 2002) e/ou por tenderem a apresentar uma diminuição do tónus uterino (Pejask, 1984), têm sido observados partos mais longos (Cronin *et al.*, 1993; Hoy e Lutter, 1995 citados por van Dijk *et al.*, 2005) embora noutros estudos tal não se tenha verificado (van Dijk *et al.*, 2005; Motsi *et al.*, 2006)

Existe ainda um conjunto alargado de outros factores que têm sido apontados como interferentes na duração do parto, por influenciarem, potencialmente, o intervalo entre nascimentos que é, em média, entre 15-20 minutos (Leenhouders *et al.*, 2001; Canario *et al.*, 2004, 2006b; Motsi *et al.*, 2006). Assim, destacamos: i) o peso dos leitões na ninhada (van Dijk *et al.*, 2005); ii) espessura da placenta (van Rens e van der Lende, 2004); iii) existência de leitões mortos intra-uterinamente (Zaleski e Hacker, 1993; Fraser *et al.*, 1997; van Dijk *et al.*, 2005; Motsi *et al.*, 2006); iv) a apresentação (posterior ou anterior) dos leitões ao nascimento (van Dijk *et al.*, 2005); v) a habituação ou não à presença de pessoas na vigiância dos partos (Andersen *et al.*, 2006).

2.3 - Produtividade numérica

A produtividade numérica (Pn) ou o número de leitões desmamados por porca e por ano é o indicador por excelência da eficiência reprodutiva nas explorações de suínos.

Os factores dos quais depende a Pn são a taxa de prolificidade (Tp - número de leitões nascidos vivos), a taxa de mortalidade dos leitões entre o nascimento e o desmame (Tm), a duração da gestação (DGEST), a duração da lactação (L) e o intervalo desmame-fecundação (Idf). A taxa de prolificidade, por sua vez, depende da taxa de ovulação (To), da taxa de fertilização dos óvulos (tF) e da taxa de mortalidade embrionária e fetal (Tme) (Legault, 1978).

Com base em vários relatórios institucionais (BPEX, 2008; DPPAR, 2008; IFIP-GTTT, 2009) verifica-se que, na produção intensiva de suínos, a produtividade numérica tem aumentado nos últimos anos. Por exemplo, os dados de França do IFIP-GTTT (2009), mostram que a Pn foi em 1978, 1988, 1998 e 2008 de 19,7; 21,9; 24,3 e 27,5; respectivamente, ou seja, nos últimos 30 anos verificou-se um aumento de cerca de 8 leitões desmamados por porca/ano. Esses valores reflectem certamente os avanços, entretanto verificados, ao nível genético, no manejo e nas instalações, mas vários são os autores que apresentam esses ganhos como essencialmente suportados pelo aumento do número total de leitões nascidos (Edwards, 2002; Tribout *et al.*, 2003) ou pelo aumento do número de leitões nascidos vivos por ninhada (Tribout *et al.*, 2003) e não por uma diminuição concomitante da mortalidade dos leitões, que se tem mantido relativamente constante ou até, em muitos casos, aumentado (Herpin e Le Dividich, 1998; Edwards, 2002; Tribout *et al.*, 2003; Le Dividich e Rooke, 2006).

A Pn na raça Alentejana situa-se geralmente entre os 10 a 14 leitões (Nunes, 1993), valor resultado da conjugação de factores como a baixa prolificidade, a alta taxa de mortalidade durante a amamentação e longa duração da lactação. Não nos foi possível encontrar informação acerca duma possível evolução da Pn nesta raça nos últimos anos.

A duração da lactação, nas explorações comerciais intensivas europeias actuais estabilizou em torno das 3 - 4 semanas (BPEX, 2008; IFIP-GTTT, 2009) por razões ligadas à fisiologia reprodutiva da espécie e a regulamentações da Comunidade/União Europeia. No que respeita à raça Alentejana, o desmame tradicional acontecia cerca dos dois meses (56 dias) mas é admissível que actualmente, e com melhorias entretanto verificadas no manejo alimentar quer das porcas quer dos leitões, o desmame aconteça mais cedo em muito casos (Tirapicos Nunes, comunicação pessoal).

No quadro 1 são apresentados alguns valores de leitões nascidos totais e nascidos vivos por ninhada reportados por trabalhos de investigação e por relatórios institucionais.

Quadro 1. Número de leitões nascidos totais (NT), nascidos vivos (NV) e desmamados (D) por ninhada, em diferentes genótipos.

Fonte	GEN	NT	NV	D	Observações
Dobao <i>et al.</i> (1983)	IB	8,1	-	6,1	D - vivos às 3 semanas
Dobao <i>et al.</i> (1988)	IB	7,2 - 8,4	7,0- 8,0	6,7	De acordo com o NOP e a exploração
Vázquez <i>et al.</i> (1994)	IB	8,0 – 9,5	7,3 – 8,5	-	De acordo o NOP
Marques (2001)	AL	7,4	7,3	5,9	NT-1131 ninhadas NV- 1128 ninhadas D - 1062 ninhadas
Prieto <i>et al.</i> (2005)	IB	9,2 8,9	7,9 7,7	6,5 6,7	Intensivo Extensivo
Fernández <i>et al.</i> (2008a,b)	IB	-	6,2 – 8,0	-	De acordo o NOP
Gallo e Buttazzoni (2008)	Vários	6,6 – 7,4	6,1 – 7,1	5,0 6,2	Valores extremos para várias raças autóctones Italianas
Var. Mediterrânicas	-	6,6 – 9,5	6,1 – 8,5	5,0-6,7	-
Média Mediterrânicas	-	8,1	7,4	6,2	-
Quiniou <i>et al.</i> (2005)	LWxLR	13,8–13,9	12,8–13,1	11,2	
Canario <i>et al.</i> (2006b)	LW	14,2	13,1	-	
Motsi <i>et al.</i> (2006)	LWxLR	11,6	10,8	-	
Canario <i>et al.</i> (2007d)	LW	12,2 - 14,6	-	-	
BPEX (2008)	Vários	-	11,1	9,7	Produção no Reino Unido (2007)
Cerisuelo <i>et al.</i> (2008)	LRxLW	-	11,0–11,9	-	
BDporc (2009)	Vários	12,4	11,4	10	Produção em Espanha (2008)
ITIP-GTTT (2009)	Vários	14,0	12,9	11,2	Produção em França (2008)
Var. Convencionais	-	11,6–14,6	10,8–13,1	9,7-11,2	
Média Convencionais	-	13,3	12,0	10,5	

GEN – Genótipo; LW – Large-White; LR – Landrace; AL – Alentejana; IB – Ibérica; NOP – Número de ordem de parto das porcas; Var. – Mínimo e máximo.

Da análise da informação disponível acerca da fisiologia da reprodução e da produtividade numérica dos suínos, salienta-se a escassez de informação científica sobre a raça suína alentejana ou para outras raças do tipo Mediterrânico.

II.3 – MORTALIDADE DOS LEITÕES: FACTOR LIMITANTE DA PRODUTIVIDADE

3.1 – Enquadramento geral da mortalidade dos leitões

De acordo com as fontes consultadas a mortalidade total, ou seja, considerando os leitões mumificados, nados-mortos e os leitões nados vivos que morrem durante o período de amamentação, tem-se mantido constante ou aumentado nos últimos anos. No quadro 2 são apresentados alguns valores de referência reportados, quer por artigos de investigação, quer em relatórios de instituições. Salienta-se ainda o facto de algumas das fontes consultadas (Le Dividich e Rooke, 2006; IFIP-GTTT, 2009) relatarem também uma tendência de aumento da mortalidade total nos últimos anos.

Quadro 2. Taxa de mortalidade global de leitões

Fonte	Genótipo	Taxa de mortalidade (%)	Observações
Edwards (2002)	Vários	18	Valores extrapolados de gráfico (dados do Reino Unido).
Le Dividich e Rooke (2006)	Vários	17-18 vs 21-23	Dados de França e Dinamarca. 1995 vs 2004.
Baxter <i>et al.</i> (2008)	LR x LW	16,3	
Baxter <i>et al.</i> (2009)	LWxLRxDu	19,4	Em sistema outdoor
Bdporc (2009)	Vários	16,86	Espanha em 2007 (CV 35,7%)
ITIP-GTTT (2009)	Vários	18,2 – 20,2	França em 1998 e 2008, respectivamente.

LW – Large-White; LR – Landrace; Du - Duroc

A mortalidade dos leitões constitui um problema para a produção suína, quer sob o ponto de vista económico (Crooks *et al.*, 1993), quer sob aspectos ligados ao bem-estar animal e à imagem da produção junto dos consumidores, que conduzem a questões éticas problemáticas e, pode ainda constituir um “fardo” emocional sério para o suinicultor (Le Dividich e Rooke, 2006; Baxter *et al.*, 2008). Em 2005, Voisin quantificou o número de leitões mortos na Europa (dos 15) por ano em cerca de 52 milhões de animais, dos quais cerca de 40 milhões eram leitões nascidos vivos, salientando também que estes números eram inaceitáveis.

3.2 - Leitões mumificados

A mumificação é um processo que ocorre em leitões mortos intra-uterinamente após o início da solidificação do esqueleto, ocorrendo reabsorção de fluidos fetais e ficando as membranas dos leitões enrugadas e secas (Long, 2001).

Os valores de leitões mumificados em número total e em percentagem dos nascidos variam entre 0,2 e 0,84 e entre 1,2% (Zaleski e Hacker, 1993) e 6,8% (Van der Lende e van Rens, 2003), respectivamente. A mumificação fetal tem sido associada à existência de doenças infecciosas (ex. parvovírus, Mengeling *et al.*, 2000), ao aumento do tamanho da ninhada e redução do espaço uterino por leitão (Wu *et al.*, 1988; Borges *et al.*, 2005), ao número de ordem de parto (Borges *et al.*, 2005 verificaram maior incidência de múmias em porcas primíparas e porcas com mais que 5 partos, no entanto, não observada por Le Cozler *et al.*, 2002) e a outros factores como a temperatura ambiente e existência de micotoxinas (Borges *et al.*, 2005).

3.3 - Leitões nados-mortos

Consideram-se leitões nados-mortos, os leitões que são aparentemente normais mas que morrem um pouco antes ou durante o parto (Christianson, 1992 e Dial *et al.*, 1992 citados por Lúcia Jr. *et al.*, 2002 e por Canario, 2006). Os leitões nados-mortos são muitas vezes mal diagnosticados pois é difícil distinguir apenas por sinais externos os verdadeiros nados-mortos e aqueles leitões que morrem pouco tempo depois do nascimento (Le Dividich e Rooke, 2006). Num estudo de Edwards *et al.*, (1994), 42% dos leitões que pareciam ser nados-mortos foram subsequentemente provados como nascidos vivos.

O número e percentagem de leitões nados-mortos referidos na bibliografia apresentam uma tendência de manutenção (Bedrijfsvergelijking Siva-produkten, 1997 citado por Leenhouders *et al.*, 1999) ou para aumentar (Tribout *et al.*, 2003). Segundo várias fontes consultadas (Leenhouders *et al.*, 1999 e 2003; Borges *et al.*, 2005; Damm *et al.*, 2005; Canario *et al.*, 2006b; Mesa *et al.*, 2006; Motsi *et al.*, 2006; Canario *et al.*, 2007a, c e d; Canario *et al.*, 2008; Cerisuelo *et al.*, 2008; Canario *et al.*, 2009) o número médio de nados-mortos por ninhada variou entre os 0,3 e 1,48 enquanto que percentualmente (em relação aos nascidos totais) variou entre 3,0% e 10,4%. A incidência de nados-mortos é importante, pois além de poderem constituir cerca de 40 a 48% da mortalidade total (Le Dividich e Rooke, 2006), há relatos que esta pode estar relacionada positivamente com a mortalidade até ao desmame dos leitões nascidos vivos (Leenhouders *et al.*, 1999).

Cronologicamente a morte dos leitões pode ocorrer pré-parto ou intra-parto (Le Dividich e Rooke 2006) sendo que a esmagadora maioria (entre 65 a 90%) resultam de mortes intra-parto (Leenhouders *et al.*, 2003; Le Dividich e Rooke, 2006).

A principal causa de morte de leitões durante o parto é a asfixia (Le Dividich e Rooke, 2006; English e Morrison, 1984) resultado da oclusão, dano ou mesmo ruptura do cordão

umbilical ou “desligamento” prematuro da placenta (Le Dividich e Rooke, 2006). O grau e o número de leitões afectados por essa asfixia dependem da duração do parto e da ordem de nascimento, tendo sido observada maior incidência de nados-mortos em partos mais prolongados (Lucia Jr. *et al.*, 2002; Borges *et al.*, 2005) e nos últimos leitões nascidos intra-ninhada (Zaleski e Hacker, 1993; Borges *et al.*, 2005; Baxter *et al.*, 2008). Assim, a duração do parto e todos os factores que a podem influenciar também influenciarão a incidência de nados-mortos. Independentemente da ordem de nascimento, os leitões mais leves, dentro de cada ninhada, apresentam um maior risco de virem a ser nados-mortos, no entanto, parece não haver um peso, abaixo do qual, se incrementa a probabilidade de nados-mortos (Leenhouders *et al.*, 1999). Assim, como ninhadas maiores estão associadas a maior número de leitões mais leves ao nascimento (Quiniou *et al.*, 2002) existiria nestas um maior risco de aparecimento de nados-mortos.

Uma das particularidades deste parâmetro é que pode ser melhorado pela vigilância dos partos. O fornecimento de assistência aos leitões como por exemplo a remoção dos invólucros placentários para prevenir sufocação, secagem e massagem para prevenir hipotermia e estimular circulação sanguínea, extracção manual de leitões em caso de intervalo entre nascimentos prolongado, entre outras, são meios eficientes de melhorar a sobrevivência (Le Cozler *et al.*, 2002; Le Dividich e Rooke, 2006). A importância da assistência aos partos e dos cuidados aos leitões foi ainda realçada por outros autores (Holyoake *et al.*, 1995; White *et al.*, 1996; Mesa *et al.*, 2006). Assim, o risco de incidência de nados-mortos pode ser diferente de país para país, reflectindo, eventualmente, as diferenças na relação porca/pessoal, atribuíveis às diferenças no custo da mão-de-obra (Holyoake *et al.*, 1995).

3.4 - Mortalidade dos leitões nascidos vivos

A taxa de mortalidade dos leitões entre o nascimento e o desmame é um dos factores que pode influenciar em maior grau a produtividade numérica das porcas (Pn). De facto, segundo Legault (1978, 1979) a prolificidade em conjunto com a taxa de mortalidade dos leitões entre o nascimento e o desmame explicam entre 63% a 74% da variação da Pn.

3.4.1 – Valores e evolução

No quadro 3 são apresentados alguns dos valores institucionais e de estudos científicos da taxa de mortalidade dos leitões nascidos vivos, no período entre o nascimento e o desmame. Realçam-se os elevados valores nas raças do tipo Mediterrânico.

Quadro 3. Taxas de mortalidade entre o nascimento e o desmame dos leitões nascidos vivos.

Fonte	Genótipo	TAXA DE MORTALIDADE (%)	Observações
Genótipos “tipo” Mediterrânico			
Marques <i>et al.</i> (1996)	AL	24	Entre 20 e 28% segundo estação do ano
Cosentino <i>et al.</i> (2003)	Calabrese	19,9	Até ao desmame (não especificado o dia)
González <i>et al.</i> (2008)	IB	27,9 – 35,7 – 22,5 20,0 – 22,9 – 19,6	Sistemas: intensivo – tradicional (malhadas) – camping. No Outono vs Primavera.
Robledo <i>et al.</i> (2008)	IB	24,0 – 29,3 – 21,0	Sistemas: intensivo – tradicional (malhadas) – camping.
Genótipos convencionais de produção intensiva			
Cariolet <i>et al.</i> (2004)	LW	8,7 – 17	Valores extremos entre os anos 1995 e 2003
Casellas <i>et al.</i> (2005)	LRxLW	14,4	-
Baxter <i>et al.</i> (2008)	LRxLW	11,9	Em sistema indoor
Bouquet <i>et al.</i> (2006)	LR	12,6	Em 1282 ninhadas.
BPEX (2008)	Vários	10,6 (2003) 12,61 (2007)	Na produção comercial no Reino Unido
BPEX (2008)	Vários	12,9	Média UE (2006)
DPPAR (2008)	Vários	14,4 (2005) 14,0 (2007)	Na produção comercial na Dinamarca*
Baxter <i>et al.</i> (2009)	LWxLRxDu	14,3	Em sistema outdoor
BDporc (2009)	Vários	11,5 (2008)	Na produção comercial em Espanha*
IFIP-GTTT (2009)	Vários	13,0 (1998) 13,7 (2008)	Na produção comercial em França
Outros genótipos			
Bidanel <i>et al.</i> (1990)	Meishan	Não apresentada	Mais de 5% inferior à observada na raça Large-White

*Valores extrapolados dos nascidos vivos e desmamados; LW – Large-White; LR – Landrace; D – Duroc; AL – Alentejana; IB - Ibérica

3.4.2 - Cronologia da mortalidade

Os primeiros dias após o nascimento são fulcrais para a sobrevivência dos leitões. Nos estudos de Casellas *et al.* (2004a) e Marchant *et al.* (2000), as perdas nas primeiras 24h representavam 49,6% e 62% respectivamente das perdas totais. Outros estudos consultados reportam que as perdas de leitões nascidos vivos durante a amamentação ocorrem maioritariamente nos primeiros 2 a 4 dias após o parto (Dyck e Swierstra, 1987 - 61,5% até dia 4; Edwards *et al.*, 1994 - 86 % até dia 2; Roehle e Kalm, 2000 - mais de 60% das mortes até ao dia 3 e mais de 80% das mortes durante a primeira semana) diminuindo durante o restante período de amamentação.

3.4.3 - Causas de mortalidade dos leitões nascidos vivos

De acordo com um estudo/inquérito realizado no Reino Unido (Easicare, 1995 citado por Edwards, 2002) o esmagamento pela porca é a principal causa de morte dos leitões nascidos vivos. No entanto, e tal como é salientado por Edwards (2002), a análise deste resultado obtido neste tipo de inquéritos deve ser bastante cautelosa. O primeiro problema reside na fiabilidade dos diagnósticos das causas de mortalidade ao nível das explorações. Em estudos onde as atribuições de causas de morte indicadas pelo pessoal das explorações foram comparadas com análises *post-mortem* detalhadas, foram evidenciados muitos erros de diagnóstico (Edwards, 2002). Também Vaillancourt *et al.*, 1990 (citados por Edwards, 2002) verificaram uma sobre-estimativa do esmagamento como causa de morte. Um segundo problema da correcta interpretação desses dados reside na compreensão cronológica dos eventos. O que é registado como causa final de morte pode apenas ser o acto final de uma cadeia de eventos, iniciado por outro factor causal como esquematizado na figura 3.

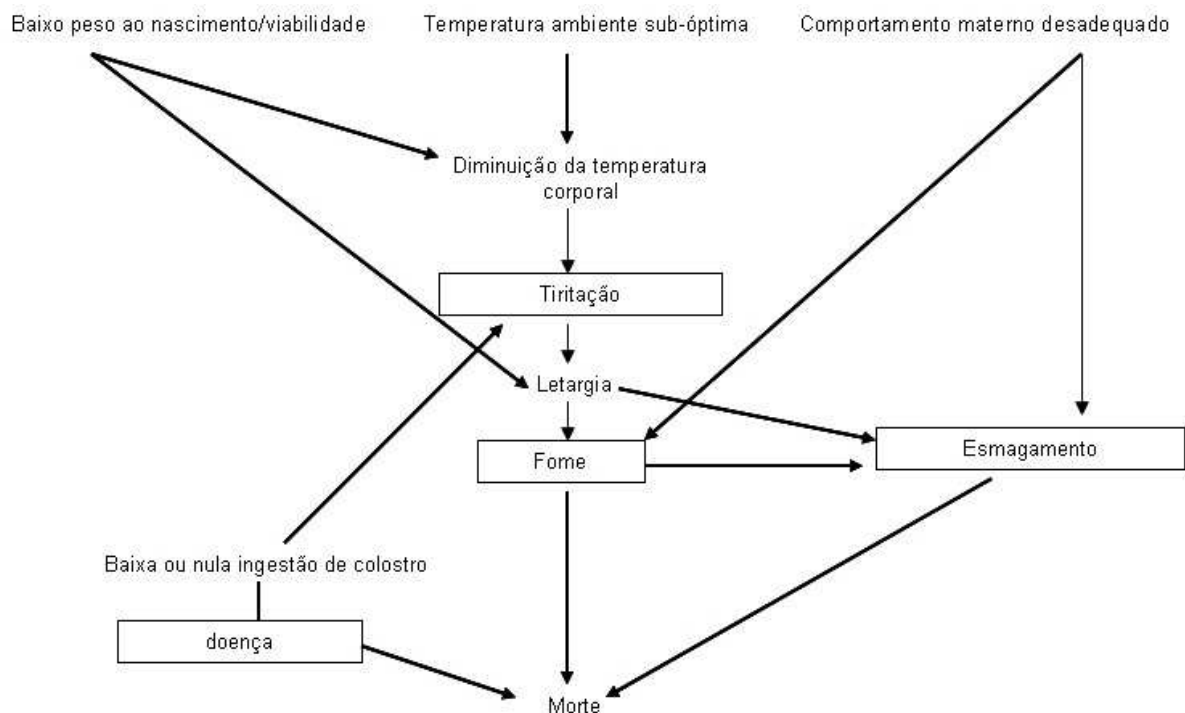


Figura 3 – Eventos interactivos que ocorrem no complexo hipotermia-fome-esmagamento (Modificado de Edwards, 2002).

Os leitões mal nutridos passam mais tempo junto da porca e, conseqüentemente, na zona de risco de esmagamento (Weary *et al.*, 1996). Além disso estas situações de fome são, muitas vezes, secundárias e/ou interactivas com os efeitos da hipotermia neonatal que faz com

que os leitões fiquem mais letárgicos (Stephens, 1971 citado por Edwards, 2002), menos competitivos no úbere e menos capazes de obter uma boa ingestão de colostro e, conseqüentemente, status imunitário (Kelley, 1982). Por outro lado, estes factores são influenciados pelo grau de hipóxia ao nascimento. Vários estudos reportam a influência do grau de hipóxia ao nascimento e a susceptibilidade para a morte nos primeiros dias de vida (English e Smith, 1975 citados por Edwards 2002 e Herpin *et al.*, 1996). Muitos destes factores foram objecto de uma revisão recente (Alonso-Spilsbury *et al.*, 2007).

A mortalidade até ao desmame dos leitões nascidos vivos é, portanto, multifactorial, pois apesar de ter maioritariamente como causa final o esmagamento pela porca, existe um conjunto alargado de causas subjacentes que conduzirão, na grande maioria dos casos à morte.

De entre estas, a ausência ou fraca ingestão de colostro tem sido apontada por diversos autores como sendo de particular importância. English (1969) citado por Edwards (2002) demonstrou que, embora muitos leitões fossem esmagados pela porca, tinham sido predispostos a isso, pela falha na ingestão regular e adequada de colostro. Portanto, a fome foi atribuída como causa primária (43%) das mortes, enquanto que o esmagamento de leitões saudáveis constituía apenas 18% (English e Smith, 1975 citados por Edwards, 2002). Também Damm *et al.* (2005) observaram que cerca de 72% dos leitões que morreram nos primeiros 4 dias após o parto não ingeriram colostro e Dick e Swierstra (1987) verificaram que apenas 6,3% dos leitões que morreram nos primeiros 3 dias apresentavam um aumento da massa corporal. Baxter *et al.* (2008 e 2009) verificaram que os leitões que morreram antes do desmame apresentaram uma variação de peso entre o nascimento e as 24h negativa (-9%) ou próxima de zero (0,58%), contrastando significativamente com o aumento de peso, de mais de 6,5%, nos leitões sobreviventes.

Como conclusão deste capítulo realçam-se então as seguintes ideias: i) a mortalidade dos leitões tem um peso relativo elevado na produtividade das explorações suinícolas e tem-se mantido relativamente constante ou aumentado nas últimas décadas, continuando, por isso, a ser um aspecto importante de estudo tendo em vista a produtividade e o bem-estar animal; ii) a mortalidade até ao desmame dos leitões nascidos vivos é multi-factorial, pois apesar de ter maioritariamente como causa final principal o esmagamento pela porca, existe um conjunto alargado de causas subjacentes; iii) é muito escassa a informação técnica ou científica acerca da mortalidade dos leitões de raças do tipo mediterrânico, incluindo a Alentejana sendo que, a que existe, revela taxas de mortalidade superiores às verificadas em genótipos convencionais nos sistemas intensivos de produção. Urge portanto conhecer melhor este parâmetro reprodutivo nesta raça autóctone e naturalmente conhecer melhor as suas causas e factores

predisponentes, no sentido de se encontrarem ferramentas práticas que possam conduzir à sua diminuição. Tanto mais, por esta raça apresentar uma taxa de prolificidade baixa.

II.4 – O LEITÃO RECÉM-NASCIDO

O leitão recém-nascido apresenta características particulares que podem influenciar o seu potencial de sobrevivência e de crescimento. De uma forma geral os suínos neonatos apresentam peso baixo e variável intra-ninhada, a superfície de exposição é elevada relativamente à massa corporal sendo baixas as reservas energéticas ao nascimento. Acresce ainda, que as características reprodutivas da espécie forçam os leitões recém-nascidos a competir com os irmãos pelo acesso ao alimento.

4.1. Antecedentes fetais

O crescimento e desenvolvimento dos fetos suínos e dos seus diferentes tecidos constituintes e órgãos não ocorrem de forma igual durante a gestação. No estudo de McPherson *et al.* (2004) é reportado um aumento de massa corporal dos fetos suínos segundo uma curva cúbica (figura 4). Os mesmos autores observaram que partir do dia 69 de gestação existe uma aceleração das taxas diárias de deposição de proteína (de 0,25g/d para 4,63g/d, figura 5) e lípidos (de 0,06g/d para 1,09g/d).

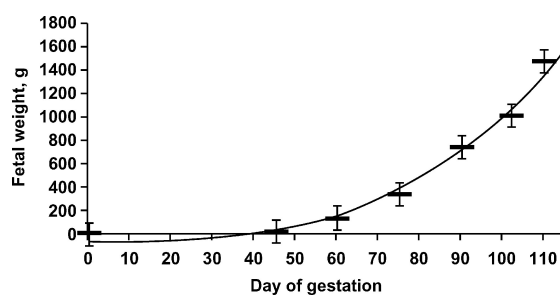


Figura 4 – Crescimento fetal de suínos
(McPherson *et al.*, 2004)

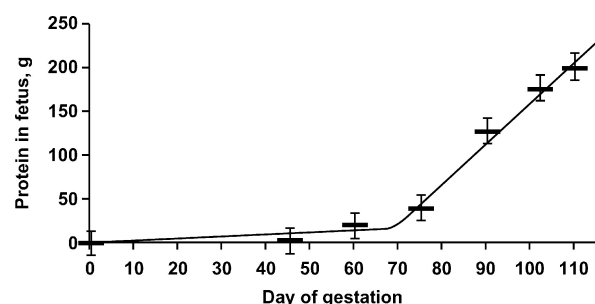


Figura 5 – Evolução do conteúdo proteico de fetos suínos
(McPherson *et al.*, 2004).

Segundo Hakkaraien (1975) o crescimento das células do fígado começa cerca das 6 semanas de idade fetal. No entanto, parece-nos de salientar o aumento de massa hepática em cerca de 15g entre os dias 102 e 110 de gestação (McPherson *et al.*, 2004). A constituição de reservas de glicogénio hepático tem lugar durante o desenvolvimento fetal e, embora se possa encontrar glicogénio no fígado desde o 44º dia de gestação, é apenas na fase final da gestação

que as concentrações e conteúdos totais de glicogénio hepático aumentam significativamente (últimas 4 semanas, Okai *et al.*, 1978; entre os dias 100 e 107, Randall e L'Ecuyer, 1976).

No que respeita ao crescimento e desenvolvimento muscular salientamos a verificação de Swatland (1973) de que a hiperplasia miofibrilar completa-se aproximadamente aos 70 dias de gestação. Após esta data somente ocorre crescimento hipertrófico das miofibrilas individuais.

Relativamente aos parâmetros sanguíneos verifica-se, durante a gestação, um aumento das concentrações de albumina (Ingvarsson *et al.*, 1978 citados por Stone, 1984) e IGF-I (Louveau *et al.*, 1996) e uma diminuição da frutose (Aherne *et al.*, 1969; Randall e L'Ecuyer, 1976; Randall, 1977). Já os níveis plasmáticos de glucose parecem ser relativamente independentes da idade fetal e mais relacionados com os níveis de glucose maternos (Randall e L'Ecuyer, 1976; Randall, 1977).

Atendendo às alterações, quer da composição corporal, quer dos parâmetros sanguíneos durante o período fetal, vários são os autores que postulam que os valores observados nos animais recém-nascidos serão indicadores da sua maturidade e terão efeitos na sua sobrevivência e crescimento (Curtis *et al.*, 1967; Leenhouders *et al.*, 2002b).

4.2. Peso e composição corporal ao nascimento

4.2.1. - Peso ao nascimento (PN)

A maior diferença entre leitões ao nascimento reside no seu peso (Le Dividich, 1999). No quadro 4 são apresentados alguns valores de peso ao nascimento em leitões de diferentes genótipos.

Quadro 4. Peso ao nascimento (PN) de leitões de diferentes genótipos.

Fonte	Genótipo	PN (kg)	Observações
Genótipos Mediterrânicos			
Frazão (1965)	AL	1,25	Entre 0,976 e 1,486kg
Barba <i>et al.</i> (2000)	IB	1,37	
Marques (2001)	AL	1,23	7989 Leitões. Pesados em média às 24h.
Cosentino <i>et al.</i> (2003)	Calabrese	1,29	
Sargentini <i>et al.</i> (2003)	Cinta Senese	1,38-1,40	
Prieto <i>et al.</i> (2005)	IB	1,13 -1,21	
Média Mediterrânicos	-	1,28	
Genótipos convencionais de produção intensiva			
Rousseau <i>et al.</i> (1998)	(LWxPi) x (LWxLR)	1,54	
Bland <i>et al.</i> (2003)	LW x (LWxLR)	1,34	
Cariolet <i>et al.</i> (2004)	LW	1,42	Dados de 2003
Le Dividich <i>et al.</i> (2005b)	Pi x (LWxLR)	1,42	
Canario <i>et al.</i> (2009)	LW	1,52	
Média Convencionais	-	1,45	
Genótipos asiáticos			
Alston-Mills <i>et al.</i> (2000)	Meishan	0,91	
Bidanel <i>et al.</i> (1990)	Meishan	0,9-1,0	
	Jiaxing	0,85	
	Jin Hua	0,65	
Shibata <i>et al.</i> (2006)	Jin Hua	0,89	
Média Asiáticos	-	0,87	

AL – Alentejana; IB – Ibérica; LW – Large-White; LR – Landrace; Pi - Piétrain

Não existe um patamar de peso ao nascimento abaixo do qual os leitões tenham uma probabilidade acrescida de morrer (Le Dividich, 1999). No entanto, são vários os estudos que apontam o peso ao nascimento e o peso relativo dentro da ninhada como factores determinantes para a probabilidade de sobrevivência ou de morte dos leitões durante o período de amamentação (Caugant e Guéblez, 1993; Roehe e Kalm, 2000; Milligan *et al.*, 2002; Quiniou *et al.*, 2002; Casellas *et al.*, 2004a; Le Cozler *et al.*, 2004; Baxter *et al.*, 2008; Baxter *et al.*, 2009). Relativamente ao peso relativo do leitão na ninhada verifica-se que, intra-ninhada, e comparativamente aos irmãos mais pesados, os leitões mais leves: i) têm um risco acrescido de asfixia durante o parto (Le Dividich, 1999); ii) têm menores reservas energéticas

e uma maior relação entre a superfície de exposição e a massa corporal (que potencia maiores perdas de calor por contacto) e consequentemente, apresentam maior dificuldade na manutenção da homeotermia e maiores probabilidades de experimentar profunda hipotermia e de serem esmagados pela porca (Casellas *et al.*, 2004b; Le Dividich *et al.*, 1991b); iii) têm menor número de fibras musculares o que pode afectar o seu potencial de crescimento subsequente (Wigmore e Stickland, 1983; Rehfeldt e Kuhn, 2006); iv) demoram mais tempo entre o nascimento e a primeira ingestão de colostro (Hoy *et al.*, 1994; Rousseau *et al.*, 1998) e são menos competitivos na mama (Scheel *et al.*, 1977; Le Dividich, 1999). Consequentemente, os leitões mais leves consomem menos colostro (Fraser e Rushen, 1992) o que resulta numa menor aquisição de imuno-protecção (IgG) e de reservas de energia necessárias para equilibrar a taxa metabólica (Le Dividich, 1999).

Factores de variação do peso ao nascimento

O peso ao nascimento varia com o genótipo (como ilustrado pelo quadro 4) sendo menor nos genótipos asiáticos, maior nos genótipos convencionais e intermédio nos genótipos mediterrânicos. Dentro do mesmo genótipo, varia inversamente com o tamanho da ninhada (Milligan *et al.*, 2002; Quiniou *et al.*, 2002), provavelmente devido à diminuição de fluxo sanguíneo por feto nas ninhadas maiores (Père e Etienne, 2000). A influência do nível alimentar e/ou a composição alimentar fornecida às porcas durante a gestação, parece ter relativamente pouca influência sobre o peso ao nascimento dos leitões. Assim, em estudos que envolvem quer restrições, quer jejum, quer suplementações alimentares das porcas em diferentes fases ou durante toda a gestação, em comparação com animais alimentados adequadamente, não tiveram influência sobre o peso ao nascimento dos leitões (Ezekwe, 1981; Hausman *et al.*, 1982; Cieslak *et al.*, 1983; Kveragas *et al.*, 1986; Bee, 2004; Cerisuelo *et al.*, 2008) ou, em certos casos de restrição, levaram a diminuições deste parâmetro (Pond *et al.*, 1969; Ojamaa *et al.*, 1980; Pond *et al.*, 1985; Pond e Mersmann, 1988). Nestes dois últimos estudos o mesmo nível de restrição em fases de gestação diferentes pode levar a diminuições ou não do peso dos leitões. Estas observações levam-nos a concluir que excluindo casos de restrições mais ou menos severas da alimentação durante a gestação, as porcas conseguem ajustar o seu metabolismo e gestão de reservas corporais de forma a permitir um crescimento e desenvolvimento fetais adequados.

4.2.2 - Composição corporal dos leitões ao nascimento

4.2.2.1 – Composição da carcaça, músculo e fígado

No quadro 5 são apresentados os intervalos de valores extremos da composição corporal dos leitões reportados por diversos estudos quer analisando fetos muito próximo do parto, quer leitões recém-nascidos a termo.

Quadro 5. Composição corporal de leitões (valores extremos da bibliografia).

	Intervalo de valores (%)
Carcaças	
Matéria seca	18 – 21
Proteína bruta	10 - 12*
Gordura total	0,7 - 2,5
<i>Principais ácidos gordos da gordura das carcaças</i>	
Mirístico (C14:0)	2,05 - 7,2
Palmítico (C16:0)	22,1 – 39,5
Palmitoleico (C16:1)	7.4 - 12,4
Esteárico (C18:0)	10,14 - 17,02
Oleico (C18:1)	23,03 - 34,5
Linoleico (C18:2)	1,5 - 8,4
Linolénico (C18:3)	0,1 - 0,78
Araquidónico (C20:4)	4,98 - 11,43
Cinzas	3 – 5
Fígado (peso, g)	30 - 47
Fígado (peso relativo em gramas, por kg de peso ao nascimento)	25.5 - 31.4

Fontes: Brooks *et al.*, 1964; Okai *et al.*, 1977; Ezekwe e Martin, 1978; Lodge *et al.*, 1978; Seerley *et al.*, 1978; De Passillé *et al.*, 1979; Dallaire *et al.*, 1980; Shields *et al.*, 1983; Stone *et al.*, 1985; Ezekwe, 1986; Kveragas *et al.*, 1986; Seerley, 1989; Le Dividich *et al.* 1991a e b; Newcomb *et al.*, 1991; Farmer *et al.*, 1992; Herpin *et al.*, 1993; Le Dividich *et al.*, 1994a; Le Dividich *et al.*, 1997; Okere *et al.*, 1997; Gerfault *et al.*, 1999; Rooke *et al.*, 2001; Leenhouders *et al.*, 2002a e b; Canario *et al.*, 2005; Birkenfeld *et al.*, 2006; Rehfeldt e Kuhn, 2006; Canario *et al.*, 2007b; Le Dividich *et al.*, 2007; Pastorelli *et al.*, 2009.

* Para este parâmetro há duas fontes que referem valores entre os 14 e os 15,8% (Ezekwe, 1986; Kuhn *et al.*, 2002 e Rehfeldt, 2005 citados por Rehfeldt e Kuhn, 2006)

Factores de variação da composição da carcaça e massa hepática ao nascimento

O genótipo parece ter influência na composição corporal dos leitões ao nascimento. Comparando genótipos obesos com genótipos ou linhas magras verificou-se que os primeiros apresentam maiores teores de matéria seca (Hoffman *et al.*, 1983; Le Dividich *et al.*, 1991b),

proteína (Stone *et al.*, 1985; Le Dividich *et al.*, 1991b; Herpin *et al.*, 1993), gordura (Herpin *et al.*, 1993; Sinclair *et al.*, 1999) e cinzas (Herpin *et al.*, 1993). Porcas diabéticas durante a gestação tinham crias com maiores teores de matéria seca e lípidos, apresentando, igualmente, fígados mais pesados (Ezekwe, 1986). Os leitões de porcas multíparas tinham maiores teores de matéria seca, proteína e cinzas (De Passillé *et al.*, 1979) que os leitões de porcas primíparas. A alimentação das porcas durante a gestação parece afectar pouco (Kveragas *et al.*, 1986) ou nada (Farnworth e Kramer, 1988) os teores de matéria seca e de proteína das carcaças (Farnworth e Kramer, 1988) mas, o jejum ou restrição no final de gestação podem ter consequências negativas relativamente ao peso do fígado dos leitões (Ojamaa *et al.*, 1980; Ezwkwe, 1981). No que respeita à influência da alimentação das porcas nos teores lipídicos e na composição em ácidos gordos, os estudos de Farnworth e Kramer (1988 e 1989) não relataram influências significativas, mas um estudo mais recente de Gerfault *et al.* (1999) demonstrou claramente a influência de diferentes dietas de gestação sobre o teor lipídico das carcaças dos leitões recém-nascidos e, também na composição em ácidos gordos da sua gordura, esta última também reportada por Rooke *et al.* (2001). A transferência de ácidos gordos de cadeia longa para os leitões, durante a gestação através da placenta permanece, no entanto, de certa forma controversa pois existem estudos (Thulin *et al.*, 1989; Ramsay *et al.*, 1991; Ruwe *et al.*, 1991) que reportaram que esta não existe ou é extremamente baixa, enquanto nos estudos de Gerfault *et al.* (1999) e Rooke *et al.*, (2001) esta foi claramente demonstrada. O melhoramento genético através de selecção, nomeadamente para a prolificidade e crescimento do tecido magro, conduziu a leitões mais pesados ao nascimento, embora, com carcaças com menor teor de matéria seca e de proteína e leitões com fígados proporcionalmente mais leves (Canario *et al.*, 2005; Canario *et al.*, 2007b)

Músculo

Vários estudos têm sido realizados em músculos, quer em fetos, quer em leitões recém-nascidos no sentido de se analisarem os conteúdos em ADN, ARN e proteína e rácios entre estes para avaliação do número de células musculares, o seu tamanho e a sua capacidade de síntese proteica. Hoffman *et al.* (1983) e Champion *et al.* (1988), comparando fetos suínos de génotipos obesos e do tipo “magro” reportaram que os primeiros apresentam músculos com: i) menor conteúdo em ADN, indicadores de menor número de células musculares; ii) mais proteína, o que levava a relações proteína/ADN superiores, indicadoras de células

maiores; iii) maior teor de ARN; iv) maior relação ARN/ADN, indiciadora duma maior capacidade de síntese proteica por núcleo.

Também Herpin *et al.* (1993) comparando leitões recém-nascidos Meishan (obeso) e duas linhas “magras” observaram idênticas diferenças no que respeita ao número e ao tamanho das células musculares, mas teores de ARN e relação ARN/ADN inferiores nos animais do genótipo obeso. Finalmente, Canario *et al.* (2007b) comparando leitões recém-nascidos de duas linhas LW com diferentes níveis de selecção para o crescimento do tecido magro e prolificidade, verificaram que os leitões da linha geneticamente mais seleccionada apresentaram menores teores de proteína na carcaça mas, no músculo *Longissimus dorsi* (LD) tenderam a ter maior capacidade de síntese proteica (verificada pela relação ARN /proteína). Ao abate estes animais tinham maior quantidade de tecido magro tendo os autores concluído que o potencial de crescimento muscular destes não é completamente expresso senão no desenvolvimento pós-natal.

Assim, parece então que os leitões de linhas obesas ou não sujeitas a melhoramento genético para o crescimento muscular, apresentam ao nascimento, menos células musculares, células musculares maiores (maior relação proteína/ADN), mas menor capacidade de síntese proteica. Esse menor número de células, associado à sua menor capacidade de síntese proteica, será o responsável pelo menor crescimento muscular pós-natal dos animais de genótipos obesos ou não melhorados, pois como referido anteriormente não existe hiperplasia muscular pós-natal. De facto, segundo Rehfeldt e Kuhn (2006) a hipertrofia das células musculares é mais rápida quando o seu número é menor, atingindo-se precocemente o limite de crescimento e, conseqüentemente, o redireccionamento da energia para a deposição de gordura mais cedo.

As fibras musculares do leitão recém-nascido são relativamente desprovidas de miofibrilhas (Herpin *et al.*, 2002a e b). No entanto, a sua densidade e volume aumentam marcadamente durante os primeiros 5 dias após o nascimento (Herpin *et al.*, 2002a e b; Fiorotto *et al.*, 2000). Este grande aumento pós-natal de miofibrilhas é provavelmente um dos eventos chave no desenvolvimento da função muscular. Este crescimento pós-natal no volume miofibrilhar coincide com o aumento do conteúdo proteico do músculo e pode constituir a base para o aumento do potencial de contracção durante a tiritação, mecanismo fundamental para a termorregulação (Herpin *et al.*, 2002a). Os valores que pudemos encontrar na bibliografia consultada para a concentração de proteínas miofibrilhares foram de 15,8mg/g e 18,8mg/g, respectivamente para animais menos ou mais seleccionados para o crescimento do tecido magro e prolificidade (Canario, 2006).

Glicogénio dos leitões ao nascimento

Glicogénio hepático

O fígado é um importante local de deposição de reservas energéticas, nomeadamente, de glicogénio. A sua importância relativa em termos de reservatório de glicogénio aumenta durante a gestação (Okai *et al.*, 1978). A maioria dos trabalhos consultados reporta valores de concentração de glicogénio hepático entre os 11% e os 19% (Ezekwe e Martin., 1978; Okai *et al.*, 1978; Ojamaa *et al.*, 1980; Kveragas *et al.*, 1986; Seerley, 1989; Le Dividich *et al.*, 1991a e b ; Newcomb *et al.*, 1991 ; Farmer *et al.*, 1992 ; Le Dividich *et al.*, 1994a ; Canario, 2006). O glicogénio hepático total, naturalmente dependente da massa do fígado, situa-se entre os 3g e os 6,4g (Okai *et al.*, 1978; Seerley, 1989; Leenhouders *et al.*, 2002a e b; Canario, 2006). Os teores e a quantidade total de glicogénio hepático parecem ser afectados negativamente pela selecção genética (Canario *et al.*, 2007b) ou pela restrição alimentar severa das porcas na fase final da gestação (Ojamaa *et al.*, 1980) e positivamente pelo estado diabético das porcas durante a gestação (Ezekwe e Martin, 1978) e pela suplementação lipídica da dieta de gestação das porcas (Seerley, 1989).

Glicogénio muscular

O glicogénio muscular contribui em cerca de 80 a 90% para as reservas de energia imediatamente disponíveis ao nascimento (Mellor e Cockburn, 1986; Noblet *et al.*, 2001).

Os teores de glicogénio muscular situam-se geralmente entre os 7% e os 12% (Ojamaa *et al.*, 1980; Le Dividich *et al.*, 1991b; Leenhouders *et al.*, 2002a e b; Canario, 2006; Pastorelli *et al.*, 2009). A restrição alimentar das porcas durante a gestação leva ao nascimento de leitões com menores teores de glicogénio muscular (Ojamaa *et al.*, 1980; Ruwe *et al.*, 1991).

4.2.2.2 - Parâmetros sanguíneos

Glucose

A glucose é um hidrato de carbono essencial para a sobrevivência dos leitões. Após algumas horas de vida os seus níveis plasmáticos estão positivamente correlacionados com o ganho de peso nesse período e também com a sobrevivência durante o período de amamentação (Pettigrew *et al.*, 1971). Os valores de glucose plasmática ao nascimento

variam entre os 450 mg/L e os 700mg/L, (Bengtsson et al., 1969; Pettigrew *et al.*, 1971; Pond *et al.*, 1981; Ezekwe, 1986; Le Dividich *et al.*, 1991a e b; Newcomb *et al.*, 1991; Le Dividich *et al.*, 1994b; Charneca, 2001; Leenhouders *et al.*, 2002a)

As variações dos valores plasmáticos de glucose ao nascimento são relativamente difíceis de interpretar. O genótipo como potencial factor de variação nem sempre tem influência significativa. Assim, existem estudos que relataram diferenças significativas entre genótipos (Pond *et al.*, 1981; Martin *et al.*, 1985; Herpin *et al.*, 1993) e outros onde o genótipo não teve influência (Le Dividich *et al.*, 1991b). Nos trabalhos em que se relataram diferenças entre genótipos, os valores de glucose plasmática pareceram ser superiores em leitões de linhas obesas em comparação com linhas magras (Martin *et al.*, 1985; Herpin *et al.*, 1993; Charneca, 2001). Sobre a influência da alimentação das porcas durante a gestação existem também resultados pouco esclarecedores. Assim, nos trabalhos de Ojamaa *et al.*, (1980) e de Pond *et al.*, (1981) não se observaram diferenças na glucose de leitões nascidos de porcas alimentadas com diferentes níveis de energia durante a gestação. Já a fonte energética (Newcomb *et al.*, 1991) ou o nível de gordura da dieta (Seerley, 1989) na última fase de gestação parecem influenciar significativamente os níveis de glucose dos leitões, o que leva a crer que, pelo menos parcialmente, a alimentação das porcas, na fase final da gestação, pode afectar os níveis de glucose ao nascimento dos leitões.

O factor que poderá estar na origem da dificuldade em interpretar a influência dos factores supracitados nos níveis plasmáticos de glucose ao nascimento poderá ser o processo de parto/nascimento dos leitões. Durante o parto é normal existir um moderado grau de asfixia (James, 1960 citado por Herpin *et al.*, 1996). No entanto, em espécies politocas como os suínos, os últimos leitões a nascer podem sofrer um maior grau de asfixia causada pelos efeitos cumulativos das sucessivas contracções, as quais podem reduzir a oxigenação dos leitões por nascer, levar ao maior risco de oclusão ou ruptura do cordão umbilical ou, ainda, à separação da placenta à medida que o parto avança (English e Wilkinson, 1982 citados por Herpin *et al.*, 1996). Herpin *et al.*, (1996) verificaram que a asfixia dos leitões durante o parto estava associada a níveis de catecolaminas invulgarmente altos que, estimulando a glicogenólise no fígado (Randall, 1979 citado por Herpin *et al.*, 1996), terão conduzido a níveis elevados de glucose ao nascimento. Assim, os leitões com maior coeficiente de viabilidade pós-natal tinham, ao nascimento, níveis significativamente mais baixos de glucose plasmática.

Após o nascimento, as necessidades de glucose dum leitão recém-nascido são satisfeitas por: (i) hidrólise do glicogénio (glicogenólise) hepático, que é a única que liberta

glucose para o sangue; (ii) colostro e leite; (iii) gluconeogénese. O fornecimento de glucose pelas duas primeiras vias representa 50-60% das necessidades durante o 1º dia de vida, o que sublinha a importância da via da gluconeogénese na homeostase da glucose do leitão (Herpin *et al.*, 2005). Enzimas chave para a gluconeogénese como a glucose-6-fosfatase (G6Pase) apresentam actividades acrescidas ao nascimento relativamente aos animais adultos (Girard, 1986; Girard *et al.*, 1992) e aumentam essa actividade durante o 1º dia pós-natal, pelo que o estudo da sua actividade ao nascimento poderá ser um bom indicador da capacidade gluconeogénica dos leitões.

Albumina

A albumina é a proteína mais abundante no plasma sanguíneo e tem como principais funções a manutenção do volume e da pressão sanguínea, através da retenção de água no sangue. Funciona como molécula de transporte no plasma após ligação a diversas substâncias, algumas hormonas são disso exemplo. É sintetizada maioritariamente no fígado. O fígado dos fetos suínos começa a sintetizar apreciáveis quantidades de albumina a partir do 40º dia de gestação e os seus níveis estão positivamente correlacionados com o peso fetal e com o peso ao nascimento em suínos (Westrom *et al.*, 1980 citados por Stone e Christenson, 1982; Stone e Christenson, 1982; Wise *et al.* 1991). Estes últimos autores advogaram ainda que os níveis plasmáticos de albumina podem ser considerados indicadores de bem-estar fetal.

Apesar de haver uma relação positiva entre os níveis de albumina e o peso dos leitões recém-nascidos, Herpin *et al.*, (1993) verificaram que esta nem sempre é significativa e estará também, portanto, dependente do genótipo. De facto, os mesmos autores observaram que os leitões de uma raça obesa, no caso a raça Meishan, tinham ao nascimento, valores de albumina plasmática significativamente superiores aos observados em leitões de dois genótipos tipo magro. Observações no mesmo sentido já tinham sido relatadas em fetos e em leitões recém-nascidos por Stone (1984) quando comparava um genótipo obeso e um magro.

Em trabalhos mais recentes, Leenhouders *et al.* (2002a) reportaram valores de albumina plasmática arterial de 6,83g/L em fetos com 110-112 dias de gestação, não tendo sido encontrada nenhuma relação significativa entre os níveis de albumina e os índices de viabilidade dos leitões. Canario (2006) observou que os valores de albumina tenderam a ser inferiores nos leitões de uma linha de suínos LW mais submetida a melhoramento genético por selecção, comparativamente aos observados na mesma linha, menos melhorada (7,41g/L vs 8,9g/L). A autora relacionou estas observações com as consequências da selecção de linhas

de baixa gordura e rápido crescimento muscular e com a menor massa hepática relativa, observada na linha mais seleccionada.

IGF-1 (Insuline-like growth factor 1)

O Insuline-Like Growth Factor – 1 (IGF-1) é um factor de crescimento importante regulador do crescimento fetal que é sintetizado por muitos tecidos mas sobretudo pelo fígado (Brismar *et al.*, 1994; Sjögren *et al.*, 1999). A sua produção pelos leitões durante a gestação parece ser independente das progenitoras e a sua transferência pela placenta não parece ter qualquer significado (Okere *et al.*, 1997). As relações entre os níveis de IGF-1 e o peso parecem estar pouco esclarecidas. Assim, enquanto que Okere *et al.*, 1997 não encontraram correlação significativa entre os níveis de IGF-1 e o peso dos leitões (aos 113 dias de gestação), Herpin *et al.* (1992a) verificaram que intra-genótipo havia uma correlação positiva entre os dois. No entanto, nesse mesmo estudo, observaram-se alguns valores de IGF-1 mais elevados em animais de genótipo com menor peso ao nascimento, pelo que, o genótipo pode influenciar os níveis de IGF-1.

4.3 – “Status” energético do leitão recém-nascido

Atendendo à sua importância vital para a sobrevivência dos leitões durante o período neonatal, finalizamos este capítulo com uma descrição das reservas energéticas do leitão recém-nascido.

Por reservas energéticas entende-se aquelas que constituem uma fonte imediata de energia ao nascimento. Os principais constituintes que, potencialmente, podem ser utilizados como substratos energéticos ao nascimento são a proteína, o glicogénio e a gordura (Le Dividich *et al.*, 2005a).

O catabolismo proteico durante o período neonatal ocorre a uma taxa muito baixa, contribuindo apenas para uma pequena parte da produção de calor (Mellor e Cockburn, 1986; Le Dividich *et al.*, 1994b).

Como já revisto anteriormente, a quantidade de gordura no leitão recém-nascido é muito baixa variando entre os 10-20g/kg da massa corporal. Grande parte dessa gordura (cerca de 45%) é estrutural, logo não passível de mobilização (Noblet *et al.*, 2001; Le Dividich *et al.*, 2005a). Ao contrário de neonatos de outras espécies (ex. bebé, rato), o leitão é desprovido de tecido adiposo castanho (Trayhurn *et al.*, 1989; Le Dividich *et al.*, 2005a). No caso do leitão verifica-se que o glicogénio é a principal reserva de energia, constituindo cerca

de 60% do total de energia imediatamente disponível ao nascimento. Dentro da contribuição do glicogénio, segundo Mellor e Cockburn (1986) e Noblet *et al.* (2001), o hepático contribui em cerca 10-20%, sendo o muscular o que mais pode contribuir (80-90%). No entanto, enquanto que 80 a 90% do glicogénio hepático pode ser mobilizado durante o primeiro dia de vida (Elliot e Lodge, 1977; Mellor e Cockburn, 1986), apenas 60% do glicogénio muscular pode ser utilizado (Mellor e Cockburn, 1986).

As tentativas para o aumento das reservas energéticas ao nascimento, glicogénio e gordura, por via das dietas de gestação das porcas não resultaram normalmente em aumentos substanciais destas (Le Dividich *et al.*, 2005a; Noblet *et al.*, 2001). De facto, as tentativas feitas para aumentar a energia armazenada no leitão recém-nascido através da alimentação materna com gordura e/ou carboidratos tiveram resultados variáveis. De acordo com Seerley *et al.* (1974), a adição de lípidos nas dietas das porcas durante a fase final da gestação pode aumentar os depósitos de gordura dos neonatos. No entanto, não se sabe se os leitões mamaram antes do seu abate. Newcomb *et al.* (1991) ao alimentarem as porcas na fase final da gestação com uma dieta rica em lípidos (15,7%), não verificaram qualquer aumento significativo dos teores de glicogénio ou gordura dos leitões recém-nascidos, em comparação com animais controlo. Pettigrew (1981), num resumo de vários estudos, com diferentes fontes de gordura, sugere que a suplementação lipídica no final da gestação tem efeitos benéficos através da sua influência positiva sobre o teor lipídico do leite. Um aumento significativo de 25% nas reservas de glicogénio hepáticas foi registado em leitões de porcas diabéticas (Ezekwe e Martin, 1978). No entanto, a quantidade suplementar de glicogénio depositado é dificilmente suficiente para satisfazer as necessidades energéticas dum leitão recém-nascido por uma hora, nas condições práticas normais da produção suína.

Englobando todas as fontes energéticas disponíveis, segundo Mellor e Cockburn (1986), o total das reservas energéticas do leitão recém-nascido perfaz um valor entre os 420 e os 430 kJ/kg de peso vivo (PV). As contribuições específicas de cada uma das fontes de energia são: glicogénio hepático – 43 kJ/kg PV; glicogénio muscular – 209 kJ/kg PV; gordura – 175 kJ/kg PV. Comparativamente, e baseando-nos no artigo supra-citado, neonatos doutras espécies (borrego e bebé) apresentam valores de reservas energéticas ao nascimento superiores (658 kJ/kg PV e 5614 kJ/kg PV, respectivamente). Para o vitelo é reportado um valor de 1470 kJ/kg PV (Robelin, 1986 citado por Le Dividich *et al.* 1992). Quando comparamos estes valores com os do leitão tornam-se bastante claras as diferenças no status energético ao nascimento, com grande desvantagem para o leitão, por exemplo tendo

proporcionalmente cerca de 12 vezes menos reservas que um bebê, ou cerca de 4 vezes menos reservas que um vitelo.

II.5 – TERMORREGULAÇÃO DO LEITÃO RECÉM-NASCIDO

5.1 – Definição e importância da termorregulação

A termorregulação é uma função fisiológica que mantém a temperatura corporal dum animal homeotérmico num intervalo muito estreito. O balanço homeotérmico resulta do equilíbrio dinâmico entre as perdas de calor (ou termólise) e a produção de calor (ou termogénese). O intervalo de temperatura ambiente no qual a perda de calor para funções termorreguladoras pelo animal é mínima e, conseqüentemente, a retenção energética é máxima, corresponde à zona de termoneutralidade. De entre as várias categorias de animais domésticos pecuários, os recém-nascidos são muito susceptíveis ao frio, com efeitos expressos em morbidade e mortalidade enquanto que nos animais mais pesados o frio representa, normalmente, um pequeno problema desde que sejam alimentados *Ad libitum*. Por exemplo, durante o primeiro dia de vida Parker *et al.* (1980) reportaram uma taxa de mortalidade de 6% entre os leitões nascidos num ambiente com uma temperatura de 25°C, enquanto que num ambiente a 10°C a taxa de mortalidade foi de 31%.

5.2- Características termorreguladoras do leitão recém-nascido

Do ponto de vista da termorregulação, o leitão recém-nascido é caracterizado i) pela sua baixa capacidade de conservação do calor e ii) pela sua alta capacidade de produção de calor em resposta ao frio.

A baixa capacidade de conservação do calor

A temperatura crítica inferior do leitão recém-nascido é de 34°C (Mount, 1968). Ao nascimento os recém-nascidos pecuários experimentam um stress térmico súbito e dramático na medida em que, a diferença entre a temperatura do útero materno e a temperatura ambiente, pode ser tão elevada como 10 a 12°C para o leitão e ainda maior para o borrego e o vitelo recém-nascidos. Um ambiente típico das maternidades de suinicultura é de 20-24°C, temperaturas próximas dos 18°C, temperatura à qual é atingida a taxa metabólica máxima (Berthon *et al.*, 1993 citados por Herpin *et al.*, 2005).

A capacidade de conservação de calor é muito baixa no leitão pois este apresenta uma elevada superfície específica e é praticamente desprovido de pêlos e de gordura subcutânea. Numa tentativa de reduzir a perda de calor, costuma estar disponível nas celas de parto uma fonte adicional de calor mas, nas primeiras horas após o nascimento, esta fonte adicional de calor é inútil (Hrupka *et al.*, 1998). Portanto, minimizar a perda de calor através de fontes adicionais de calor é questionável. Todas estas razões tornam o leitão recém-nascido muito susceptível ao frio.

É conhecido que o nascimento é comumente associado a uma diminuição da temperatura rectal, o grau desta hipotermia transitória e o tempo necessário para a recuperação estão dependentes da massa corporal e da temperatura ambiente. No entanto, a temperaturas ambientes inferiores a 17-18°C, os leitões de baixo peso podem diminuir até 6 a 8°C de temperatura entrando, portanto, em hipotermia profunda. Esta inibe a secreção de insulina (Close *et al.*, 1985) e consequentemente o “uptake” da glucose circulante pelos músculos. Também, o “turn-over” da glucose é reduzido (Duée *et al.*, 1988). Caso o leitão não seja reaquecido artificialmente a hipotermia é irreversível. Na prática, este período de hipotermia pode ser a causa determinante de mortalidade pelo enfraquecimento do leitão, fome e predisposição para o esmagamento pela porca.

No entanto, a susceptibilidade ao frio do leitão recém-nascido é, em certa medida, dependente do seu genótipo. Tal influência foi demonstrada quando comparados leitões silvestres (javali) com leitões de raças domésticas (Foley *et al.*, 1971) e leitões de raças domésticas chinesas (Meishan) a leitões LW (Le Dividich *et al.*, 1991b). Os leitões javalis, apesar de serem mais leves ao nascimento que os leitões domésticos, são menos susceptíveis ao frio que estes, possivelmente devido ao seu maior isolamento externo (mais pêlos). No entanto, as razões para a maior resistência dos leitões Meishan quando comparados com os LW, são menos claras. Estará eventualmente ligada à sua maior maturidade ao nascimento. Em que medida o leitão Alentejano (menos seleccionado) é menos resistente ao frio não é conhecida.

A resistência ao frio aumenta acentuadamente nas primeiras horas de vida quando o leitão se alimenta mas, tal não se verifica em leitões que não consomem ou consomem pouco colostro (Le Dividich *et al.*, 1991b; Herpin *et al.*, 1994). De facto, em leitões alimentados, as taxas metabólicas máxima e mínima aumentam 56% e 28%, respectivamente, durante as primeiras 48h após o nascimento (Berthon, 1994 citado por Herpin *et al.*, 2005) indicando que os mecanismos responsáveis pela produção de calor estão activos logo após o nascimento (quadro 6).

Quadro 6. Taxa metabólica mínima (TMmin) e máxima (TMmax), temperatura crítica mínima (TMC) e temperatura ambiente à qual é atingida a taxa metabólica máxima (TTMmax) em leitões com idades entre as 2 e as 48h.

	Idade (h)		
	2	24	48
TMmin (kJ/h/kg PV)	12,9	16,9	20,2
TMmax (kJ/h/kg PV)	36,6	43,3	> 46,8
TMC (°C)	34,2	33,1	30,2
TTMmax (°C)	17,8	12,8	<10

PV – peso vivo. Modificado de: Herpin *et al.* (2005).

A elevada capacidade para produzir calor

Durante a exposição ao frio, a manutenção do equilíbrio homeotérmico é conseguida através de dois mecanismos de produção de calor específicos: tiritação e termogénese sem tiritação. A produção de calor associada à actividade de ingestão alimentar também pode contribuir para o calor extra requerido em situações de frio. A termogénese sem tiritação é específica dos animais que possuem tecido adiposo castanho. Como o leitão recém-nascido é desprovido de tecido adiposo castanho (Trayhurn *et al.*, 1989) ele depende da tiritação como mecanismo para produzir calor.

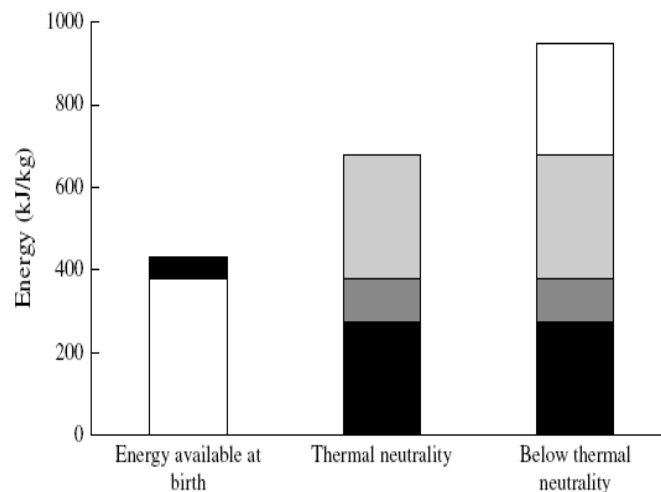
A notável capacidade do leitão recém-nascido para produzir calor é demonstrada pelo facto de, durante os primeiros 20 min após o nascimento a sua taxa metabólica ser 30% maior num ambiente a 18°C que a 31°C (Noblet e Le Dividich, 1981). Adicionalmente, sua taxa metabólica máxima é 3 vezes superior à taxa basal (Berthon *et al.*, 1993 citados por Herpin *et al.*, 2005). No entanto, a tiritação como principal mecanismo de produção de calor, não é muito eficiente pois ocorre na periferia do corpo o que favorece a perda de calor. O aumento de produção de calor após uma refeição (também chamada calor extra da alimentação) representa a energia associada à ingestão, digestão, absorção e formação de novos tecidos, mas a sua contribuição para a termorregulação é baixa, pois o custo energético da síntese de tecidos novos é baixo (Le Dividich *et al.*, 1994b).

Como conclusão, o leitão recém-nascido tem uma elevada capacidade de produção de calor mas tem uma muito pobre capacidade de o conservar e, assim, a manutenção da homeotermia é muito dispendiosa energeticamente. Isto é reflectido pelo facto de por cada 1°C de frio está associado a um aumento da produção de calor de 2kJ/h/kg de peso corporal,

isto é, um valor 2,6 vezes mais alto que o observado ao desmame (Le Dividich *et al.*, 1998) sugerindo uma necessidade energética elevada nos leitões recém-nascidos. A manutenção da homeotermia está então largamente dependente da disponibilidade de energia e da capacidade do leitão para a utilizar.

5.3 – Necessidades energéticas do leitão recém-nascido

Como qualquer animal, o leitão recém-nascido precisa de energia para satisfazer as suas necessidades para manutenção e crescimento. De facto, pela grande necessidade de energia para a termorregulação e actividade física, as necessidades específicas, por peso do leitão recém-nascido, são máximas ao nascimento. Está, no entanto, fora do âmbito desta revisão a determinação do custo energético de cada componente das necessidades energéticas. Além disso, não há informação disponível sobre os gastos energéticos associados com a ingestão do colostro/leite, lutas pelos tetos e estabelecimento da ordem de amamentação. Le Dividich *et al.* (2005a) estimaram que o total de necessidades energéticas (Figura 6) dum leitão com 1,0kg de peso mantido na temperatura ambiente verificada em muitas das maternidades (24-26°C) estará no intervalo dos 900-1000kJ.



Energy reserves available at birth (■, fat; □, glycogen) and estimated net energy requirements during the first 24 h of life of piglets surviving to weaning in conditions of thermal neutrality or 5 °C below thermal neutrality (■, maintenance; ▒, physical activity; ▓, energy retention; □, thermoregulation); from Mellor & Cockburn 1986; J. Le Dividich (unpublished).

Figura 6 – Reservas energéticas ao nascimento e necessidades energéticas em ambiente de termo-neutralidade e inferior à termo-neutralidade de leitão com 1kg de peso vivo (Le Dividich *et al.*, 2005a).

5.4 - Fontes de energia para o leitão recém-nascido

Reservas corporais

As necessidades de energia dos leitões recém-nascidos são preenchidas pelas suas reservas corporais ao nascimento, pelo colostro e pelo leite. No entanto, a taxa de catabolismo dos aminoácidos é baixa durante este período e não é activada em situações de frio (Herpin *et al.*, 1992b). O catabolismo proteico representa apenas 3-7% do metabolismo energético em situação de fome (Benevenga *et al.*, 1989). Portanto, a contribuição da energia proveniente do catabolismo proteico tem uma importância marginal.

A energia proveniente das reservas corporais é baixa sendo cerca de 4 e 12 vezes inferior à do vitelo recém-nascido (Robelin, 1986 citado por Le Dividich *et al.*, 1992) ou do bebé (Mellor e Cockburn, 1986), respectivamente. O tempo de sobrevivência “teórico” dum leitão recém-nascido não alimentado, é de cerca de 11h quando mantido a uma temperatura ambiente de 18-20°C (isto é, o valor correspondente à temperatura à qual a taxa metabólica do leitão é máxima). Este facto, salienta o papel do colostro como fonte energética.

Colostro

Logo após o nascimento o leitão é alimentado com colostro por 24h a 36h e depois por leite. A primeira ingestão de colostro ocorre cerca de 20 a 30 minutos após o nascimento e pode ser muito elevada nas primeiras horas após o nascimento. Fraser e Rushen (1992) e Herpin e Le Dividich (1995) reportaram que durante as primeiras 3 ingestões de colostro os leitões consomem cerca de 25% do total de colostro ingerido durante o primeiro dia de vida.

O colostro é uma excelente fonte de energia para os leitões. A digestibilidade aparente da energia deste é de 95,5% (Le Dividich *et al.*, 2007), sendo a da proteína entre 93 a 98% (Le Dividich *et al.*, 2007; Lin *et al.*, 2009). A eficiência da utilização da energia metabolizável do colostro é muito elevada, sendo de 90% comparada com os 72% do leite (Le Dividich *et al.*, 2007). De facto, 90-110g de colostro providenciam ao leitão recém-nascido tanta energia como o total de energia das reservas corporais ao nascimento.

Capacidade de oxidação dos nutrientes do colostro pelo leitão recém-nascido

Durante as primeiras horas pós-natais, o leitão recém-nascido depende dos carboidratos para satisfazer as suas necessidades termorreguladoras, como reflectido pelo quociente respiratório (QR) perto de 1 (Mount, 1968). No entanto, nas condições usuais de nascimento, 75% do glicogénio hepático e 41% dos glicogénio muscular são mobilizados nas

12 primeiras horas pós-parto (Elliot e Lodge, 1977) e o frio acelera a depleção de ambos (Herpin *et al.*, 1992b). A prova do papel fundamental do colostro é fornecida primeiro (figura 7) pelo facto de que, em condições de frio, quer a temperatura rectal, quer a produção de calor estão positivamente relacionadas com a quantidade de colostro consumido (Noblet e Le Dividich, 1981) e segundo, pela observação de que não há melhoria da termo-estabilidade durante o primeiro dia de vida nos leitões com pouco ou nenhum consumo de colostro (Le Dividich *et al.*, 1991b). Similarmente, a ingestão de colostro pelo borrego recém-nascido induz um aumento de 46% do metabolismo basal e um aumento de 20% da taxa metabólica máxima (Eales e Small, 1981).

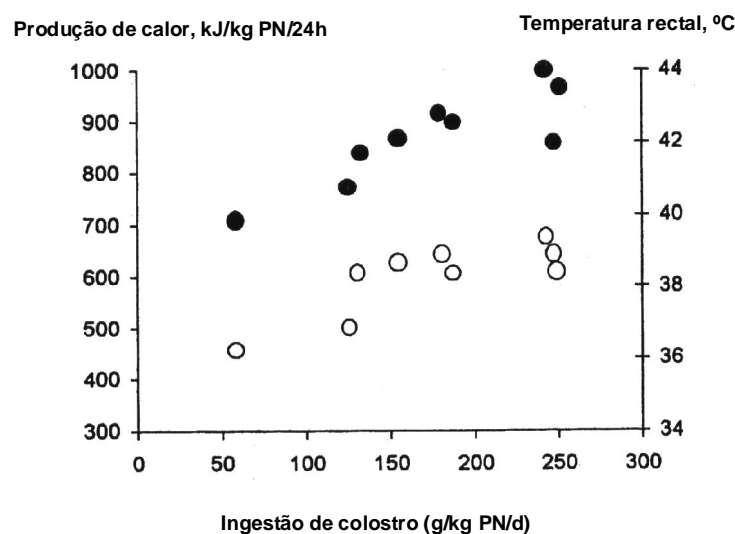


Figura 7 – Relação entre a ingestão de colostro, a produção de calor e a temperatura rectal de leitões (Modificado de Noblet *et al.*, 2001)

A ingestão de colostro induz um rápido aumento da glucose plasmática enquanto que o concomitante aumento do quociente respiratório (QR) sugere que, entre os nutrientes absorvidos, os carboidratos são rapidamente metabolizados (Le Dividich e Noblet, 1984). No entanto, o declínio progressivo do QR no primeiro dia pós-natal (figura 8) evidencia o precoce envolvimento dos lípidos do colostro como fonte energética (Noblet e Le Dividich, 1981 e Berthon, 1993 citados por Herpin *et al.*, 2005). Herpin e Le Dividich (1995) calcularam que a oxidação lipídica contribui em 11% para a produção de calor durante as primeiras 12h de vida e em 42% nas 12h subsequentes.

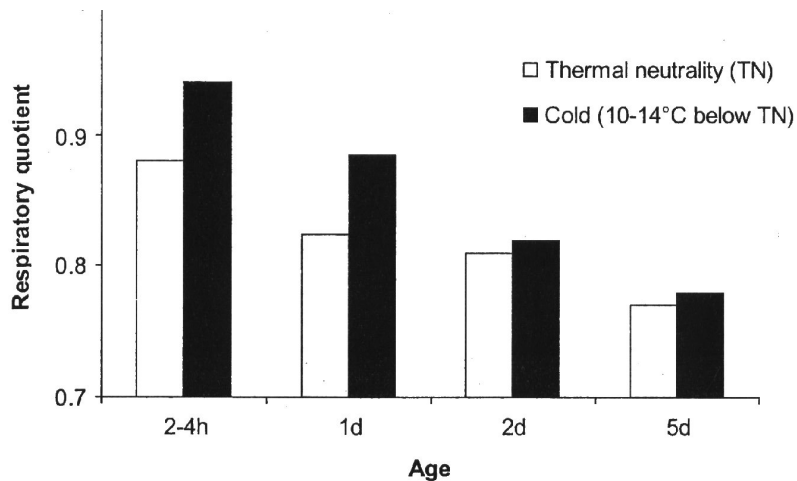


Figura 8 – Quociente respiratório do leitão recém-nascido relativamente à idade e temperatura ambiente (Herpin *et al.*, 2005).

Resumindo, uma ingestão de colostro alta e precoce pelo leitão recém-nascido parece ser vital, não só para adquirir protecção imunológica mas, também, para garantir suficiente fornecimento de energia para o metabolismo. No entanto, de nosso conhecimento não existem dados sobre a ingestão de colostro pelo leitão Alentejano.

II.6 – O COLOSTRO

6.1 – Definição

O colostro corresponde às primeiras secreções da glândula mamária nas horas que antecedem e que sucedem o parto. Na porca, a sua composição evolui rapidamente nas primeiras 12h após o início do parto, para se tornar igual à do leite após 24 a 36h (Devillers *et al.*, 2006). O leite é produzido após o colostro, apresentando características diferenciadas.

6.2 - Fisiologia da lactação

Lactogénese

A lactogénese na porca inicia-se no final da gestação e prossegue até ao estabelecimento de uma lactação abundante, ou seja, até 24-48h após o início do parto (Devillers, *et al.*, 2006). Segundo Hartmann e Holmes (1989) e Hartmann *et al.* (1997) esta pode dividir-se em duas fases: i) a lactogénese I que corresponde ao início do metabolismo mamário no final da gestação com uma actividade secretória limitada das células epiteliais que inclui a síntese de constituintes únicos do colostro e leite como a lactose, a β -lactoglobulina e α -lactalbumina e

uma acumulação progressiva de pré-colostro no lúmen do alvéolos; ii) a lactogénese II que corresponde ao início da secreção abundante a partir do parto.

Endocrinologia da lactação

O início da lactação está condicionado por alterações hormonais que ocorrem perto do momento do parto (Devillers *et al.*, 2004a). Por não terem sido objecto de estudo, apenas descrevemos resumidamente as principais, os efeitos negativos de falhas na sua produção/secreção e a sincronização entre elas.

Prolactina: é a hormona mais importante no início da lactação. A administração de inibidores da prolactina no final da gestação inibe completamente a lactação (Farmer *et al.* 1998). No mesmo estudo verificou-se a importância de um pico de prolactina perto do parto para o início da lactação e que esta hormona é essencial para a manutenção da lactação, pelo menos durante as primeiras quatro semanas pós-parto.

Progesterona: a diminuição da progesterona antes do parto parece actuar como “gatilho” para a lactogénese. A progesterona estimula o crescimento das glândulas mamárias (Farmer, 2001), mas parece inibir a síntese de alguns dos constituintes do colostro. As concentrações de progesterona e lactose estão negativamente correlacionadas (Martin *et al.* 1978). A administração de progesterona no final da gestação retarda o aumento da concentração de lactose no colostro (Gooneratne *et al.*, 1979; Whitley *et al.*, 1990 citados por Devillers, 2004). A variação desregulada da prolactina, progesterona, e estradiol estará na origem dos principais problemas de lactação, agaláxia ou hipogaláxia (Einarsson *et al.*, 1975; Falconer, 1980; Liptrap, 1980 citados por Devillers, 2004).

Estrogénios (estradiol-17 β) e glucocorticóides: são hormonas que modulam a acção da prolactina. O estradiol-17 β parece não participar directamente no início da lactação mas, por exemplo na rata, a administração de estradiol aumenta a quantidade de receptores de prolactina na mama (Falconer, 1980 e Tucker, 1981 citados por Devillers, 2004) assim como os receptores de ocitocina (Delouis *et al.*, 1980). Também os glucocorticóides aumentam a quantidade de receptores de prolactina na mama (Delouis *et al.* 1980 e Tucker, 1981 citado por Devillers, 2004) e têm efeitos positivos ao nível das células epiteliais (Delouis *et al.*, 1980 e Houdebine *et al.*, 1985 citados por Devillers, 2004).

Relaxina e Ocitocina: a relaxina não parece ter qualquer papel activo sobre o início da lactação (Porter *et al.*, 1992 e Zaleski *et al.*, 1996). A ausência de efeito da relaxina sobre a lactação na porca poderá explicar-se pela concentração basal muito elevada de ocitocina, no momento do parto, que conduz a uma ejeção quase permanente de colostro (Lewis *et al.*, 1985 citados por Devillers, 2004). No entanto, as acções biológicas da relaxina, no

desenvolvimento mamário durante a fase final da gestação, são críticas para o bem-estar dos leitões durante a lactação (Hwang *et al.*, 1991 citados por Cho *et al.*, 1998). Embora tenha sido sugerido que o colostro está disponível constantemente (Lewis e Humik 1986 citados por Algers e Uvnäs-Moberg, 2007) a sua disponibilidade está dependente de um aumento da libertação de ocitocina (Fraser, 1984 citado por Algers e Uvnäs-Moberg, 2007). Valros *et al.* (2004) reportam que concentrações de ocitocina mais elevadas estão positivamente associadas a uma maior mobilização das reservas corporais e maiores crescimentos nos leitões. Estes resultados mostram que a ocitocina poderá não participar unicamente no mecanismo de ejeção do leite, mas estar quantitativamente relacionada com a eficiência da produção leiteira.

Fisiologia da produção e secreção do colostro

Os diferentes elementos do colostro são secretados para o lúmen dos alvéolos por quatro vias diferentes (figura 9):

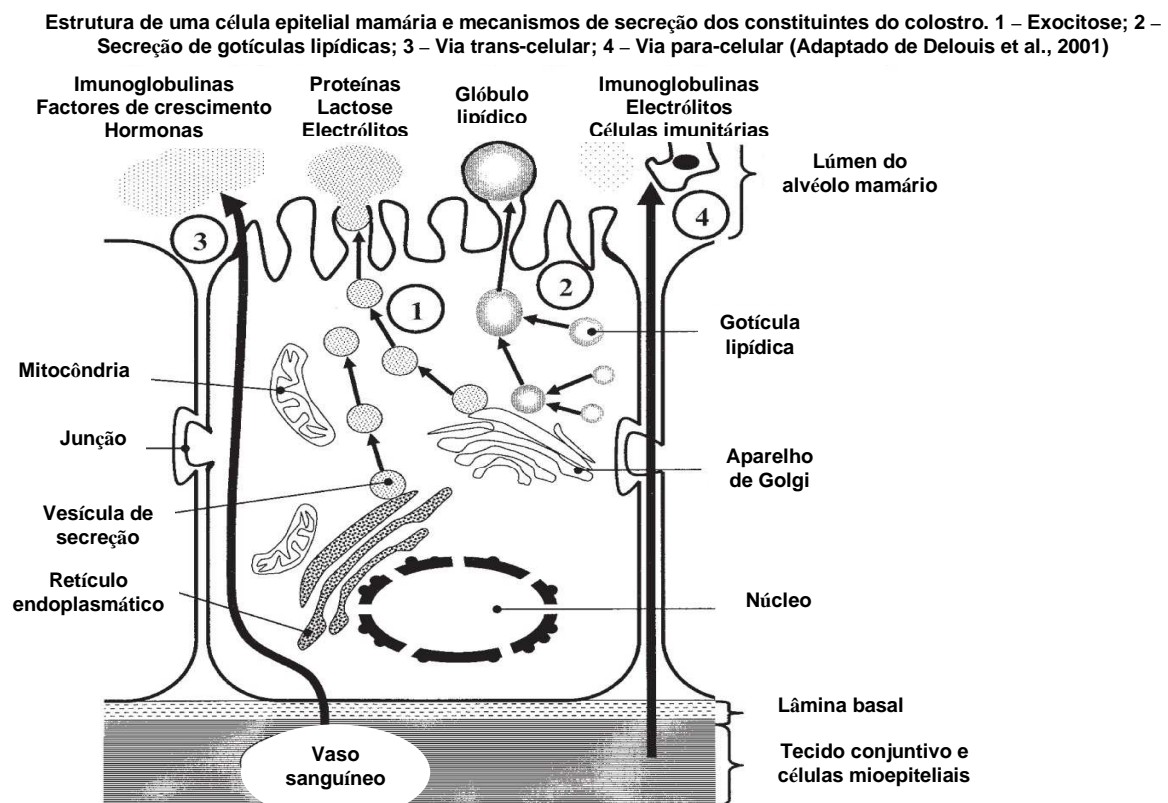


Figura 9 – Vias de secreção dos elementos do colostro e leite (Modificado de Devillers *et al.*, 2006).

i) a exocitose – dos elementos contidos nas vesículas de secreção, ou seja, as proteínas e a lactose sintetizadas no retículo endoplasmático e aparelho de Golgi (Klopfenstein *et al.*, 2002 citados por Devillers *et al.*, 2006). Essas vesículas contêm também os electrólitos monovalentes (Na, K e Cl). As vesículas dirigem-se até à parte apical das células epiteliais, fundem-se com a membrana celular libertando, por exocitose, o seu conteúdo no lúmen dos alvéolos (Devillers *et al.*, 2006)

ii) a secreção de gotículas lipídicas – as gotículas lipídicas do citoplasma, após fusão e migração para a parte apical das células e envolvimento pela membrana celular apical, são libertadas sob a forma de glóbulos lipídicos no lúmen (Keenan, 2001)

iii) a passagem trans-celular – forma de passagem das imunoglobulinas (Ig's) provenientes do plasma materno (Klopfenstein *et al.*, 2002 citados por Devillers *et al.*, 2006) e de numerosos factores de crescimento e hormonas. O mecanismo de transferência das Ig's da corrente sanguínea para as células não está ainda completamente elucidado na porca. Provavelmente estarão envolvidos receptores membranários, ao nível da parte basal das células (Larson *et al.*, 1980). De seguida as Ig's atravessam a membrana apical e passam para o lúmen.

iv) a passagem para-celular – ao longo da gestação as junções apertadas que asseguram a estanquicidade do epitélio mamário estão abertas permitindo a passagem entre as células epiteliais das células imunitárias, das Ig's plasmáticas e dos electrólitos para o lúmen dos alvéolos (Klopfenstein *et al.*, 2002 citados por Devillers *et al.*, 2006).

As primeiras três vias são comuns à produção do colostro e do leite, enquanto a última é específica do colostro. De facto, um dos mais marcantes eventos da passagem da fase colostrálica para a láctea é o encerramento das junções entre as células epiteliais mamárias (Neville *et al.*, 2001 citados por Devillers *et al.*, 2006). Este encerramento ocorre entre as 24 e as 36 h após o início do parto e está sob o controlo da progesterona, do cortisol e da prolactina (Nguyen e Neville, 1998; Nguyen *et al.*, 2001). A libertação do colostro dura entre 12h e 48h após o nascimento do primeiro leitão (Devillers *et al.*, 2004a). Durante este período o colostro passa gradualmente a leite, a maioria das alterações ocorrem nas primeiras 12h após o nascimento do primeiro leitão (Bourne, 1969a e Klobasa *et al.*, 1987).

Alterações metabólicas associadas ao parto e início da lactação

Embora sejam uma consequência da lactação, existe um conjunto de alterações metabólicas associadas ao parto e início da lactação, com importância na sobrevivência e crescimento dos leitões que, de forma resumida, se descreve seguidamente.

Após o parto, a porca passa de um estado anabólico para um estado catabólico que dá prioridade ao output energético através da glândula mamária (Collier *et al.*, 1984). O apetite das porcas é normalmente limitado, logo os aportes por via da alimentação, não satisfazem geralmente, as necessidades de lactação (Devillers, 2004). Assim, para fazer face ao aumento das necessidades de energia para a produção de leite, a porca mobiliza a suas reservas corporais (Quesnel e Prunier, 1995). A mudança de estado metabólico está relacionada com o nível alimentar e com a quantidade de leite produzida, pesem embora variações individuais (Rojkittikhun *et al.*, 1993a citados por Algers e Uvnäs-Moberg, 2007). Valros *et al.* (2003) reportam que o catabolismo aumenta durante as primeiras 3 semanas de lactação e parece haver uma associação entre o metabolismo da porca e o seu comportamento. A capacidade de passar rapidamente para um estado catabólico logo ao seguir a parto diminui o risco de mortalidade dos leitões e aumenta o ganho de peso da ninhada (indiciando maior produção leiteira). Valros *et al.*, (2003) encontraram níveis elevados de insulina, associados a um menor estado catabólico e a um comportamento mais frequente de rejeição das massagens efectuadas pelos leitões.

6.3 – Colostro e leite: composição, evolução da composição e factores de variação

Neste ponto será descrita a energia, composição, evolução de constituintes do colostro e leite e os principais factores que as influenciam.

6.3.1 - Energia

A energia bruta (valor energético) do colostro varia entre os 5900kJ/kg (Beyer e Jentsch, 1994) e os 7345 kJ/kg (Fowler e Gill, 1989 citados por Pluske e Dong, 1998). Le Dividich *et al.* (2005b) reportaram valores intermédios destes, entre os 6100 e os 6600 kJ/kg. Para além de outros factores, os teores energéticos do colostro variam de acordo com a fase de produção em que é obtido. Segundo Fowler e Gill (1989) citados por Pluske e Dong (1998), a energia bruta do colostro é o resultado do contributo da proteína bruta (56,5%), dos lípidos (36, 1%) e da lactose (7,4%).

6.3.2 - Matéria seca (MS)

A matéria seca, do colostro e do leite de porca é essencialmente constituída por proteínas, lípidos e lactose que, conjuntamente, representam mais de 98% da MS total (Darragh e Moughan, 1998).

Evolução e valores

A evolução dos teores de matéria seca no colostro, que resulta da compilação de valores reportados por diferentes autores, está ilustrada na figura 10.

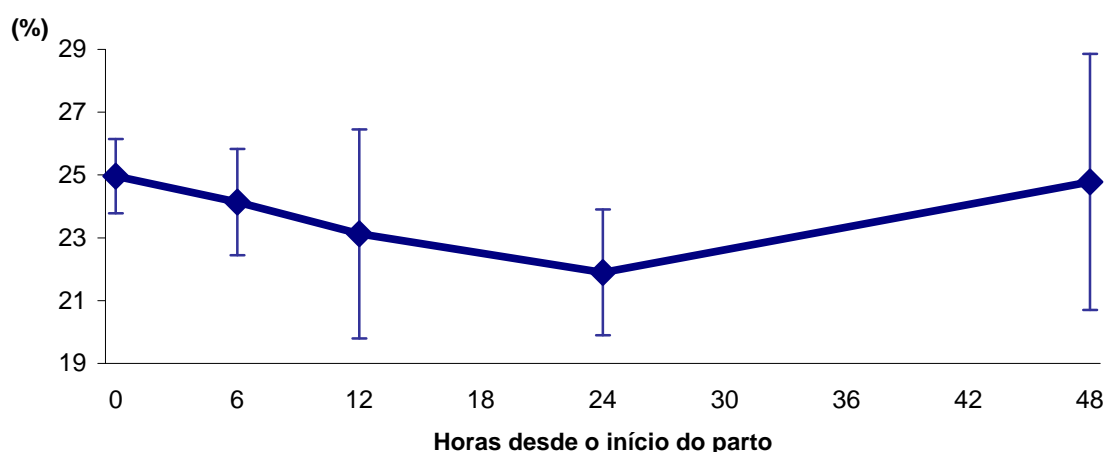


Figura 10 - Valores e evolução das percentagens de matéria seca no colostro de porca. (Elliot *et al.*, 1971; Fahmy, 1972; Klaver *et al.*, 1981; White *et al.*, 1984; Klobasa *et al.*, 1987; Beyer e Jentsch, 1994; Csapó *et al.*, 1994a e 1996; Pluske *et al.*, 1998; Charneca, 2001; Tribout *et al.*, 2003; Daza *et al.*, 2004; Lauridsen *et al.*, 2004; Le Dividich *et al.*, 2005b).

Destaca-se uma diminuição do teor em MS no decurso das primeiras 24 horas após o parto, provavelmente como reflexo da diminuição do seu teor proteico. Entre as 24h e os 5 dias de lactação a percentagem de MS apresenta variações, quer positivas, quer negativas dependendo sobretudo das evoluções dos teores lipídicos.

6.3.3 - Proteínas (PROT)

A fracção proteica do colostro e do leite de porca é essencialmente constituída por: i) imunoglobulinas (IgG, IgM e IgA); ii) albumina, que terá um papel facilitador no transporte intestinal de ácidos gordos e aminoácidos (Aumaitre e Seve, 1978 citados por Hartmann e Holmes, 1989); iii) α -lactalbumina fundamental para a síntese de lactose e, portanto, essencial para a produção de leite (Ebner e Brodbeck, 1968); iv) β -lactoglobulina, não se

conhece o seu papel biológico nos suínos (Hartmann e Holmes, 1989) mas noutras espécies parece ter vários papéis fisiológicos desde o controlo da hipertensão, acção anti-bacteriana, anti-viral, anti-carcinogénica, efeito hipo-colostrolémico, mitogénica e actividade opióide (Chatterton *et al.*, 2006); v) caseínas, que podem ser separadas em diferentes sub-classes: α , β e κ (Hartmann *et al.*, 1989; Gallagher *et al.*, 1997) e que se consideram como fornecedoras de aminoácidos essenciais (Darragh e Moughan, 1998) e transportadoras de cálcio (Jenness e Sloan, 1970; Kitts e Yuan, 1992 citados por Darragh e Moughan, 1998), podendo ainda ajudar na absorção de cálcio pelo recém-nascido (Lee *et al.*, 1983; Sato *et al.*, 1986 citados por Darragh e Moughan, 1998).

Evolução e valores

A evolução dos teores de proteína no colostro, resultante da compilação de valores reportados por diferentes autores, está ilustrada na figura 11.

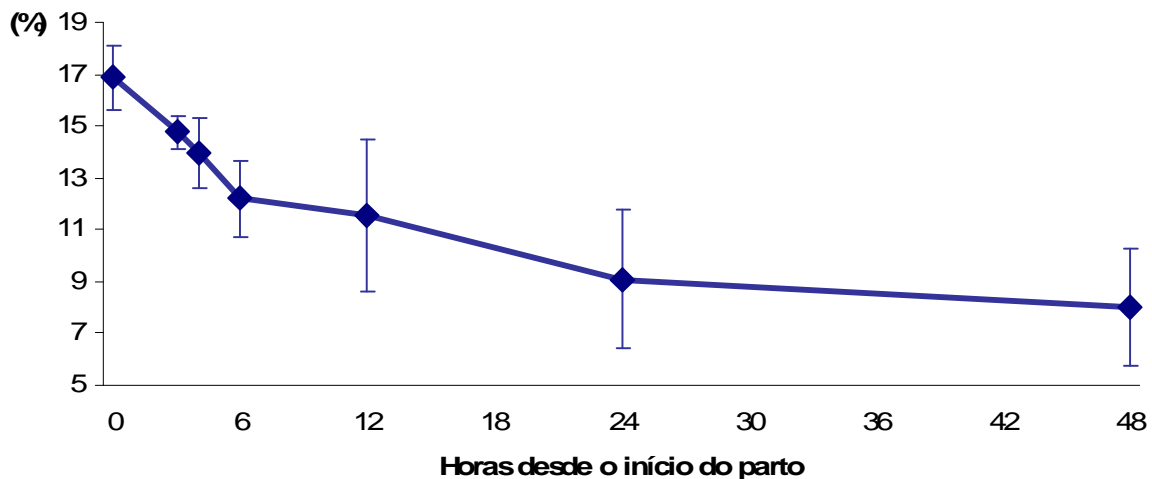


Figura 11 - Valores e evolução das percentagens de proteína no colostro de porca.

(Bourne, 1969a e b; Elliot *et al.*, 1971; Fahmy, 1972; Klobasa *et al.*, 1987; Zou *et al.*, 1992; Beyer e Jentsch, 1994; Csapó *et al.*, 1994b e 1996; Jackson *et al.*, 1995; Charneca, 2001; Tribout *et al.*, 2003; Le Dividich *et al.*, 2005b).

O teor total em proteínas do colostro, bastante elevado no início do parto, decresce abruptamente durante as primeiras 12 horas de lactação, estabilizando-se cerca das 24-48 horas pós-parto. Esta diminuição explica-se, essencialmente, por uma diminuição da concentração de conjunto das proteínas, mais particularmente das imunoglobulinas (Bourne, 1969a e b; Klobasa *et al.*, 1987).

Aminoácidos

Para além da importância dos teores globais em proteína do colostro e do leite para a nutrição e imunização dos leitões, também é importante conhecer a sua composição em aminoácidos. Foi demonstrado por Linzell *et al.* (1969) que todos os aminoácidos essenciais e alguns dos aminoácidos não essenciais presentes na proteína do leite e que eram sintetizados *de novo* pela glândula mamária, eram originários de aminoácidos correspondentes no sangue da porca.

Quando expresso relativamente à lisina, o perfil de aminoácidos do colostro e do leite, exceptuando a arginina, é muito próximo do verificado na composição de leitões recém-nascidos (Le Dividich *et al.*, 2005a). O colostro e o leite de porca são claramente deficientes em arginina (Wu *et al.*, 1999) e não se sabe se a síntese endógena será suficiente para satisfazer as necessidades desta do leitão recém-nascido (Le Dividich *et al.*, 2005a)

Evolução e valores

A composição e a evolução em aminoácidos da proteína do colostro e leite da porca foram descritas, entre outros, por Beacom e Bowland, (1951), Elliot *et al.* (1971), Dourmad *et al.* (1991), Csapó *et al.* (1994a) e Csapó *et al.* (1996) e Daza *et al.* (2004). A composição em aminoácidos totais do colostro é relativamente estável ao longo do tempo (Elliot *et al.*, 1971; Csapó *et al.*, 1996). De uma forma geral, as proteínas do colostro apresentam maiores teores de treonina, valina, fenilalanina e leucina que o leite da porca (Beacom e Bowland, 1951; Csapó *et al.*, 1996). A quebra nos teores de certos aminoácidos como a treonina, a valina e a leucina, ao longo das primeiras 24 horas pós-parto, deve-se ao facto de serem constituintes das imunoglobulinas que, também, decrescem nesse período (Elliot *et al.*, 1971; Hartmann *et al.*, 1989).

6.3.4 - Lípidos (LIP)

A fracção lipídica do colostro e leite de porca é maioritariamente constituída por triglicéridos e, em menores quantidades, por di-glicéridos e mono-glicéridos, fosfolípidos, glicolípidos, colesterol, ester de colesterol, vitaminas lipo-solúveis e ácidos gordos livres (Jenness, 1985 citado por Darragh e Moughan, 1998).

Evolução e valores

Na figura 12 são apresentados os valores e evolução dos teores lipídicos no colostro reportados em várias fontes bibliográficas.

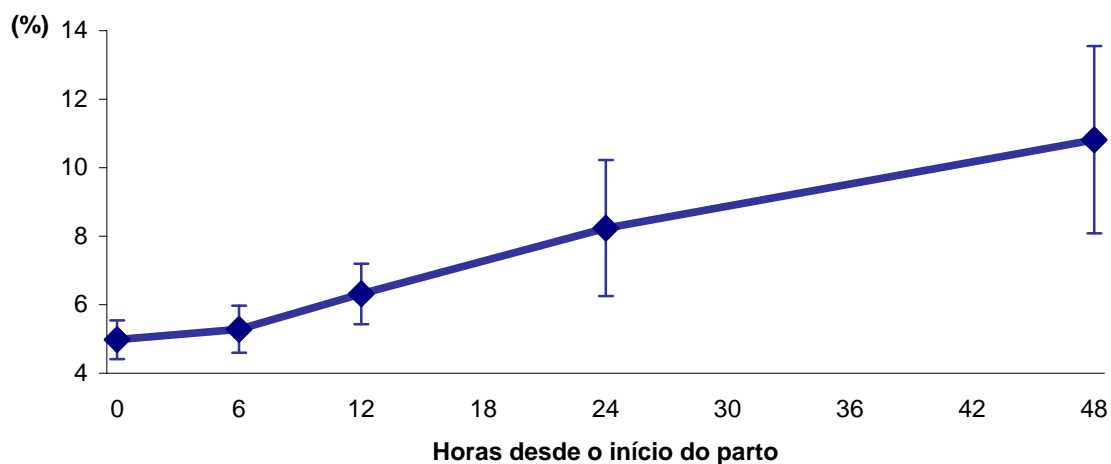


Figura 12 - Valores e evolução das percentagens de lípidos no colostro de porca.

(Elliot *et al.*, 1971; Fahmy, 1972; Klaver *et al.*, 1981; Klobasa *et al.*, 1987; Zou *et al.*, 1992; Beyer e Jentsch, 1994; Csapó *et al.*, 1994a e 1996; Jackson *et al.*, 1995; Charneca, 2001; Tribout *et al.*, 2003; Le Dividich *et al.*, 2005b).

O teor lipídico do colostro varia pouco durante o parto, durante o puerpério aumenta rapidamente até atingir o seu máximo entre os 2 – 3 dias pós-parto (Klobasa *et al.*, 1987; Jackson *et al.*, 1995; Csapo *et al.*, 1996).

Ácidos Gordos

Existe um largo espectro de ácidos gordos no colostro e no leite da porca. O colostro parece ser desprovido de ácidos gordos de cadeia curta ou média, sendo dominantes os ácidos oleico (C18:1), palmítico (C16:0) e linoleico (C18:2) (Csapó *et al.*, 1996), que representam cerca de 80% do total de ácidos gordos (Le Dividich *et al.*, 1991a; Csapó *et al.*, 1994a; Alston-Mills *et al.*, 2000).

6.3.5 - Lactose (LACT)

O principal hidrato de carbono do colostro é a lactose (Hartmann e Holmes, 1989), que tem como principal precursor a glucose do sangue da porca (Spincer e Rook, 1971 citados por Hartmann e Holmes, 1989). Durante a digestão pelo leitão a lactose é hidrolisada em glucose e galactose. Estes monossacarídeos são rapidamente absorvidos para a corrente sanguínea dos leitões, podendo ser metabolizados de imediato ou usados para restabelecimento das reservas de glicogénio hepáticas e musculares (Hartmann *et al.*, 1989 citados por Hartmann e Holmes, 1989). A lactose é também o principal constituinte osmótico do leite (Jenness, 1985 citado por

Darragh e Moughan, 1998). Pensa-se que a formação de lactose é o principal determinante da produção láctea (Hartmann e Holmes, 1989). O leite de porca contém ainda produtos intermediários da síntese de lactose e produtos da degradação do ATP e alguns monossacáridos como a galactose e frutose (Atwood e Hartmann, 1995).

Evolução e valores

Na figura 13 são apresentados os valores e evolução dos teores de lactose no colostro reportados em várias fontes bibliográficas.

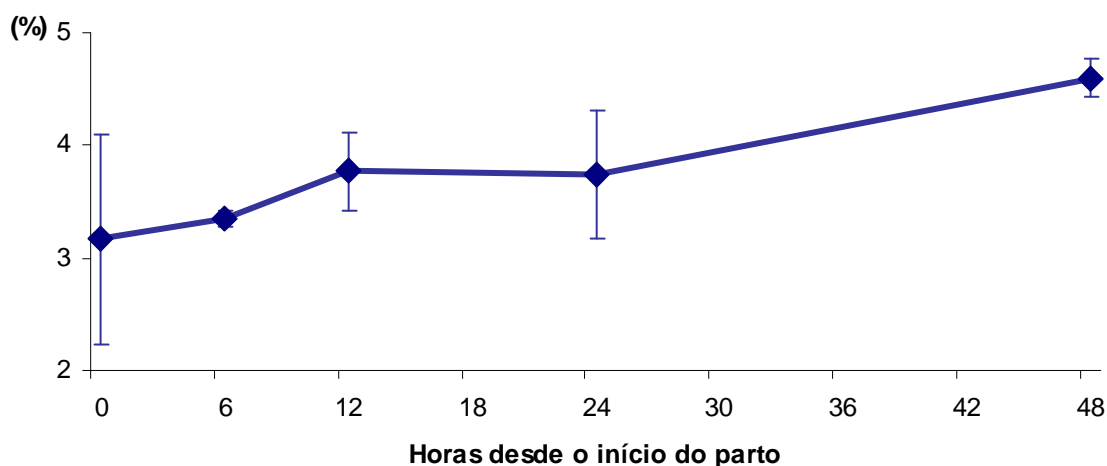


Figura 13 - Valores e evolução das percentagens de lactose do colostro de porca.

(Klobasa *et al.*, 1987; Zou *et al.*, 1992; Beyer e Jentsch, 1994; Jackson *et al.*, 1995; Charneca, 2001; Le Dividich *et al.*, 2005b).

6.3.6 - Minerais e vitaminas

O teor total em cinzas varia pouco ao longo da lactação e situa-se entre os 0,6 a 0,9% (Elliot *et al.*, 1971; Fahmy, 1972; Noblet e Etienne, 1986; Csapó *et al.*, 1996) sendo os valores observados no leite tendencialmente superiores aos observados no colostro (Elliot *et al.*, 1971; Csapó *et al.*, 1996). Especificando os minerais, segundo as observações de Elliot *et al.*, (1971) e de Csapó *et al.*, (1996), relativamente ao leite, o colostro contém maiores concentrações de potássio, sódio, zinco e cobre.

Os teores de vitaminas mantêm-se relativamente constantes nos 3 primeiros dias de lactação, diminuindo de seguida. O colostro é mais rico em vitaminas (A, D, E, K e C) que o leite (Csapó *et al.*, 1996).

O leitão recém-nascido tem baixas concentrações tecidulares de selénio e, particularmente, de vitamina E, por causa da sua baixa transferência placentária (Le Dividich

et al. 2005a). A capacidade de resposta imunitária está interligada com o status antioxidante e, portanto, relacionado com o selênio (Arthur *et al.*, 2003) e vitamina E (Pinelli-Saavedra, 2003). As concentrações de selênio e vitamina E são superiores no colostro (Mahan *et al.*, 2000 e Mahan e Peters, 2004) e as concentrações plasmáticas de vitamina E no leite aumentam marcadamente nas primeiras 24h após o nascimento.

6.3.7 - Composição e evolução da composição do leite de porca

O leite de porca apresenta, normalmente, teores energéticos inferiores aos do colostro, entre os 4190 kJ/kg e os 6160 kJ/kg. (Klaver *et al.*, 1981; Noblet e Étienne, 1986; Fowler e Gill 1989 citados por Pluske e Dong, 1998; Beyer e Jentsch 1994; Lauridsen e Danielsen 2004). As contribuições dos constituintes para a energia bruta (valor energético) são de 21,5% para a proteína bruta, de 65,0% para os lípidos e de 13,5% para a lactose (Fowler e Gill, 1989 citados por Pulske e Dong 1998).

Sobretudo a partir dos 5 dias de lactação, os teores de MS e de PROT, mantêm-se relativamente constantes, entre os 19 e os 21% para a MS e entre os 3 e os 7% para a PROT (Bourne, 1969; Fahmy, 1972; Klaver *et al.*, 1981; Klobasa *et al.*, 1987; Zou *et al.*, 1992; Csapó *et al.*, 1996; Alston-Mills *et al.*, 2000; Laws *et al.*, 2009). Comparativamente ao colostro, o leite é mais rico em metionina e lisina (Beacom e Bowland, 1951; Csapó *et al.*, 1996).

Atendendo à influência da dieta das porcas, o teor lipídico do leite pode ser bastante diferente, sendo possível encontrar valores entre os 4% e os 13% (Klobasa *et al.*, 1987; Csapó *et al.*, 1996; Gerfault *et al.*, 1999; Alston-Mills *et al.*, 2000; Laws *et al.*, 2009). No entanto, e observando a evolução dos valores intra-estudos, verifica-se que após cerca de 3 dias de lactação o teor de LIP tende a manter-se (Klobasa *et al.*, 1987) ou a decrescer lentamente ao longo da lactação (Csapó *et al.*, 1996). No leite da porca predominam os mesmos ácidos gordos referidos para o colostro. Existem, no entanto, alguns ácidos gordos de cadeia curta embora em percentagens sempre inferiores a 0,1% (Csapó *et al.*, 1996). Também se detectam alguns ácidos gordos de cadeia mais longa (com 15, 17 e 20 átomos de carbono) embora pouco expressivos (percentagens sempre inferiores a 1%; Csapó *et al.*, 1996).

Os teores de LACT do leite são ligeiramente superiores aos verificados no colostro, mantendo-se, no entanto, num intervalo relativamente estreito entre os 4% e os 7% (Klaver *et al.*, 1981; White *et al.*, 1984; Klobasa *et al.*, 1987; Zou *et al.*, 1992; Beyer e Jentsch, 1994;

Jackson *et al.*, 1995; King *et al.*, 1997; Pluske *et al.*, 1998; Revell *et al.*, 1998; Alston-Mills *et al.*, 2000; Laws *et al.*, 2009).

O teor total em cinzas é tendencialmente superior no leite contendo mais cálcio, fósforo, magnésio, ferro e manganês (Elliot *et al.*, 1971; Csapó *et al.*, 1996).

6.3.8 -Factores de variação dos principais constituintes do colostro e do leite

Genótipo: Os estudos de Zou *et al.* (1992) e de Farmer *et al.* (2007) citados por Farmer e Quesnel (2009) relataram uma influência do genótipo nos teores proteicos do colostro, sendo o de porcas Meishan e Duroc, respectivamente, superiores aos observados em porcas Yorkshire e Landrace. No estudo de Zou *et al.* (1992), a situação era inversa no leite onde se verificavam maiores teores proteicos nas amostras de porcas Yorkshire comparativamente às Meishan. Outros estudos, como os de Fahmy (1972) e Csapó *et al.* (1994b) não verificaram influência do genótipo nos teores de PROT do colostro e leite. O genótipo também parece influenciar o teor em lípidos do colostro e/ou leite. O teor em LIP é mais elevado (35 a 90%) em colostro de porcas Meishan em comparação com Yorkshire ou LW (Le Dividich *et al.*, 1991b; Zou *et al.*, 1992). Fahmy (1972) comparando 7 raças apenas verificou diferenças entre estas nos teores lipídicos do leite mas não nos do colostro. Csapó *et al.* (1994a) reportam a inexistência de um efeito genótipo para os teores lipídicos quer do colostro, quer do leite. Zou *et al.*, 1992 observaram um teor de LACT mais baixo no colostro de porcas Meishan em comparação com porcas Yorkshire, diferença não encontrada por Alston-Mills *et al.* (2000) nos mesmos genótipos. Farmer *et al.* (2007) citados por Farmer e Quesnel (2009) reportaram teores de LACT superiores no colostro de porcas Yorkshire quando comparadas com porcas Landrace Belga, Piétrain et Duroc.

Alimentação: A alimentação da porca no final da gestação e na lactação só influencia marginalmente os teores e a composição da proteína do colostro e leite. Os teores de proteína do alimento de gestação não parecem ter uma influência sobre o teor proteico do colostro (King *et al.*, 1996; Mahan, 1998; Al-Matubsi *et al.*, 1998), embora níveis superiores de lisina no final da gestação possam aumentar o teor proteico do colostro (Yang *et al.*, 2008). Klaver *et al.* (1981) não observaram qualquer influência do regime alimentar sobre o teor proteico do leite. Já Göransson, (1990) reportou que uma restrição alimentar relativamente severa no final da gestação conduz à diminuição do teor proteico do colostro, mas não do leite. Os níveis proteicos da dieta de lactação podem influenciar os níveis proteicos do leite de porcas primíparas (King *et al.*, 1993), embora os efeitos sejam mais marcados nas dietas com baixa

proteína. Já o teor de LIP do colostro e leite e a sua composição em ácidos gordos dependem, em grande medida, do teor e da natureza dos LIP do alimento materno no final da gestação e durante a lactação. Assim, um aporte suplementar de LIP, na dieta de final de gestação e/ou de lactação da porca aumenta significativamente o teor de LIP do colostro e/ou do leite (Coffey *et al.*, 1982; Coffey *et al.*, 1987; Jackson *et al.*, 1995; Averette *et al.*, 1999). Paradoxalmente, uma restrição alimentar no final da gestação também faz aumentar a proporção de LIP no colostro (Göransson, 1990). As proporções dos diferentes ácidos gordos mudam continuamente durante a lactação, consistentemente com as alterações da composição em ácidos gordos dos triglicéridos do sangue (Witter e Rook, 1970; Csapó *et al.*, 1996). Assim, um regime à base de óleos vegetais comparativamente a um baseado em amido aumenta a proporção de ácido linoleico (C18:2) e linolénico (C18:3) (Seerley *et al.*, 1978; Newcomb *et al.*, 1991) no colostro e no leite, enquanto que um regime suplementado com gordura animal aumenta o teor em ácidos gordos monoinsaturados (Seerley *et al.*, 1981; Coffey *et al.*, 1982). Diferenças na composição em ácidos gordos do leite de porcas de acordo com a natureza dos lípidos da dieta de gestação das porcas também foram descritas por Gerfault *et al.* (1999) ou por Law *et al.* (2009). De acordo com a bibliografia consultada não parece haver nenhuma influência da alimentação das porcas sobre os teores de LACT do colostro ou leite.

Outros factores: existem ainda alguns factores que, embora de forma aparentemente marginal, podem influenciar a composição do colostro e leite, entre eles temos: i) duração da gestação (o parto prematuro ou induzido reduz o teor de LIP do colostro, não tendo efeito sobre o leite, Jackson *et al.*, 1995); ii) condição corporal das porcas (porcas em melhor condição corporal ao parto produzem leite com maiores teores de PROT, Klaver *et al.*, 1981); iii) Número de ordem de parto (maiores teores de PROT mas menores teores de LIP e LACT em porcas primíparas comparativamente a porcas múltiparas, Tuchscherer *et al.*, 1994).

6.3.9 – Imunoglobulinas

As imunoglobulinas (Ig's) presentes no colostro e leite de porca são a IgG, IgA e a IgM. Os trabalhos de Bourne e Curtis (1973) e de Devillers *et al.* (2004a) apontam para que a totalidade da IgG no colostro de porca ser proveniente do seu sangue. Segundo o trabalho de Bourne e Curtis (1973) cerca de 40% da IgA e uma elevada proporção da IgM do colostro são provenientes do sangue da porca.

A diminuição da relação entre as concentrações de IgG no colostro e no plasma das porcas, 10h após o parto, sugere que está a ocorrer o encerramento das junções do epitélio

mamário (Devillers *et al.*, 2004a). A progesterona poderá ter um papel importante na transferência da IgG do plasma para o colostro. Devillers *et al.* (2004a) verificaram que o decréscimo da IgG plasmática ocorre quando as concentrações de progesterona ainda são elevadas.

Valores e evolução

Os valores de Ig's totais decrescem rapidamente após o início do parto (Bourne, 1969; Klobasa *et al.*, 1987) observando-se, segundo Klobasa *et al.* (1987), uma diminuição destas às 12 horas postpartum para valores inferiores em mais de 50% aos obtidos durante o parto.

Na figura 14 é apresentada a evolução geral dos teores em Ig's do colostro e leite de porca.

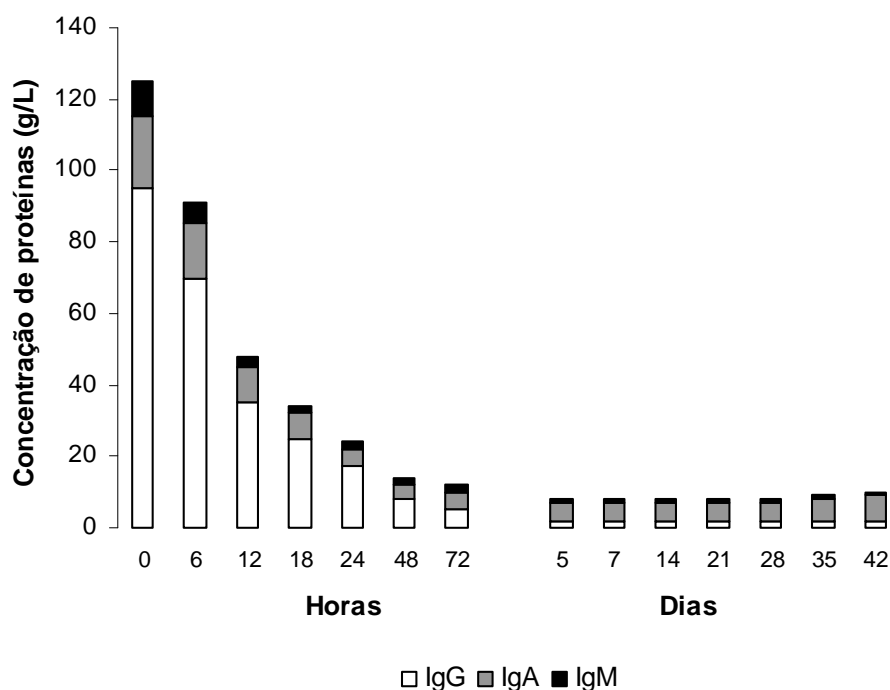


Figura 14 – Variações das concentrações de imunoglobulinas durante a lactação da porca.

(modificado de Klobasa *et al.*, 1987).

Concomitantemente à diminuição substancial dos teores em Ig's ao longo do tempo também se verifica uma mudança nas suas proporções relativas. Assim, enquanto que no colostro a Ig predominante é a IgG (representando cerca de 60 a 75% do total de Ig's, Bourne, 1976; Klobasa *et al.*, 1987), no leite a Ig predominante é a IgA (Jensen e Pedersen 1979; Le Dividich *et al.*, 2005a) constituindo mais de 70% do total das Ig's, do décimo quarto dia de lactação para a frente (Darragh e Moughan, 1998).

6.3.9.1 - Imunoglobulina G (IgG)

Na figura 15 são apresentados os valores de IgG do colostro e leite e sua evolução segundo algumas das fontes consultadas.

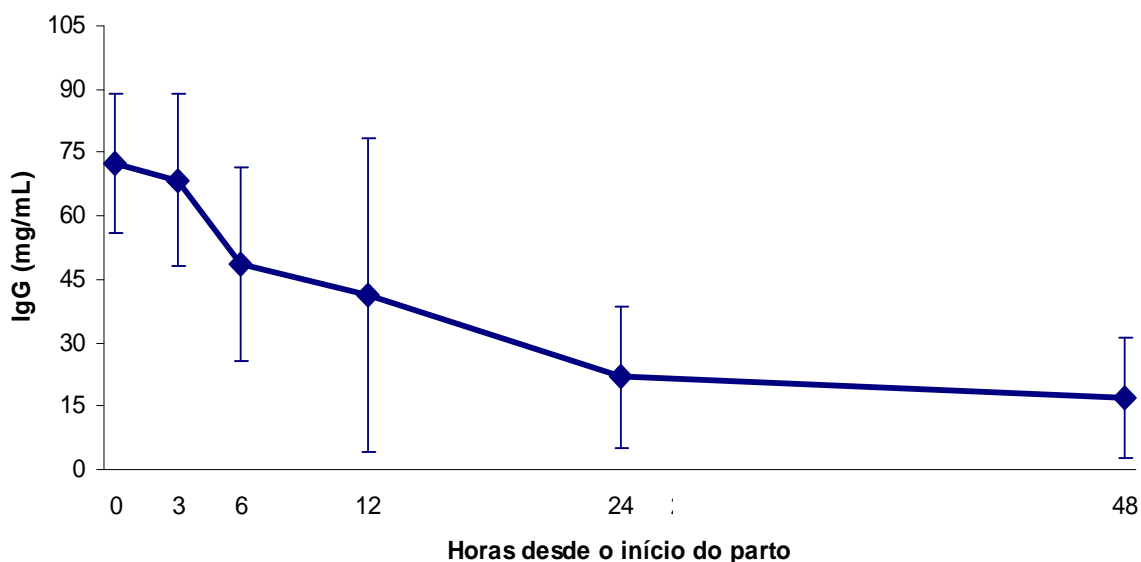


Figura 15 – Evolução dos teores de imunoglobulina G (IgG) no colostro de porca. Fontes: Klobasa *et al.*, 1987 ; Machado Neto *et al.*, 1987 ; Jackson *et al.*, 1995 ; Bland *et al.*, 1999; Prieto *et al.*, 1999; Bland *et al.* 2003 ; Devillers *et al.*, 2004a ; Le Dividich *et al.*, 2004 . Alguns valores foram estimados por observação de gráficos. Os tempos 0h, 3h e 6h da figura, são de observações nos tempos 0-1h, 3-4h e 6-8h, respectivamente.

Vários autores observaram também uma elevada variabilidade, isto é, os coeficientes de variação entre animais são bastante elevados. É o caso do estudo de Klobasa *et al.*, (1987) que referiu coeficientes de variação entre 31% e 72%, de acordo com o tipo (tempo) de amostra considerada. Essa elevada variabilidade também foi realçada por outros autores (Bland *et al.*, 2003; Le Dividich *et al.*, 2004).

Factores de variação

A variabilidade individual parece ser um dos principais, senão o principal, factor influenciador dos níveis de IgG do colostro. Le Dividich e Rooke (2006), num artigo de revisão, sublinharam que as variações dos teores de IgG do colostro são dominadas pela variação entre porcas. De facto, vários são os estudos onde é reportada essa influência individual (Inoue *et al.*, 1980; Klobasa *et al.*, 1987; Klobasa e Butler, 1987; Svendsen *et al.*, 2005; Bland e Rooke, 1998; Bland *et al.*, 1999; Le Dividich *et al.*, 2004).

Outros factores, ligados à porca ou ao ambiente produtivo, poderão ter também uma influência significativa sobre as concentrações de IgG no colostro. Entre estes destacamos o genótipo (Inoue *et al.*, 1980) e os planos de vacinação das porcas (Bourne *et al.* 1978; Inoue *et al.*, 1980). Foram também encontradas diferenças nos teores de IgG do colostro de acordo com: o número de ordem de parto, menores nos primeiros partos (Inoue *et al.*, 1980; Klobasa *et al.*, 2004); secção do úbere (ou teto) de onde é extraído o colostro (Bland e Rooke, 1998); o tipo de exploração, número de animais e estação do ano (Inoue *et al.*, 1980). Finalmente, no que respeita à alimentação das porcas, o perfil de ácidos gordos das dietas de gestação também parece poder influenciar as concentrações de IgG do colostro (Laws *et al.*, 2009), enquanto que a inclusão de ácido linoleico conjugado (CLA) (Rossi *et al.*, 2004; Bontempo *et al.*, 2004), de óleo de fígado de tubarão (Mitre *et al.*, 2005) ou dietas líquidas fermentadas com *Lactobacillus salivarius* (Brooks *et al.*, 2004) parecem fazer aumentar concentrações de IgG no colostro de porca.

6.3.9.2 - Imunoglobulina A (IgA)

A imunoglobulina A protege a superfície da mucosa intestinal contra infecções providenciando uma barreira protectora da superfície da mucosa que está em contacto com os agentes patogénicos (Inoue, 1981a). A IgA também parece agir sinergicamente com a lactoferrina e lactoperoxidase nas suas acções bactericidas, para além de ter uma função anti-inflamatória (Goldblum, 1990).

Valores e evolução: os valores de IgA e sua evolução foram relatados por vários investigadores entre os quais Jensen e Pedersen (1979), Inoue (1981a) e Klobasa *et al.* (1987). Segundo estes últimos, os teores de IgA foram cerca de 21mg/ml ao início do parto e cerca de 5 mg/ml entre os 3 e 28 dias de lactação.

Factores de variação: Tal como a IgG os teores de IgA no colostro e leite são influenciados por diversos factores: genótipo (Inoue, 1981a); teto/secção do úbere (Svendsen e Brown, 1973 citados por Svendsen *et al.*, 2005); número de ordem de parto (Inoue, 1981a); alimentação das porcas (Brooks *et al.* 2004); vacinação (Inoue, 1981a).

6.3.9.3 - Imunoglobulina M (IgM)

A IgM é a imunoglobulina menos abundante no colostro (Jensen e Pedersen, 1979; Klobasa *et al.*, 1987; Brooks *et al.*, 2004) mas mostrou ter um papel importante como anticorpo de bactérias gram-negativo (Franeck *et al.*, 1962 e Rowley e Turner, 1964 citados por Inoue, 1981b) e confere aos leitões recém-nascidos uma actividade bactericida contra a

Escherichia coli (Porter e Hill, 1970 citados por Inoue, 1981b). A IgM é vista como tendo um papel complementar ao da IgA na resposta imunitária local do tracto digestivo (Allen e Porter, 1970 citados por Inoue, 1981b).

Valores e evolução: os valores de IgM e sua evolução foram reportados por vários investigadores entre os quais Jensen e Pedersen (1979), Inoue (1981b) e Klobasa *et al.* (1987). Segundo estes últimos, os teores de IgM eram cerca de 9mg/ml ao início do parto e cerca de 1-2 mg/ml entre os 5 e 28 dias de lactação.

Factores de variação: apenas foi possível encontrar uma fonte bibliográfica com alguns factores de variação dos teores de IgM (Inoue, 1981b). Este autor reporta uma influência mais marcada pela estação do ano nos teores de IgM (teores maiores na Primavera e Inverno), pelo genótipo, por certos tipos de vacinação, uma influência moderada da idade da porca (teores maiores nas porcas mais velhas) e das características da exploração.

Para além das imunoglobulinas, o colostro contém ainda leucócitos e outras células imunologicamente activas. O colostro (e o leite em menor grau) contém lactoferrina, uma proteína de ligação ao ferro que, de forma não específica, inibe o crescimento bacteriano (Elliot *et al.*, 1984). O colostro e leite de porca contém lisozima (Schulze e Müller, 1980), enzima que está relacionada com actividade bactericida em associação com outros componentes, particularmente com a IgA (Hartmann *et al.*, 1989). Estão também presentes no colostro e leite, lactoperoxidase (Hartmann *et al.*, 1989 e Bjorck, 1992 citado por Gallagher *et al.*, 1997) que também tem acções bactericidas e, ainda, vários tipos de células incluindo neutrófilos, macrófagos, células epiteliais, eosinófilos e linfócitos (Lee *et al.* 1983; Wagstrom *et al.* 2000). A presença destas células fagocitárias e linfóides, no colostro e leite, poderá auxiliar na protecção contra infecções na glândula mamária da porca e no intestino dos leitões recém-nascidos (Lee *et al.*, 1983; Hartmann *et al.*, 1989).

6.3.10 - Factores de crescimento

O colostro e o leite de várias espécies de mamíferos contém substâncias que promovem o crescimento e desenvolvimento de tecidos, nas suas crias. Kanitz *et al.* (1994) demonstraram a existência de insulina, IGF-1 (Insuline-like growth factor 1) e EGF (Epidermal growth factor) no colostro e leite de porca, que são, entre os factores de crescimento, os que têm merecido mais atenção a nível da investigação científica sobretudo devido aos seus efeitos no crescimento e desenvolvimento intestinal do leitão recém-nascido.

As concentrações de IGF-1 são mais elevadas no colostro, comparativamente ao leite (Simmen *et al.*, 1990; Donovan *et al.*, 1994; Kanitz *et al.*, 1994). No colostro, Averette *et al.* (1999) reportam valores entre 167e 228ng/ml para o colostro recolhido logo após o primeiro leitão nascido e valores decrescentes até aos 32-61ng/ml às 24 h e ainda mais baixos às 48h (6-22ng/ml). Donovan *et al.* (1994) observaram valores de IGF-1 de 72 ng/ml no colostro e de 12ng/ml no leite (d14).

Factores de variação: Para além da sua evolução ao longo da lactação, as concentrações de IGF-1 podem ser influenciadas pelo genótipo (Simmen *et al.*, 1990), número de ordem de parto (Campbell e Baumrucker, 1989 citados por Odle *et al.* 1996; Averette *et al.*, 1999) ou pela alimentação de gestação das porcas (Averette *et al.*, 1999).

Funções dos factores de crescimento (IGF-1)

A atenuada secreção gástrica e digestão proteolítica incompleta no recém-nascido (Hartman *et al.*, 1961) permitirá que os factores de crescimento peptídicos (para além das Ig's) possam chegar ao intestino intactos. Uma vez chegado ao intestino delgado, o IGF-1 provoca o aumento da massa do intestino delgado e da altura das vilosidades, assim como aumenta as actividades das enzimas lactase e sucrase (Houle *et al.* 1997) melhorando a assimilação dos nutrientes. O IGF-1 parece ainda exercer efeitos imunológicos no intestino (Baumrucker e Blum, 1993 citados por Averette *et al.* 1999) e aumentar a velocidade de reparação após infecção (Odle *et al.*, 1996). As ligações aos receptores de IGF (1 e 2) presentes no intestino são maiores em animais recém-nascidos decrescendo com a idade (Donovan *et al.*, 2004). O IGF-1 também tem um efeito inibitório sobre a apoptose (Rosfjord e Dickson, 1999).

6.4 – Colostro: métodos de quantificação, produção e factores de variação

6.4.1 - Metodologias de quantificação da produção de colostro

A produção de colostro é contínua durante o parto tornando-se descontínua com as amamentações, que ocorrem em intervalos \pm regulares de 40 a 60m (Hemsworth *et al.*, 1976). A produção de colostro pela porca pode ser estimada pelo aumento do peso das ninhadas entre o nascimento e as 24h (Le Dividich *et al.*, 2004). Na medida em que a ingestão de colostro pelo leitão representa 86-88% da variação do seu peso no primeiro dia de vida (Le Dividich *et al.*, 2005a e b), o aumento de peso da ninhada, durante as primeiras 24h após o parto, é um bom marcador da quantidade de colostro ingerido pelos leitões (Le Dividich *et al.*, 2005a) e, portanto, da sua produção pela porca.

As técnicas de determinação da produção de colostro pelas porcas têm como base a ingestão individual dos leitões. Várias técnicas têm sido propostas e utilizadas, entre elas temos a técnica da pesagem-mamada-pesagem (weigh-suck-weigh; WSW) (Speer e Cox, 1984) e o método da diluição do “oxide deuterium” (D2O) (Pettigrew et al., 1985), ambas utilizadas também para a quantificação da produção de leite. Mais recentemente, Devillers *et al.* (2004b) desenvolveram uma equação de estimativa da ingestão de colostro que tem em consideração os pesos dos leitões ao nascimento e após um período de 17-25h de amamentação e o tempo entre o nascimento e a primeira ingestão de colostro. Este último varia entre os 15 e os 30 minutos (Rohde Parfet e Gonyou, 1988; Hemsworth *et al.* 1976; de Passillé e Rushen, 1989). Em condições de exploração os autores estimam que o erro associado à equação ronda os 8-10%. O cálculo de produção das porcas pode ficar um pouco subestimado pois, como a fórmula apenas é fiável a partir das 17h, logo a ingestão dos leitões que morreram até essas horas não é contabilizada. No entanto, segundo Damm *et al.*, (2005) 72% dos leitões nascidos vivos que morreram nos primeiros 4 dias após o parto não tinham ingerido nenhum colostro, o que torna este possível erro bastante limitado.

6.4.2 – Produção de colostro e factores de variação

Quantidades

Devillers *et al.*, (2005) reportaram uma produção média de colostro de 3,57kg em 24h. Devillers *et al.*, (2007), relataram um valor médio de produção de colostro por porcas LWxLR de 3,67kg durante as primeiras 24h, mas salientaram a existência de valores extremos de 1,91kg e 5,31kg. Valores de 4,01 kg e 4,1kg em 24h foram observados mais recentemente por Quesnel *et al.* (2008) e Le Dividich *et al.* (2009), respectivamente.

Não nos foi possível encontrar qualquer fonte bibliográfica onde estivesse quantificada a produção de colostro em porcas Alentejanas ou em outras raças do tipo Mediterrânico.

Factores de variação

Salientamos relativa escassez de estudos acerca da produção de colostro e dos factores que eventualmente a influenciarão. A principal característica da produção de colostro é a sua enorme variabilidade (Le Dividich *et al.*, 2005a). Essa variabilidade foi verificada nos estudos de Thomson e Fraser (1988), Le Dividich *et al.*, (2004) e Devillers *et al.* (2007) em suínos e também por Pattinson *et al.* (1995) e Pattinson e Thomas (2004), em ovelhas. Contrariamente à produção leiteira, a produção de colostro (ou o aumento de peso da ninhada) parece ser bastante independente das características das ninhadas sendo a porca o principal factor de

variação (Le Dividich *et al.*, 2005a). Segundo Devillers *et al.* (2007) o tamanho da ninhada não afecta a produção de colostro pelas porcas. Apesar de na porca se desconhecer a existência duma componente genética na produção de colostro (Le Dividich *et al.*, 2005a), em ovinos, segundo os trabalhos de Pattinson e Thomas (2004), as ovelhas filhas de machos de linhas de aptidão leiteira produziram mais colostro que as ovelhas filhas de machos de linhas de aptidão carne. A produção de colostro pode ser muito afectada ou totalmente inibida por problemas patológicos como o síndrome MMA (Metrite, Mastite, Agaláxia) (Le Dividich *et al.*, 2005a). Embora estes sejam pouco comuns (<2%; Aumaitre *et al.*, 1979) porcas com partos prematuros produzem menos colostro (Milon *et al.*, 1983). A desregulação hormonal ou metabólica no final da gestação, parto e início da lactação poderá estar na origem de produções de colostro inferiores (de Passillé *et al.*, 1993; Le Dividich *et al.*, 2005a). A restrição alimentar (80% do *ad libitum*) durante o período pré-púbere prejudicou a mamogénese de marrãs abatidas após o seu 1º ou 2º estro (Farmer *et al.*, 2004). No entanto, segundo Le Dividich *et al.* (2005a) não se sabe se o nível alimentar durante a gestação tem efeitos no desenvolvimento mamário ao parto ou na produção de colostro. Em ovinos, existe uma relação muito próxima entre o nível de alimentação durante a gestação e a produção de colostro (Mellor e Muray, 1986; O'Doherty e Crosby, 1996) não existindo, de nosso conhecimento, estudos similares em porcas. Devillers *et al.* (2007) observaram uma ligeira influência do número de ordem de parto na produção de colostro com as porcas de 2º e 3º partos a apresentarem, tendencialmente, maiores produções em comparação com primíparas.

6.5 - Ingestão de colostro pelos leitões

As técnicas de estimativa da ingestão do colostro já foram revistas no ponto 6.4.1. Na impossibilidade de utilizar qualquer dessas técnicas é de referir que o aumento de peso dos leitões nas primeiras 24h de vida pode ser explicado em 86 a 88% (Le Dividich *et al.*, 2005a e b) pela ingestão de colostro. Ou seja, o aumento de peso do leitão nesse período é um indicador bastante fiável do consumo de colostro.

Quando existe um fornecimento ilimitado de colostro o seu consumo pelo leitão, em 24h, pode chegar a valores elevados perto dos 450g/kg de peso ao nascimento (Le Dividich *et al.*, 1997), ou seja, a capacidade de ingestão de colostro pelo leitão é muito elevada logo ao nascimento. Em leitões amamentados pelas porcas as ingestões de colostro nas primeiras 24h são mais baixas (quadro 7). O padrão de ingestão do colostro (ou as quantidades consumidas ao longo do tempo) não é uniforme. Segundo Fraser e Rushen (1992) e Le Dividich *et al.*

(1997) a ingestão de colostro nas primeiras mamadas (ou nas primeiras 1, 2h após nascimento) podem constituir cerca de 20 a 25% do total de ingestão de colostro durante o primeiro dia.

Quadro 7 – Ingestão de colostro total e relativa por leitões amamentados pelas progenitoras (espontâneo) ou alimentados por biberão nas primeiras 24h após o nascimento.

Fonte	ICOL (g)	ICOL/kg de peso ao nascimento (g)	Observações
Le Dividich e Noblet (1981a)	212-290		Espontâneo em diferentes condições térmicas ambientais
Milon <i>et al.</i> (1983)	315	274	Espontâneo
Burrin <i>et al.</i> (1994)		456	Biberão
Le Dividich <i>et al.</i> (1997)	584	436	Biberão
Bland <i>et al.</i> (2003)	-	348	Espontâneo
Devillers <i>et al.</i> (2004b)	427	298	Espontâneo
Devillers <i>et al.</i> (2004b)		448	Biberão
Devillers <i>et al.</i> (2007)	300	217	Espontâneo

ICOL – ingestão de colostro

Factores de variação da ingestão de colostro

O coeficiente de variação (CV) intra-ninhada da ingestão de colostro varia entre 15 e 110% (média 40%) enquanto que o CV entre ninhadas é da ordem dos 30% o que indicia que a ingestão de colostro é altamente variável (Le Dividich *et al.*, 2005a). Vários são os factores que a podem influenciar e que são revistos seguidamente.

Considerando factores ligados ao leitão e intra-ninhada, verificou-se em diversos estudos (Le Dividich e Noblet, 1981a; Le Dividich *et al.*, 2004; Devillers *et al.*, 2007) que existe uma correlação positiva entre o peso ao nascimento e a ingestão de colostro. Por cada aumento de 100g no peso ao nascimento a ingestão de colostro aumentou 18g (Le Dividich *et al.*, 2004) e 28g (Devillers *et al.*, 2007). Neste último estudo, mesmo considerando a ingestão por kg de peso ao nascimento, os leitões mais pesados apresentaram relação de consumo de colostro superior à dos seus irmãos mais leves, indiciando a sua maior competitividade. A ordem de nascimento no parto parece não influenciar a ingestão de colostro. De facto, os leitões nascidos mais tarde no parto conseguem compensar o seu atraso, relativo ao consumo de colostro, em relação aos seus irmãos nascidos mais cedo (Bland *et al.*, 2003; Devillers *et al.*, 2007). Esta ausência de influência da ordem de nascimento pode ser explicada pelo facto, já referido, da ingestão de colostro ser muito elevada logo nas primeiras horas após o

nascimento (Fraser e Rushen, 1992; Herpin e Le Dividich, 1995; Le Dividich *et al.*, 1997) e, assim, os leitões nascidos primeiro estarão “satisfeitos” e menos activos e, eventualmente, a dormir na altura em que nascem os últimos leitões da ninhada, permitindo que estes mamem sem grande competição (Le Dividich *et al.*, 2005a; Devillers *et al.*, 2007). Todos os leitões nascidos com problemas de hipóxia, “splayleg”, cordão umbilical rompido, envoltos nas membranas placentárias e com dificuldades de respiração ao nascimento apresentaram consumos de colostro inferiores (Devillers *et al.*, 2007). Uma parte dessa diminuição no consumo de colostro, por parte destes leitões, poderá ser explicada pelo maior tempo que estes levam para aceder aos tetos e mamarem (Herpin *et al.*, 1996).

Na medida em que, como atrás referido, o tamanho da ninhada não terá influência sobre a produção total de colostro pelas porcas (Devillers *et al.*, 2007), a quantidade de colostro disponível por leitão será inferior nas ninhadas maiores.

Os leitões prematuros apresentaram menores ingestões de colostro que leitões nascidos após uma gestação de duração normal (Milon *et al.*, 1983)

De entre os factores ligados ao ambiente, destacamos a temperatura. De facto, os estudos de Le Dividich e Noblet (1981 a e b) mostram claramente um efeito da temperatura ambiente na ingestão de colostro. Os leitões expostos a uma temperatura ambiente de 18-20°C consumiram menos colostro (quantificada em Le Dividich e Noblet, 1981a, em menos 37%) comparativamente a leitões expostos a uma temperatura ambiente de 30-32°C.

6.6 - Funções do colostro

6.6.1 – O colostro como vector de imunidade passiva

A natureza epiteliocorial da placenta nos suínos não permite a transferência de imunoglobulinas através da placenta ao contrário do que acontece, por exemplo nos humanos (Bourne *et al.*, 1978; Rooke *et al.*, 2002). Na prática, o leitão recém-nascido é virtualmente desprovido de IgG e é através do colostro que este poderá obter protecção imunitária passiva, até que seja capaz de sintetizar quantidades adequadas de IgG (Le Dividich *et al.*, 2005a).

O consumo insuficiente de colostro pode conduzir a uma deficiente transferência de imunoglobulinas maternas para o animal recém-nascido e, portanto, aumentar a sua susceptibilidade a infecções não só no período pós-natal imediato (Drew e Owens, 1988) como também após o desmame (Varley *et al.*, 1986 citados por Rooke *et al.*, 2002). Num estudo de Yaguchi *et al.* 1980 verificou-se uma relação directa entre as concentrações dos leitões em gama globulinas séricas e a sua sobrevivência durante os primeiros 2 meses.

Também Hendrix *et al.* (1978) verificaram que os leitões sobreviventes aos 21 dias apresentavam níveis superiores de gama globulinas logo a partir das 14h de idade, relativamente aos mortos. Por outro lado, uma boa imunização reveste-se de uma grande importância, não só na sobrevivência, pela menor susceptibilidade a infecções na fase final da lactação e ao desmame (Varley *et al.*, 1986 citados por Le Dividich *et al.*, 2005a), como também na performance pós-desmame (Edwards e Rooke, 1999).

A chegada de imunoglobulinas intactas até ao intestino delgado, onde a absorção de proteínas intactas ocorre, é facilitada por três factores: (i) ao nascimento e nos primeiros dias de vida a protease dominante no estômago é a quimosina em vez da pepsina (Sanglid *et al.*, 2000) o que resulta numa “coagulação” do colostro e leite; (ii) a actividade proteolítica do tracto gastrointestinal é baixa ao nascimento; (iii) o colostro contém inibidores das proteases (Weström *et al.*, 1985; Zhou *et al.*, 2003) que além de protegerem da hidrólise as imunoglobulinas também protegem os factores de crescimento como o IGF-1 (Zhou *et al.*, 2003).

No leitão recém-nascido as macro moléculas são transmitidas de forma não selectiva através da parede intestinal para a corrente sanguínea (Svendsen *et al.*, 2005). As imunoglobulinas são rapidamente absorvidas, por pinocitose não específica, para dentro dos enterócitos do intestino delgado do leitão recém-nascido (Payne e Marsh, 1962 citados por Le Dividich *et al.*, 2005a; Clarke e Hardy, 1971) (figura 16).

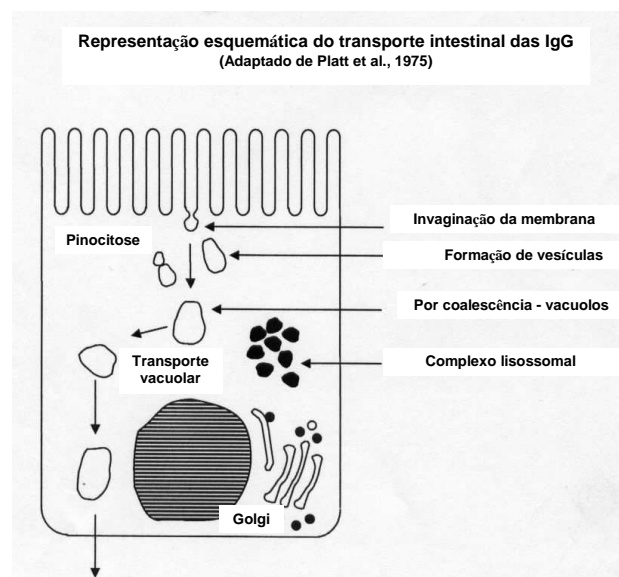


Figura 16 – Esquema representativo do transporte intestinal das imunoglobulinas.

A diminuição da transferência de macromoléculas começa 6 a 12h após o consumo de colostro e progride até às 24-48h (Murata e Namioka, 1977; Weström et al., 1984). No entanto, de acordo com Klobasa *et al.* (1991) e Le Dividich *et al.* (2005b) o encerramento da mucosa está completo na maioria dos leitões entre as 9 e as 15h após a primeira ingestão de colostro. Vários factores influenciam o encerramento da mucosa intestinal, entre eles, a quantidade de colostro ingerida revela-se de elevada importância (Lecce e Morgan, 1962; Le Dividich *et al.*, 2005b). De facto, a ingestão de quantidades relativamente pequenas de colostro (70 a 120 g/kg de peso ao nascimento) são suficientes para induzir o encerramento da mucosa (Le Dividich *et al.*, 2005b; Svendsen *et al.*, 2005) enquanto que em leitões mantidos em jejum durante 24h (Klobasa *et al.*, 1991) ou até às 86h (Lecce e Morgan, 1962) continuam, após esses períodos, capazes de absorver IgG. Factores humorais libertados em resposta à alimentação (Leary e Lecce, 1978) ou nutrientes (lactose) que o leitão ingere (Werhahn *et al.*, 1981) aparentam ter menor importância neste evento. Svendsen *et al.* (1986) reportam que a administração subcutânea de grandes doses de insulina (5UI) acelera o encerramento da mucosa. No entanto, em leitões alimentados por porcas, o pico plasmático de insulina associado à ingestão de colostro é cerca de 8 a 11 vezes (Le Dividich *et al.*, 2005b) menor que o verificado em resposta à administração de 5UI de insulina. Burrin *et al.* (1995) concluíram que a insulina proveniente do colostro tem apenas uma pequena contribuição para as concentrações de insulina dos leitões alimentados com colostro. Portanto, em leitões alimentados por porcas, é pouco provável que a insulina contribua substancialmente para o encerramento da mucosa. É mais provável, que o efeito observado da insulina na redução da absorção de macromoléculas seja secundário relativamente à ingestão de nutrientes.

Após a imunização passiva via colostro e, de acordo com Porter e Hill (1970), as concentrações de IgG, IgA e IgM adquiridas começam a baixar em pouco tempo. Efectivamente, são variados os estudos (Jensen e Pedersen, 1979; Klobasa *et al.*, 1981; Le Dividich *et al.*, 2004) que mostraram a diminuição dos níveis séricos de IgG existentes entre os 1-3 dias de idade e os verificados nas idades mais comuns de desmame (21-28dias). Essa diminuição será devida, por um lado, a um efeito de diluição associado ao aumento do peso dos leitões e, conseqüentemente, do seu volume de sangue (Le Dividich *et al.*, 2004) e por outro lado, ao esbatimento das IgG absorvidas que têm uma meia-vida de cerca de 10 dias (Curtis e Bourne, 1973; Klobasa *et al.*, 1981).

Apesar desta diminuição das concentrações séricas de IgG nos leitões, estes começam a sintetizar IgG precocemente, a partir de cerca dos 7 dias de idade (Drew e Owen, 1988).

As relações entre os níveis de imunização passiva e o desenvolvimento da imunidade activa são controversas. Nos estudos de Klobasa *et al.* (1981) verificou-se que o aparecimento de IgG sintetizada pelo leitão era progressivamente atrasado à medida que as quantidades de IgG absorvidas através do colostro aumentavam. Parecia, portanto, haver uma relação negativa entre o desenvolvimento da imunidade activa e a aquisição de imunidade passiva. No entanto, os autores não tiveram em consideração o crescimento dos leitões durante a amamentação e o conseqüente aumento do volume sanguíneo. Observações mais recentes (Rooke *et al.*, 2003) sugeriram que existe uma relação positiva entre a imunização passiva e o desenvolvimento da imunidade activa. Também Le Dividich *et al.*, (2004), Devillers (2004) e Cariolet *et al.*, (2007) mostraram uma relação positiva e significativa entre as concentrações de IgG pouco tempo após o nascimento e ao desmame.

Os valores de imunização passiva dos leitões, ou seja, as suas concentrações séricas de IgG após algumas horas de ingestão de colostro, são relativamente variáveis, existindo relatos de valores desde cerca de 20 mg/ml (Jesen *et al.*, 2001) até valores superiores a 40mg/ml observados por Klobasa *et al.* (1981) e por Bland *et al.* (2003), existindo vários trabalhos com valores intermédios a estes (Jensen e Pedersen, 1979; Bate e Hacker, 1985b; Machado-Neto *et al.*, 1987; Gomez *et al.*, 1998; Le Dividich *et al.*, 2004; Cariolet *et al.*, 2007) quer em leitões alimentados por biberão quer em leitões amamentados naturalmente pelas porcas.

O leitão tem que lidar com um ambiente em constante mudança à medida que tenta mamar e, com isso, obter nutrientes e imunidade. Simultaneamente à alteração rápida da composição do colostro ao longo das primeiras horas de lactação, o leitão tem que competir com os seus irmãos pelo acesso aos tetos. Nesta situação, a ingestão total de colostro e as quantidades de IgG recebidas através do colostro podem variar muito (Rooke e Bland, 2002). Os principais factores que influenciam as concentrações de IgG nos primeiros dias (2 a 3) após o nascimento são: a quantidade de colostro ingerido (Le Dividich *et al.*, 2005b, Svendsen *et al.*, 2005) condicionada por, entre outros factores, pelo do peso do leitão e a concentração de IgG no colostro (Werhahn *et al.*, 1981) dependente por sua vez de factores individuais das porcas e da ordem de nascimento (de Passillé *et al.*, 1988; Koblasa *et al.*, 2004; Le Dividich *et al.* 2004; Cariolet *et al.*, 2007).

Outros factores que podem influenciar a qualidade (riqueza em IgG) ou a quantidade de colostro ingerida são a hipóxia (Herpin *et al.*, 1996), a prematuridade (Milon *et al.*, 1983), os tamanhos de ninhada superiores ao número de tetos funcionais das porcas (Rooke e Bland, 2002) e assim, também poderão afectar a imunização passiva dos leitões.

A eficiência da absorção das IgG parece ser aumentada aquando da suplementação das porcas com vitaminas com propriedades antioxidantes (A e E). A título exemplificativo, no estudo de Bland *et al.* (2001), verificou-se um aumento da concentração de IgG plasmáticas em leitões de porcas cujas dietas foram suplementadas com concentrações superiores de vitaminas A, C e E. No entanto, os mecanismos através dos quais as vitaminas antioxidantes aumentam a eficiência de absorção das IgG não são conhecidos e carecem de investigações adicionais (Rooke e Bland, 2002 e Le Dividich *et al.*, 2005a).

O stress térmico provocado pelo frio sentido pela porca nos últimos 10 dias de gestação pode aumentar a absorção de IgG pelo leitão, provavelmente, devido ao aumento das concentrações maternas de cortisol (Bate e Hacker, 1985b). No entanto, o stress por frio do leitão reduz as concentrações de IgG nos leitões (Bate e Hacker, 1985a), presumivelmente pela redução da ingestão de colostro (Le Dividich e Noblet, 1981a; Blecha e Kelly, 1981). O aumento pré-parto das concentrações de cortisol poderá estar envolvido no desenvolvimento da capacidade de absorção de macro moléculas (Le Dividich *et al.*, 2005a). São várias as observações que indiciam que a eficiência da absorção de IgG é mais baixa *in utero* (Sangild *et al.*, 1999) e em leitões prematuros (Sangild *et al.*, 1997), que nos leitões recém-nascidos após uma gestação de duração normal.

6.6.2 - Contribuição para a homeostase da glucose

As necessidades do leitão neonato em glucose são muito elevadas chegando a cerca de 15g/kg de PV por dia (Flecknell *et al.*, 1980; Pégorier *et al.* 1984) em condições de termoneutralidade e aumentam, em cerca de 30%, em situações de frio (Duée *et al.*, 1988; Lossec *et al.*, 1998a). O leitão recém-nascido entra em hipoglicemia após um curto período (~24h) de jejum enquanto que níveis normais de glicemia foram observados em leitões que ingeriram colostro durante um período de 10h (Le Dividich e Herpin, 1996). As necessidades de glucose são satisfeitas por: glicogenólise hepática, consumo de colostro e gluconeogénese. A glicogenólise hepática contribui para cerca de 15% das necessidades totais e os restantes 85% são fornecidos pelo colostro e gluconeogénese. Assumindo um consumo de colostro de 340g/kg de peso vivo a glucose disponível pela digestão da lactose é de cerca de 6g (Le Dividich e Herpin, 1996). O colostro contribui ainda para a estimulação da gluconeogénese pela provisão de gordura, dado que para a manutenção da gluconeogénese activa é necessária a oxidação de ácidos gordos no fígado (Girard, 1986) e a lipogénese é marginal no período neonatal (Le Dividich *et al.*, 1994a). Assim, quer a quantidade, quer a qualidade de colostro

ingeridas pelos leitões condicionam a capacidade de regulação da glicemia dos leitões nas primeiras horas de vida.

6.6.3 - Efeitos sobre o tracto gastrointestinal e sobre a síntese proteica muscular

Widdowson *et al.* (1976) observaram que a ingestão de colostro tem efeitos marcados sobre o desenvolvimento do intestino dos leitões. Segundo estes autores o intestino delgado dos leitões que consumiram colostro aumentou 60 e 23% no peso e comprimento, respectivamente, o que não se observou em leitões que não tinham consumido colostro. Parte destes aumentos de peso e de conteúdo em proteínas do intestino delgado serão provocados pela absorção das imunoglobulinas do colostro (Xu *et al.*, 2002). No trabalho de Burrin *et al.*, (1995) em que os leitões foram alimentados por biberão com colostro de porca e com um alimento contendo os mesmos macro-nutrientes, os autores verificaram que a taxa de síntese proteica era significativamente maior no jejuno dos leitões alimentados com colostro, o que sugere fortemente que este contém factores capazes de estimular o crescimento do intestino. Num trabalho posterior da mesma equipa (Burrin *et al.*, 1997) verificou-se a maior estimulação da síntese proteica em diversos órgãos (coração, pulmão, rim, etc) provocada pela ingestão de colostro em comparação com leite maduro e um alimento similar ao colostro em macro-nutrientes.

Comparado com o leite maduro, o colostro estimula especificamente (+50%) a síntese proteica muscular (Burrin *et al.*, 1992) sendo esta maioritariamente restringida ao compartimento de proteínas miofibrilares (Fiorotto *et al.*, 2000) contribuindo para a maturação muscular, dado que ao nascimento os músculos-esqueléticos contêm poucas miofibrilhas (Herpin *et al.*, 2002a e b). Para além das causas já referidas, muito destes efeitos tróficos do colostro serão provocados pelos factores de crescimento presentes no colostro.

6.6.4 - Papel energético do colostro

Nas partes II.4 e II.5 da presente revisão foram salientadas, respectivamente, as baixas reservas energéticas do leitão recém-nascido e as suas elevadas necessidades energéticas nas condições normais de produção. Naturalmente, a satisfação dessas necessidades deverá ser garantida por uma adequada ingestão de colostro.

Salientando as funções de imunização e energética do colostro concluímos a presente revisão bibliográfica dando ênfase ao facto de que as quantidades de colostro ingeridas para

uma adequada imunização dos leitões estão bastante abaixo das necessárias para a sobrevivência (por via do papel energético do colostro). Segundo Le Dividich *et al.*, (2005b) e Devillers (2004), os leitões ficaram com um nível de imunização satisfatório com a ingestão de apenas 98g de colostro de boa qualidade ou 70g/kg de peso nascimento. No entanto, a ingestão de apenas essas quantidades de colostro induz nos leitões, uma diminuição do seu peso vivo entre o nascimento e as 24h (de -40g), o que constitui um factor de risco para a sua sobrevivência (Le Dividich *et al.*, 2004). Por outras palavras, uma aquisição de imunidade passiva satisfatória não é uma garantia da sobrevivência dos leitões. Devillers (2004) observou que os leitões que morreram durante os primeiros 3 dias pós-parto, tinham, às 24h, níveis de IgG aceitáveis de cerca de 15 mg/ml, mas apenas tinham consumido cerca de 70g de colostro. Também Tyler *et al.*, (1990) reportaram que os níveis de IgG dos leitões aos 2-3 dias de idade são um fraco indicador da sobrevivência dos leitões.

Segundo Devillers (2004) o consumo de colostro no primeiro dia de vida necessário para “garantir” a sobrevivência até ao desmame dos leitões é de cerca de 150-160g/kg peso ao nascimento o que representará cerca de 200g em valor absoluto. Assim, uma ingestão de colostro em quantidade suficiente para cobrir as necessidades energéticas do leitão será, simultaneamente, bastante para lhe fornecer a quantidade de imunoglobulinas suficiente para uma protecção imunitária satisfatória.

7 - Objectivos específicos da tese

De acordo com a revisão bibliográfica efectuada e atendendo à escassez, e em muitos casos ausência, de informação científica acerca da raça suína Alentejana, a parte experimental da presente tese teve como objectivos específicos:

- Aprofundar os conhecimentos sobre parâmetros reprodutivos e produtivos dos suínos alentejanos (estudo IV.1).

- Analisar a composição corporal do leitões alentejanos ao nascimento com o intuito de avaliar a sua maturidade, sobretudo tendo em consideração que a duração da gestação nesta raça é mais curta que a observada noutros genótipos suínos (estudo IV.2)

- Quantificar o colostro produzido pelas porcas alentejanas e a sua ingestão pelos leitões e os factores de que cada uma delas depende, atendendo ao papel vital do colostro para a sobrevivência dos leitões (estudo IV.3)

- Estudar a composição química do colostro produzido, incluindo a sua riqueza relativa em IgG (principal imunoglobulina do colostro) e a imunização passiva dos leitões (estudo IV.4)

- Tendo em consideração todos os aspectos estudados, analisar qual (ou quais) o(s) que têm maior influência na mortalidade dos leitões nascidos vivos durante o período de amamentação e qual a sua importância relativa, no sentido que a informação obtida permita a diminuição da mortalidade neste período crítico (estudo IV.5)

Todos os estudos englobaram também animais dum genótipo convencional de produção suína intensiva (sobre os quais a quantidade e qualidade de informação científica é substancialmente maior) e foram realizados, quer em condições experimentais de produção, quer em condições de produção comercial.

COMPONENTE EXPERIMENTAL

III – ENQUADRAMENTO GERAL DO AMBIENTE EXPERIMENTAL

Os dados e amostras utilizados no presente trabalho foram recolhidos entre Novembro de 2004 e Setembro de 2006 em três explorações: uma experimental da Universidade de Évora, o Centro de Estudos e Experimentação da Mitra (E) e duas privadas, o Monte do Outeiro, no Torrão (Pa) e uma exploração da empresa “Intersuínos”, na Ota (Pm). As análises laboratoriais das amostras obtidas foram efectuados na Universidade de Évora, no INRA (Institut National de Recherches Agronomique) mais especificamente na “Unité Mixte de Recherche Systèmes d'Elevage, Nutrition et Alimentation Humaine (UMR-SENAH)” em Rennes, França e num laboratório de análises clínicas privado Lababa (Barreiro, Portugal, apenas a determinação das concentrações plasmáticas de albumina). As análises laboratoriais das amostras decorreram entre Janeiro de 2006 e Outubro de 2007. Finalmente, o tratamento dos dados e a redacção da presente tese decorreu entre Novembro de 2007 e Fevereiro de 2010.

De forma a evitar repetições ao longo da descrição dos diferentes estudos realizados faz-se, neste capítulo, uma descrição geral das explorações e dos maneios (reprodutivo, alimentar, etc) efectuados em cada uma delas durante todo o período de ensaios. Abordagens mais pormenorizadas de aspectos específicos dos ensaios, assim como das análises laboratoriais executadas, serão descritas nos respectivos capítulos experimentais.

Descrição geral dos efectivos animais e das explorações e instalações

i) Animais:

Para a totalidade dos estudos da presente tese foram utilizadas 90 porcas. Destas, 45 eram de raça Alentejana (AL) e, as restantes 45 fêmeas dum genótipo convencional de produção intensiva de suínos, F1 de Large-White x Landrace (C). Todas as porcas reprodutoras e varrascos AL utilizados estavam inscritos no livro genealógico da raça Alentejana. A exploração experimental tinha efectivos dos dois genótipos, a exploração privada Pa produzia exclusivamente suínos AL e a exploração privada Pm produzia exclusivamente suínos C. Nas explorações privadas não foi feita nenhuma alteração do maneio, usualmente seguido em cada uma, com vista à execução dos estudos desta tese.

No quadro 8 são apresentados o número de porcas e ninhadas estudadas, em cada uma das explorações envolvidas nos ensaios.

Quadro 8. Número de porcas e genótipo das porcas e varrascos de acordo com o local de ensaio.

Animais	EXPLORAÇÃO/GENÓTIPOS			
	Experimental (E)	Privada (Pa)	Experimental (E)	Privada (Pm)
Porcas	Alentejano (n=23 ALE)	Alentejano (n=22 ALPa)	Large-White x Landrace (n=24 CE)	Large-White x Landrace (n=21 CPm)
Varrascos	Alentejano		Large-White	Piétrain

ii) Explorações e instalações

Experimental (Mitra, E): o Centro de Estudos e Experimentação da Mitra é uma exploração agro-pecuária experimental da Universidade de Évora com cerca de 270 ha. No que respeita especificamente à produção de suínos a exploração tinha, durante o período de realização dos ensaios, um efectivo médio de suínos de raça alentejana (AL) de cerca de 25 porcas reprodutoras e um efectivo de cerca de 25 porcas reprodutoras F1 de Large-White x Landrace. A exploração do efectivo de genótipo C era realizada exclusivamente na unidade de produção intensiva da exploração (em pavilhão fechado) que, além das zonas de gestação e engorda, dispunha de uma maternidade com celas de parto individuais. Para a exploração do efectivo AL, a exploração dispunha ainda de um parque exterior em ambiente de montado com uma área de 4,5ha, onde poderia decorrer a gestação, o parto e a lactação, de acordo com as necessidades de exploração e de investigação.

Unidade de produção intensiva

A zona de maternidade dispunha de 14 celas de parto com 3.8 m² (1,76m x 2,18m) de área total com uma área da porca (camisa de parto) com 1.2 m² (0,56m x 2,18m) e área dos leitões com 2.6m² (0,60m x 2,18m x 2 áreas) (figura 17). O pavimento da zona das porcas era em grelha de betão enquanto que as zonas dos leitões eram em grelha de PVC. Os leitões dispunham de um ninho semi-fechado, aquecido com uma lâmpada de infravermelhos suspensa de 175W, colocado dentro da cela de parto lateralmente à cabeça da porca. Nos

partos ocorridos durante o Inverno foi fornecida uma fonte extra de calor aos leitões através da colocação de 2 aquecedores (Marca Crussel, modelo P522, 1400W), durante o parto e nos primeiros dias (2-3) após este, atrás da cela de parto, direccionados para as zonas reservadas aos leitões da cela de parto. A partir da segunda semana (14 dias) pós-parto foram colocados comedouros para alimentos compostos de pré-iniciação, dentro da cela de parto, numa das áreas dos leitões (figura 18).

Os parques de gestação tinham uma área aproximada de 9,0m² (3,4m x 2,65m). Cada parque estava equipado com um comedouro de chapa galvanizada e com um bebedouro tipo “chupeta”.



Figura 17 – Porca alentejana e respectiva ninhada numa cela de parto da exploração E.



Figura 18 – Comedouro para alimento composto de pré-iniciação dos leitões na exploração E.

Parque exterior:

Parque com área de 4,5 ha totalmente cercado, dispunha de 15 cabanas de parto de secção em forma de A (figura 19), sem pavimento e com uma protecção de madeira à entrada, de forma a impedir a saída de leitões nos primeiros dias após o parto. Estas cabanas foram utilizadas como abrigos pelas porcas durante o período de gestação uma vez que, como referido adiante, todos os partos das porcas Alentejanas do presente estudo ocorreram na maternidade da unidade de produção intensiva.



Figura 19 – Cabana de parto/abrigo na exploração E.

Privada (Torrão, Pa): a exploração com cerca de 25 ha, situa-se a 6 Km da vila do Torrão, concelho de Alcácer do Sal. No que respeita à produção suinícola dedicava-se exclusivamente à produção de suínos AL, dispondo para o efeito de um efectivo médio de 100 porcas reprodutoras. Os reprodutores e os porcos em crescimento eram explorados em condições extensivas. Os períodos de parto e lactação ocorreram numa maternidade em pavilhão fechado com 36 celas de parto individuais (as dimensões e tipos de piso das celas de parto idênticas às existentes e descritas na exploração E). Os leitões dispuseram de uma zona de ninho aberta dentro da cela de parto, lateralmente à cabeça da porca, aquecida com uma lâmpada de infravermelhos com 175W (figura 20). Tal como na exploração E, a partir da segunda semana pós-parto foram colocados comedouros para alimentos compostos de pré-iniciação, dentro da cela de parto, numa das áreas dos leitões.



Figura 20 – Cela de parto e ninho na exploração privada Pa.

Privada (Ota, Pm): esta exploração situa-se perto da aldeia da Ota, concelho de Alenquer, trata-se de uma exploração standard de produção intensiva de suínos em ciclo completo. O efectivo reprodutor médio era constituído por 370 porcas em reprodução, de genótipo Large White x Landrace. O maneo dos animais era realizado exclusivamente em ambiente fechado. As gestações decorreram com as porcas alojadas em celas individuais (304 celas) com uma área por porca de $1,24\text{m}^2$, solo em grelha de betão, comedouro em betão (figura 21). Os partos e lactações decorreram em maternidades (104 celas de parto individuais distribuídas por 7 salas). Cada cela de parto tinha uma área total de $3,72\text{m}^2$, as camisas de parto tinham uma área regulável (de acordo com o tamanho da porca) entre $1,07\text{m}^2$ a $1,37\text{m}^2$, fazendo com que a zona dos leitões tivesse uma área entre os $2,65\text{m}^2$ e os $2,35\text{m}^2$. Quer a zona dos leitões, quer zona da porca tinham piso em grelha de PVC. As maternidades foram termicamente condicionadas, sendo que a temperatura ambiente média pretendida era de 23°C . Os leitões dispuseram também de uma placa de aquecimento regulada para os 30°C e de uma lâmpada de infravermelhos suspensa, com 175W (figura 22).



Figura 21 - cela de gestação na exploração Pm.



Figura 22 - Porca C e respectiva ninhada na exploração Pm.

Maneio alimentar e reprodutivo

i) Maneio alimentar

Exploração E: Porcas: foram alimentadas com alimentos compostos comerciais adquiridos em empresas da especialidade. A ração de gestação era granulada (4.8mm) e continha 160g de proteína bruta (PB), 7g de lisina e 13,4 MJ de energia digestível (ED) por kg de ração. A ração de lactação era farinada e continha por kg, 170g de PB, 10,5g de lisina e 13,8 MJ de ED. Durante a gestação foram fornecidos às porcas C 2,5kg de alimento por dia no primeiro mês após a cobrição e 3 kg no restante período de gestação (em duas refeições diárias). Às porcas Alentejanas foram fornecidos 1,5kg de alimento por dia no primeiro mês de gestação e 2 kg de seguida, em duas refeições diárias aquando da sua estadia na unidade de produção intensiva (desde o desmame até, aproximadamente, ao 25º dia de gestação) e numa única refeição diária quando estavam no parque exterior (até cerca de uma semana antes da data prevista do parto). No parque exterior é natural que as porcas AL tenham ingerido quantidades não mensuráveis de outros alimentos (raízes, alguma erva, pequenos animais, etc).

No dia do parto não foram fornecidos alimentos às porcas e fez-se um aumento gradual do fornecimento durante a lactação de acordo com a capacidade de ingestão das porcas tendo como objectivo uma alimentação próxima do *ad libitum*.

As ingestões alimentares individuais durante os períodos de gestação e de lactação não foram quantificadas. Em cada parque de gestação, procurou-se ter grupos de porcas equilibrados quer em peso, quer em idade, de forma a diminuir a competição pelo alimento e evitar consumos muito diferenciados. Com o mesmo objectivo, no parque exterior onde

decorria a maior parte de gestação das porcas AL, o alimento foi colocado no solo da forma mais dispersa possível.

Atendendo a que foram acompanhados partos ao longo dos vários meses do ano, aquando da sua estadia no parque exterior, houve porcas AL (7 em 23) que tiveram acesso a bolota durante a gestação. Quando a disponibilidade de bolota foi maior, apenas se fornecia 1kg de alimento de gestação por porca.

A partir dos 14 dias pós-parto começou a ser administrada aos leitões de ambos os genótipos uma ração de pré-iniciação com 190g de PB, 12,4g de lisina e 14,2 MJ de ED (por kg de ração). A administração foi efectuada uma vez por dia e as quantidades ajustadas de acordo com o consumo por parte dos leitões.

Quer as porcas quer os leitões dispuseram permanentemente de água potável *ad libitum* através de chupetas existentes nas celas de parto.

Exploração Pa: Porcas: de acordo com o maneio alimentar tradicional na exploração, as porcas foram alimentadas com 2kg a 2,5 kg de trigo (grão) durante o período de cobrição e gestação (dado que se encontravam em regime extensivo e atendendo às épocas de parto acompanhadas, de Novembro de 2004 e Maio de 2005, houve certamente alguma ingestão de erva e outros alimentos naturais, não incluindo bolota, que não foi quantificada). Cerca de 1 semana antes da entrada na maternidade começou a ser administrada, gradualmente e em complemento com o trigo, a ração comercial de lactação que continha por kg: 160g de PB, 8,2 g de lisina e 13,8 MJ de ED. Durante a lactação foram fornecidos às porcas (com aumentos graduais de administração a partir do dia do parto, quando apenas se fornecia 1 kg de alimento) cerca de 2,5 a 3 kg de ração de lactação numa única refeição diária, ajustados de acordo com a avaliação visual da condição corporal das porcas e tamanho das ninhadas.

Leitões: a partir dos 14 dias pós-parto começou a ser administrada uma ração de pré-iniciação aos leitões com 180g de PB, 10,8 g de lisina e 14,24 MJ de ED (por kg de ração). A administração foi efectuada uma vez por dia e as quantidades ajustadas de acordo com o consumo por parte dos leitões.

Quer as porcas, quer os leitões dispuseram permanentemente de água potável *ad libitum*, através de chupetas existentes nas celas de parto.

Exploração Pm: Porcas: foram alimentadas com alimentos compostos comerciais. O alimento de gestação continha por kg, 140g de PB, 6,2 g de lisina e 13,0 MJ de ED. O alimento de lactação continha por kg, 180g de PB, 10 g de lisina e 13,8 MJ de ED. As

quantidades fornecidas, de acordo com a rotina da exploração, são indicadas no quadro 9. A partir do 5º dia pós-parto foi disponibilizado alimento de pré-iniciação aos leitões que continha por kg, 194g de PB, 15,2g de lisina e 15.1 MJ de ED.

As porcas e leitões dispuseram permanentemente de água potável, através de chupetas.

Quadro 9 – Quantidades de alimento de gestação e lactação fornecidos na exploração Pm.

Fase produtiva	Quantidade de Alimento (kg)
Vazia (Ração gestação)	1,0
1º Terço da gestação	1,5
2º Terço da gestação	2,0
3º Terço da gestação	2,5
Pré-parto (gradual)	2,5 → 0
Pós-parto (gradual)	<i>Ad libitum</i>

Uma descrição mais pormenorizada dos alimentos utilizados em cada exploração e para cada grupo de animais é feita no anexo1.

ii) Maneio reprodutivo

Exploração E: Porcas ALE – a detecção deaios foi efectuada diariamente de manhã com o auxílio de um varrasco AL adulto. No caso de haver manifestação de cio, a porca foi levada ao parque do macho AL estipulado e beneficiada através de cobrição natural dirigida. A cobrição foi repetida com o mesmo macho no dia seguinte de manhã. O eventual retorno ao cio foi verificado entre os dias 19 e 21 pós cobrição e uma confirmação da gestação por ecografia foi realizada entre os dias 23 - 25 após a data de da primeira cobrição. As porcas confirmadas como gestantes, foram então conduzidas para o parque exterior onde permaneceram até cerca 7 dias antes da data prevista de parto, da primeira porca do grupo de gestantes.

As porcas AL dos mesmos grupos de gestação foram conduzidas até à unidade de produção intensiva, alojadas em parques de gestação por 1-2 dias (para habituação a um maior confinamento) e, seguidamente, nas celas de parto da maternidade. Os procedimentos de alojamento e maneio reprodutivo com as marrãs nulíparas foram idênticos aos descritos para as porcas primíparas e múltíparas.

Porcas CE: o alojamento e manejo reprodutivo foram idênticos aos descritos para as porcas AL excepto no que respeita aos machos utilizados na monta natural dirigida (neste caso de raça Large-White) e à colocação após o diagnóstico e confirmação de gestação. Neste caso, as porcas foram colocadas nos parques de gestação, em grupos de 2-3 animais, tendo o cuidado de fazer grupos o mais homogêneos possíveis em tamanho e idade.

Exploração Pa: A cobrição natural foi feita em grupo por varrascos puros da raça Alentejana, numa proporção aproximada de 1♂:5♀, durante o período de 1 mês. Findo esse período os varrascos foram então separados e as porcas colocadas num outro parque de maiores dimensões (cerca de 10ha) até à proximidade do parto. Sete dias antes das datas previstas dos partos, as porcas AL foram colocadas nas celas individuais da maternidade.

Exploração Pm: Após o desmame as porcas foram colocadas em parques próximos dos parques dos varrascos em pequenos grupos de 5 porcas. A detecção do cio foi feita diariamente, de manhã e à tarde, pelo varrasco e pelo operador que procurava nas porcas sinais de receptividade ao macho. Após a detecção do cio foram realizadas duas inseminações artificiais, espaçadas de 24h, com doses standard de sêmen de varrascos Pietrain adquiridas num centro de inseminação. A confirmação da gestação foi realizada por ecografia cerca de 25 dias após a data de inseminação. As porcas eram mantidas na sala de gestação, alojadas individualmente. Cerca de 7 dias antes da data prevista para o parto os animais foram transferidos para as maternidades.

Procedimentos gerais transversais a todos os partos e lactações

Dois a três dias antes da data prevista do parto, as porcas começaram a ser vigiadas com maior regularidade com o objectivo de observar eventuais sinais de início dos partos e, também, para habituar os animais ao pessoal que iria participar nas recolhas de dados e amostras. Quando algum sinal de aproximação do parto fosse observado (ex. maior agitação, aparecimento de colostro, etc) a vigilância tornou-se ainda mais frequente.

Nesta fase, embora as visitas à maternidade fossem frequentes, evitou-se a permanência prolongada junto da porca, de forma a tentar não interferir com o comportamento pré-parto e de parto. É de salientar que todas as porcas, incluindo as da raça Alentejana (e excluindo naturalmente as primíparas/nulíparas), tiveram experiência(s) de parto anterior(es) em celas de parto, em pavilhão fechado.

Aquando do nascimento de cada leitão, este foi imediatamente recolhido da cela de parto e conduzido a uma sala contígua para recolha de dados e amostras.

Nessa sala de trabalho registou-se a hora do nascimento, o “tipo” de leitão (vivo, morto ou mumificado) e o sexo do leitão. Os leitões nascidos vivos foram secos grosseiramente, com papel, retirando-se, se necessário, alguns invólucros placentários e/ou líquido da boca. O leitão foi seguidamente identificado através da colocação de um brinco numerado no pavilhão auricular e pesado numa balança de precisão. Este conjunto de operações foi realizado sempre que possível de forma rápida (média aproximada de 2 min por animal). De seguida, cada leitão foi reconduzido à cela de parto onde estava a sua progenitora e colocado no local de nascimento (excepto nos casos em que já houvesse(m) outro(s) leitão(ões) nascido(s), sendo que nesse caso o leitão já identificado foi colocado junto aos tetos posteriores da porca).

Em todas as explorações os leitões foram novamente pesados às 24h e aos 21 dias depois do nascimento. Nas explorações E e Pa também se efectuou uma última pesagem dos leitões aos 28 dias pós-parto.

No anexo 2 é apresentada uma ficha de trabalho onde eram registados os dados recolhidos e as amostras obtidas.

No genótipo C, no conjunto das duas explorações (E e Pm) e por razões de maneo, foram retirados 40 leitões das ninhadas, que foram adoptados por porcas não experimentais. Todos esses leitões foram retirados após as primeiras 24h após o nascimento e a sua escolha foi feita de forma a que os leitões tivessem um tamanho similar ao dos leitões das ninhadas das porcas adoptivas (estimado por apreciação visual das ninhadas de acolhimento).

IV.1 – ESTUDO COMPARATIVO DE PARÂMETROS REPRODUTIVOS E PRODUTIVOS DE PORCAS ALENTEJANAS E PORCAS LARGE- WHITE x LANDRACE

INTRODUÇÃO

Muito embora exista alguma informação científica acerca das performances reprodutivas e produtivas na raça suína Alentejana e da raça Ibérica (De Juana Sardón, 1954; Dobao *et al.*, 1988; Nunes, 1993; Vázquez *et al.*, 1994; Marques, 2001; Fernández *et al.*, 2008a e b) esta ainda é escassa, quando comparada com a existente para os genótipos convencionais de produção intensiva. Assim, neste primeiro capítulo experimental pretendeu-se avaliar e comparar as performances reprodutivas e produtivas das porcas AL e de porcas de genótipo C, assim como as performances de crescimento e a mortalidade pós-natal dos leitões de ambos os genótipos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Animais

Neste estudo estiveram envolvidas 90 porcas, 45 do genótipo AL e 45 do genótipo C. O número de ordem de parto das porcas ALE e ALPa foi de $4,1 \pm 2,5$ e de $3,9 \pm 2,0$, respectivamente. Os valores correspondentes para as porcas CE e CPm foram de $4,0 \pm 2,7$ e de $2,6 \pm 1,4$, respectivamente.

Procedimentos e recolha de dados

A duração da gestação foi determinada contabilizando o número de dias entre a primeira beneficiação e o dia do parto. Na exploração privada Pa o sistema de cobrições em grupo em extensivo, impossibilitou a determinação segura do dia da primeira beneficiação, logo da duração da gestação. Em todas as explorações os partos foram vigiados como descrito no capítulo III. A duração do parto considerou-se o intervalo de tempo decorrido entre o nascimento de primeiro e do último leitão (consideraram-se todos os leitões, isto é, nascidos vivos, nascidos mortos ou mumificados). Três partos de porcas C foram anormalmente prolongados ($> 9h$) e foram excluídos das análises. Os leitões foram pesados (figuras 23 e 24)

ao nascimento, às 24h de vida e aos 21 e 28 dias de idade (excepto os das porcas CPm, pois eram desmamados no dia 23 ± 1) numa balança (Marca: Kern; Modelo: FTB 0.5L) com limite de pesagem de 15Kg e sensibilidade de 0,5g e com um dispositivo integrado de pesagem de animais vivos (compensador de movimentos). Porque o último peso comum a todos os leitões foi aos 21 dias, neste estudo não se reportam dados para além dessa idade.

Os leitões que morreram após o nascimento foram pesados na mesma balança logo assim que encontrados mortos, o que poderia variar entre poucos minutos e, no máximo 12h após a morte, sendo então registada a sua hora aproximada de morte. Os leitões mortos não foram necropsiados com vista ao diagnóstico das causas de morte.



Figura 23 - Pesagem de um leitão AL



Figura 24 - Pesagem de um leitão C

Com excepção da exploração Pm, foram realizadas nas porcas medições da espessura da gordura subcutânea dorsal (EGD) por ecografia (Aparelho: Marca Aloka; Modelo SSD-210DX II, com uma sonda linear de 5 Mhz – figuras 25 e 26) no ponto P2, a 6,5cm da linha média ao nível da última costela (Dourmard *et al.*, 2001) ao parto (normalmente no dia seguinte ao parto para evitar grandes perturbações nas primeiras horas após o parto) e posteriormente aos 21 dias pós-parto.



Figura 25 – Medição da espessura da gordura dorsal no ponto P2 numa porca AL

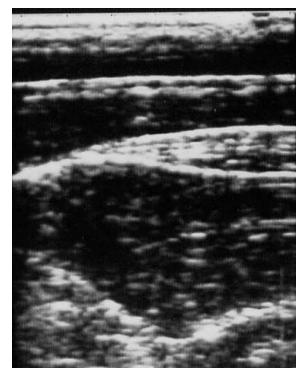


Figura 26 – Imagem ecográfica da gordura dorsal e musculo *Longissimus dorsi* para medição da EGD

As porcas ALE e CE foram pesadas à cobertura e 1 a 2 dias antes da data prevista do parto. Os pesos (média \pm desvio padrão) das porcas ALE e CE foram de 122 \pm 15kg e 154 \pm 17kg e de 171 \pm 10kg e 220 \pm 16kg, respectivamente para cada genótipo e fase.

Análises estatísticas

Todos os dados foram analisados com a utilização do software estatístico SPSS, versão 16.0 (SPSS, 2007). Atendendo às diferenças de manejo entre as porcas AL e as porcas C, embora criadas na mesma exploração experimental, considerou-se como tendo sido produzidas em dois ambientes distintos. Assim, considerou-se haver 4 locais de produção (2 experimentais e 2 privados), de porcas e leitões alentejanos (ALE e ALPa) e de porcas e leitões cruzados (CE e CPm).

Para comparação de genótipos, foram realizadas análises de variância (ANOVA) através do procedimento General Linear Model (GLM) do software e utilizando o genótipo como efeito fixo, para os seguintes parâmetros: espessura da gordura dorsal (EGD, excepto porcas CPm); duração da gestação (só para porcas C e ALE); duração do parto; tamanho e peso da ninhada ao nascimento e aos 21 dias, peso médio dos leitões ao nascimento e aos 21 dias e o ganho médio diário (GMD) nesse período de tempo.

Realizaram-se ainda análises de co-variância (ANCOVA) para a duração da gestação e do parto com o tamanho da ninhada (nascidos totais) como covariável; para os pesos dos leitões e das ninhadas ao nascimento, com o tamanho da ninhada (nascidos vivos) como covariável e ainda, para os pesos dos leitões e ninhadas aos 21 dias e GMD dos leitões, com o peso médio ao nascimento e o tamanho da ninhada aos 21 dias como covariáveis.

Dentro de cada genótipo e, para estudar possíveis diferenças entre a exploração experimental e as privadas, todos os parâmetros foram analisados como acima descrito (análises de variância e co-variância) para o estudo dos efeitos do genótipo, mas utilizando a exploração como efeito fixo.

Para determinar os efeitos do número de ordem de parto (NOP) e da estação do ano, dentro de cada genótipo, as porcas foram agrupadas da seguinte forma:

Número de ordem de parto (nº de animais por grupo em cada genótipo):

Grupo NOP 1 – 1º e 2º parto (15 AL; 20 C)

Grupo NOP 2 – 3º, 4º e 5º parto (17 AL; 19 C)

Grupo NOP 3 – mais que 5 partos (13 AL; 6 C)

Estação do ano: cada parto (e respectiva lactação) foi alocado em cada uma das 4 estações do ano (em concordância com as respectivas datas). Em cada estação do ano tivemos os seguintes animais em estudo (por genótipo, quadro 10):

Quadro 10. Distribuição dos partos e lactações em cada genótipo, de acordo com a estação do ano

Estação do ano	Inverno	Primavera	Verão	Outono
AL	7	15	10	13
C	4	14	19	8

O acompanhamento dos partos e lactações decorreu ao longo de todo o período experimental sem tentativas de equilíbrio do número de animais por grupo, quer de número de ordem de parto (NOP), quer de estação do ano, pois, à partida, este estudo não teve como objectivo específico a avaliação da influência destes factores sobre os parâmetros reprodutivos e produtivos.

Dentro de cada genótipo foi realizada uma análise de variância a dois factores, usando o número de ordem de parto e a estação do ano como factores fixos. A comparação múltipla de médias foi realizada com o teste de Tukey.

Em todas as análises de comparação entre locais de produção e entre genótipos, quando os dados não seguiam uma distribuição normal, mesmo após tentativas de transformação, a comparação foi efectuada através do teste não-paramétrico de Mann-Whitney.

Para as correlações consideraram-se os coeficientes de correlação de Pearson para o caso de normalidade ou Spearman's no caso de não normalidade, tendo-se obtido a sua significância usando o procedimento "correlate" do software.

As diferenças foram consideradas significativas para $P < 0,05$. Excepto quando mencionado em contrário, todos os valores apresentados correspondem a médias dos quadrados mínimos \pm erro padrão da média (least-square means \pm standard error of mean).

RESULTADOS

Neste estudo, dentro de cada genótipo, não se verificaram efeitos significativos ($P > 0,10$) das explorações em qualquer dos parâmetros relativos às porcas ou aos leitões. Assim, as diferenças entre genótipos devem ser essencialmente atribuídas ao conjunto genótipo + ambiente. Não se verificou influência da estação do ano, ou da sua interacção com o NOP das porcas em qualquer dos parâmetros reprodutivos ou produtivos estudados. Alguns efeitos significativos do NOP são apresentados conjuntamente com a apresentação de resultados de comparação entre genótipos.

Espessura da gordura dorsal (EGD)

Como acima referido, não se verificaram diferenças significativas entre explorações e genótipos na EDG das porcas ao parto e aos 21 dias. Os valores (média \pm desvio padrão) observados ao parto foram: $19,9 \pm 4,6$ mm; $17,8 \pm 3,0$ mm e $20,1 \pm 5,6$ mm, para as porcas ALE, ALPa e CE, respectivamente. Os valores correspondentes aos 21 dias foram de $16,9 \pm 3,9$ mm; $13,9 \pm 3,2$ mm e $16,5 \pm 5,1$ mm, respectivamente. A diminuição da EGD (em valor e em percentagem) também foi similar nos dois genótipos.

Parâmetros reprodutivos e produtivos

Os resultados dos parâmetros reprodutivos e produtivos são apresentados no quadro 11.

Quadro 11. Parâmetros reprodutivos e produtivos em porcas Alentejanas (AL) e Large-White x Landrace (C) (least square means±standard error of mean).

Genótipo	AL (n=45)	C (n=45)	Valor de P
Nascidos totais	8,3 ± 0,4	12,9 ± 0,4	<0,001
Nascidos vivos	8,0 ± 0,4	12,0 ± 0,4	<0,001
Nascidos mortos (NM), n (%)	0,13 ± 0,1 (1,7)	0,53 ± 0,1 (3,7)	0,028 (0,054)
Múmias (MUM), n (%)	0,16 ± 0,1 (1,7)	0,38 ± 0,1 (2,6)	0,094 (0,130)
NM+MUM (% nascidos totais)	3,4 ± 1,3	6,3 ± 1,3	0,012
Duração do parto (min)	137 ± 13	193±12 (n=42)	0,002
Peso da ninhada ao nascimento (nascidos vivos, kg)	8,8 ± 0,5	16,0 ± 0,5	<0,001
Peso médio dos leitões ao nascimento (g)†	1106 ± 23	1344 ± 23	<0,001
Ninhada viva aos 21dias*	5,8 ± 0,3	9,2 ± 0,3	<0,001
Peso da ninhada aos 21dias (kg)	26,34 ± 1,54	52,39 ± 1,54	<0,001
Peso médio dos leitões aos 21 dias (kg)	4,58 ± 0,13	5,80 ± 0,13	<0,001
Ganho médio diário dos leitões (g/dia)	163 ± 3,4	207 ± 2,7	<0,001

*não incluídos os leitões abatidos ou dados para adopção. † não incluídas múmias

A duração da gestação foi significativamente ($P < 0,001$) mais curta nas porcas AL ($n=23$) que nas porcas C ($n = 45$), tendo-se registado os valores de $110,9 \pm 0,3$ dias e $115,1 \pm 0,2$ dias, respectivamente. As diferenças permaneceram significativas após o ajustamento para o número de nascidos totais.

As porcas AL tiveram partos mais curtos ($P < 0,01$) que as porcas C. No entanto, quando ajustada para o número de nascidos totais, a duração dos partos não foi significativamente diferente entre genótipos. Nas porcas AL a duração do parto não dependeu do tamanho da ninhada ($r = - 0,02$; $P = 0,905$) mas, nas porcas C, a duração do parto estava correlacionada com o tamanho da ninhada ($r = 0,36$; $P = 0,02$). Nas porcas C a duração do parto foi influenciada pelo número de ordem de parto. As porcas do grupo NOP 3 tiveram partos mais prolongados que as porcas dos grupos NOP 1 e 2 ($P < 0,05$), tendo as diferenças permanecido significativas após o ajustamento para o número de nascidos totais.

O número de nascidos totais e de nascidos vivos foi superior ($P < 0,001$) nas ninhadas C. Em valor absoluto, o número de nascidos mortos foi superior nas ninhadas C ($P < 0,05$) e o número de múmias também tendia a ser superior no genótipo C. Em percentagem dos nascidos totais, os nascidos-mortos C tenderam a ser mais que os AL mas não se verificaram diferenças no que respeita aos leitões mumificados. Também em percentagem dos nascidos totais, o conjunto nascidos mortos + múmias, foi superior nas ninhadas C quando comparadas com as ninhadas AL ($P < 0,05$).

Os leitões C nascidos mortos tinham um peso inferior aos leitões C nascidos vivos ($P < 0,001$), não se registando esta diferença nos leitões AL.

O tamanho das ninhadas aos 21 dias foi superior ($P < 0,001$) no genótipo C. Ao nascimento, os pesos das ninhadas e dos leitões foram inferiores ($P < 0,001$) no genótipo AL comparativamente ao C. As diferenças mantiveram-se significativas após ajustamento para o tamanho da ninhada (nascidos vivos).

Intra-genótipo, o tamanho da ninhada (nascidos vivos) apresentou-se inversamente correlacionado com o peso médio dos leitões ao nascimento. No genótipo AL, o aumento de 1 leitão na ninhada esteve associado a uma diminuição do peso médio dos leitões de $26 \pm 9\text{g}$ ($r = -0,31$; $P < 0,05$) e no genótipo C os valores correspondentes foram de $11 \pm 10\text{g}$ ($r = -0,17$), embora neste caso, não existia significância estatística ($P > 0,10$).

Considerando o período entre o nascimento e os 21 dias de idade, os leitões AL apresentaram um ganho médio diário (GMD) de $163 \pm 3,4\text{g}$ significativamente inferior ($P < 0,001$) ao observado nos leitões C ($207 \pm 2,7\text{g}$). As diferenças entre genótipos permaneceram significativas ($P < 0,001$) após ajustamentos para o peso ao nascimento e tamanho da ninhada aos 21 dias. Apenas no genótipo C, o GMD entre o nascimento e os 21 dias e o peso a esta idade foram inferiores nas ninhadas de porcas de grupo NOP 3 (mais velhas) que os verificados nas ninhadas de porcas de NOP 1 ($P < 0,05$) e NOP 2 ($P < 0,01$).

Aos 21 dias de idade os leitões AL eram $1,2\text{kg}$ ($P < 0,001$) mais leves que os leitões C e as ninhadas AL eram cerca de 50% mais leves ($P < 0,001$) que as ninhadas C. As diferenças persistiram após ajustamentos para o peso ao nascimento e para o tamanho da ninhada aos 21 dias.

Em ambos os genótipos, o peso médio dos leitões aos 21 dias aumentou com o peso ao nascimento ($r = 0,472$; $P < 0,001$; $r = 0,600$; $P < 0,001$ para os leitões AL e C, respectivamente). O declive da recta de regressão entre o peso aos 21 dias e o peso ao nascimento não foi significativamente diferente entre genótipos. Assim, numa equação única

para ambos os genótipos, verificou-se que o peso individual aos 21 dias aumentou $343 \pm 16g$ por cada aumento de 100g no peso ao nascimento.

Mortalidade pós-natal dos leitões

Os leitões sacrificados ao nascimento (6 AL e 7 C) e os leitões dados para adoção a porcas “não-experimentais” (40 C) não foram considerados e portanto, removidos do estudo.

A taxa de mortalidade total até aos 21 dias, incluindo nascidos vivos e nascidos mortos (mas não as múmias), foi significativamente superior nas ninhadas AL comparativamente às ninhadas C (28.2% vs 20,0%; $P=0,006$).

Verificaram-se diferenças marcantes entre genótipos na mortalidade pós-natal (dos leitões nascidos vivos) e na sua cronologia (figura 27).

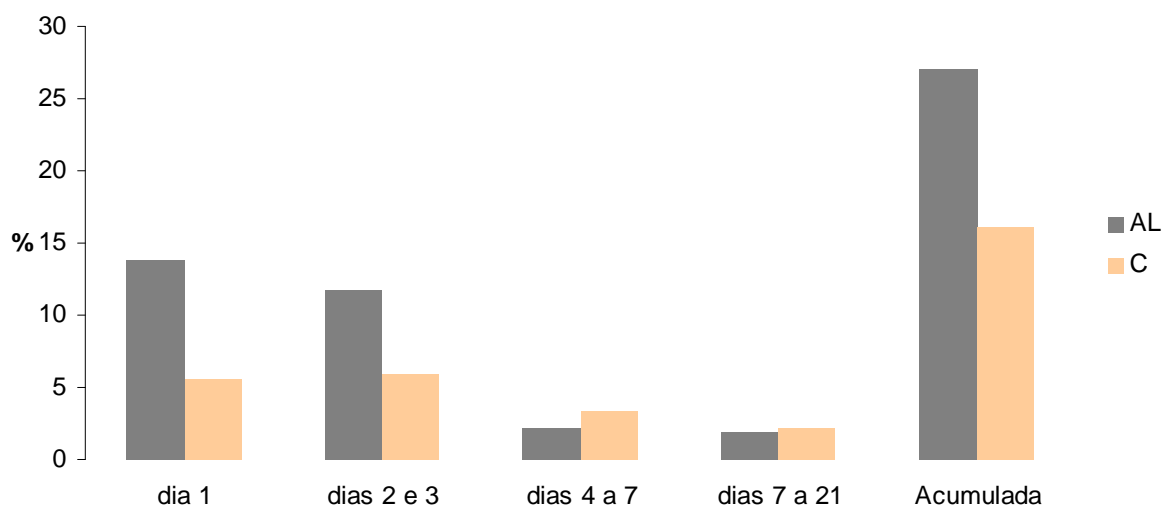


Figura 27 – Taxas de mortalidade entre o nascimento e os 21 dias (acumulada e por períodos de tempo) nas ninhadas AL e C. As taxas de mortalidade foram significativamente diferentes entre genótipos para a mortalidade acumulada ($P < 0,001$), para a mortalidade no primeiro dia (dia 1) ($P < 0,001$) e para a mortalidade entre os dias 2 e 3 ($P < 0,01$). Considerando o período entre o dia 2 e 21 não se verificaram diferenças entre genótipos nas taxas de mortalidade ($P > 0,05$).

A mortalidade pós-natal dos leitões nascidos vivos foi 68% superior entre os leitões AL que entre os leitões C (27,0% vs 16,1%, $P < 0,001$). A mortalidade foi particularmente maior entre os leitões AL no primeiro dia pós-parto que entre os leitões C (13,8% vs 5,5%, $P < 0,001$). No período entre o dia 2 e os 21 dias não se verificaram diferenças significativas na

taxa de mortalidade entre genótipos ($P > 0,05$). O número e percentagem de mortes diminuíram substancialmente, em ambos os genótipos, ao longo do período de lactação.

Embora várias explicações acerca das causas de mortalidade sejam objecto de avaliação nos seguintes estudos desta dissertação, procurou-se neste primeiro avaliar algumas características dos leitões sobreviventes comparativamente aos leitões que morreram até aos 21 dias pós-parto. As características dos leitões que morreram comparadas com os sobreviventes são apresentadas no quadro 12.

Quadro 12. Características dos leitões mortos e dos leitões sobreviventes de cada genótipo (least square means \pm standard error of mean)

	Genótipo		
	AL	C	Valor de P
Idade média de morte (d)	2,0 \pm 0,4	3,6 \pm 0,4	0,001
Peso médio ao nascimento (g)			
Leitões mortos	990 \pm 29 ^a	1157 \pm 32 ^a	0,002
Sobreviventes	1129 \pm 12 ^b	1382 \pm 14 ^b	<0,001
Ganho de peso (g) do nascimento às 24h¹			
Leitões mortos	-6,4 \pm 8,8 ^a	6,2 \pm 9,8 ^a	0,305
Sobreviventes	105 \pm 6 ^b	133 \pm 5 ^b	0,001

Letras diferentes dentro da mesma coluna representam diferenças entre leitões mortos e sobreviventes do mesmo genótipo para cada parâmetro e para $P < 0,001$; ¹ ou até à morte caso esta tenha ocorrido antes das 24h.

Em ambos os genótipos, os leitões que morreram eram mais leves ao nascimento ($P < 0,001$) que os seus irmãos que sobreviveram até aos 21 dias. O ganho de peso durante o primeiro dia de vida foi significativamente superior ($P < 0,001$) nos leitões sobreviventes comparando com os dos leitões que morreram. Observámos ainda que, dos 96 leitões AL que morreram entre o nascimento e os 21 dias, 59 (61,5%) com peso médio ao nascimento (média \pm desvio padrão) de 911 \pm 224g, perderam 57 \pm 38g durante o primeiro dia de vida. Similarmente, dos 79 leitões C que morreram entre o nascimento e os 21 dias, 43 (54%) com um peso médio ao nascimento de 1134 \pm 373g perderam 63 \pm 44g de peso durante o primeiro dia após o nascimento.

DISCUSSÃO

A duração da gestação nas porcas C está enquadrada nos valores de 114-115 dias referidos por diversos autores (Hanenberg *et al.*, 2001; Van Dijk *et al.*, 2005; Sasaki e Koketsu, 2007; Rydhmer *et al.*, 2008). A variação da duração da gestação entre porcas é bastante baixa (~ 1%, segundo Rydhmer *et al.*, 2008). É, portanto, de salientar uma duração significativamente mais curta da gestação observada na raça Alentejana em cerca de 4 dias. Resultados similares foram relatados por Nunes (1993) em 65 porcas AL em partos em outdoor e Charneca (2001) em 7 porcas num sistema idêntico ao do presente estudo. Em porcas Ibéricas, De Juana Sardón (1954) registou valores entre os 111 e 113 dias segundo a estirpe considerada e, em porcas cruzadas Ibérico x Meishan F₂, Casellas *et al.*, (2008) reportaram uma duração da gestação de 112,6 dias. Não nos foi possível encontrar, na bibliografia consultada, valores de duração da gestação para outras raças mediterrânicas, mas é lícito supor que uma gestação mais curta será uma característica, pelo menos para a raça Alentejana e Ibérica.

Partos mais prolongados têm sido associados a mortes intra-parto devidas a asfíxia (Randall, 1972a e b citado por Canário *et al.*, 2006b). Adicionalmente, partos mais prolongados tendem a aumentar os casos de hipoxia intra-uterina dos leitões que nascem mais tarde no decurso do parto que, embora possa não ser obrigatoriamente mortal, torna esses leitões menos viáveis, com ingestões de colostro mais tardias e maiores dificuldades de termorregulação (Herpin *et al.*, 1998) e, portanto, com maior probabilidade de morrerem antes do desmame (Herpin *et al.*, 1996). A duração do parto nas porcas C (193min) está compreendida no intervalo de valores descritos pela bibliografia de 140 a 180 minutos (Fahmy e Flipot, 1981 e Le Cozler *et al.*, 2002) e 200-220 minutos (Canario *et al.*, 2006a e b; Motsi *et al.*, 2006) e foi superior ($P < 0,001$) à verificada nas porcas AL. No entanto, quando ajustada para o tamanho da ninhada não se verificaram diferenças significativas entre genótipos. A relação entre a duração do parto e o tamanho da ninhada é objecto de relatos relativamente contraditórios na bibliografia. Assim, de acordo com De Roth and Downie (1976) e Herpin e Le Dividich (1998) existe um efeito positivo do tamanho da ninhada na duração do parto, o que justifica a menor duração dos partos nas porcas AL, enquanto que Le Colzer *et al.* (2000) citados por Le Dividich *et al.* (2004) ou Motsi *et al.* (2006) reportam que o tamanho da ninhada não influencia significativamente a duração do parto. No presente estudo, enquanto que nas porcas AL não se verificou qualquer correlação significativa entre o tamanho da ninhada e a duração do parto, esta foi positiva e significativa no genótipo C.

Os partos mais prolongados observados nas porcas C, do grupo de número de ordem de parto 3 (porcas mais velhas), quando comparados com os das porcas dos grupos 1 e 2 podem ser explicados pela diminuição da reactividade do miométrio à ocitocina endógena observada em porcas mais velhas (Pejask, 1984).

Independentemente do local de produção, os resultados mostram que a prolificidade das porcas (nascidos totais e nascidos vivos) foi significativamente superior nas porcas do genótipo C em comparação ao genótipo AL. Relativamente às porcas Alentejanas os valores observados estão enquadrados nos referidos por Marques (2001) e Monteiro (1999) para a raça Alentejana e também nos relatados para outras raças locais da bacia mediterrânica como a raça Ibérica (Dobao *et al.*, 1983; Vázquez *et al.*, 1994; Fernández *et al.*, 2008a e b) e raças Italianas como a Casertana, Cinta Senece, Mora Romagnola, que apresentam prolificidades ainda mais baixas (Gallo e Buttazzoni, 2008), ou seja, pode concluir-se que todas as raças deste tipo mediterrânico apresentam uma prolificidade mais baixa que a verificada em genótipos modernos melhorados e destinados à produção intensiva.

A baixa prolificidade dos genótipos mediterrânicos tem sido relacionada com a baixa taxa de ovulação (Monteiro, 1999), com a ausência de programas de melhoramento genético (Lopez-Bote, 1998) e com as pobres condições de exploração (Dobao *et al.* 1988). É, no entanto, de salientar no presente estudo que, as porcas AL não diferiam das porcas C, na sua espessura da gordura dorsal, pelo que esta última hipótese parece não se justificar.

Os valores de nascidos totais e vivos nas porcas C estão no intervalo dos relatados para genótipos idênticos ou equivalentes, por Quiniou *et al.* (2005), Motsi *et al.* (2006) ou Canario *et al.* (2007a e c) e são equivalentes aos apresentados pelo BDporc (2009) para a produção suína em Espanha em 2008.

Os leitões nascidos mumificados, quer em número, quer em percentagem do total de nascidos enquadram-se nos valores relatados por Zaleski e Hacker (1993) e Van der Lende e van Rens (2003).

Quanto aos leitões nados-mortos os valores observados (quer em número, quer em percentagem) são inferiores aos reportados por Leenhouders *et al.* (1999, 2003), Le Colzer *et al.* (2002), Borges *et al.* (2005), Mesa *et al.* (2006), Motsi *et al.* (2006), Canario *et al.* (2007d). Tal como alvitrado por Mesa *et al.* (2006), é nosso entendimento que estes valores mais baixos se poderão dever, pelo menos parcialmente, à constante supervisão dos partos e imediata manipulação dos leitões logo após o nascimento. As intervenções durante o parto, uma mais correcta classificação dos nados-mortos (dado que apenas os leitões verdadeiramente mortos ao nascimento foram classificados como nados-mortos) e, certas

acções realizadas logo após o nascimento dos leitões aquando da sua manipulação (ex. remoção de invólucros placentários, secagem e massagem) terão contribuído para diminuir e aferir mais correctamente os leitões nados-mortos. Essa consequência positiva da assistência ao parto na diminuição dos nados-mortos pela sua correcta classificação e/ou pela ajuda prestada aos leitões com dificuldades, também foi reportada por Holyoake *et al.* (1995), White *et al.* (1996), Le Cozler *et al.* (2002).

O facto de o número de nados-mortos ter sido superior no genótipo C comparativamente ao genótipo AL poderá ter como explicações, o maior tamanho das ninhadas (Zaleski e Hacker, 1993; Johnson *et al.*, 1999; Leenhouders *et al.*, 1999; Lúcia Jr. *et al.* 2002; Le Colzer *et al.*, 2002; Tribout *et al.*, 2003; Borges *et al.*, 2005) e os partos mais prolongados verificados nas porcas C (Lucia Jr. *et al.*, 2002; Borges *et al.*, 2005).

Embora a ocorrência de nados-mortos tenha sido bastante baixa no nosso estudo (especialmente no genótipo AL, de apenas 6 animais) estes leitões eram mais leves ao nascimento que os seus irmãos nascidos vivos (diferença significativa no genótipo C) o que está de acordo com as observações de Leenhouders *et al.* (2003) ou de Canario *et al.*, (2007d).

O peso ao nascimento dos leitões AL está de acordo com as observações de Póvoas Janeiro (1953) e Charneca (2001). Um peso superior ao nascimento (1230g) é relatado por Marques (2001) mas os leitões desse estudo foram pesados, em média, às 24h de idade. Mesmo após ajustado para o tamanho da ninhada, o peso ao nascimento dos leitões AL é significativamente inferior ao verificado nos leitões C. Este menor peso comparativo já tinha sido observado anteriormente (Charneca, 2001) num estudo com os mesmo genótipos e em estudos que compararam leitões AL com leitões resultantes do cruzamento da raça Alentejana com genótipos melhorados como Duroc ou Piétrain (Nunes, 1993).

As diferenças no peso ao nascimento poderão ser atribuídas à genética dos animais, pois o genótipo tem sido apontado como o principal factor que influencia o peso ao nascimento (Le Dividich, 1999). Intra-genótipo, o peso individual dos leitões tende a ser maior quando nascidos de ninhadas mais pequenas (Quiniou *et al.*, 2002; Le Cozler *et al.*, 2004). O trabalho de Dyck *et al.*, 1987 reporta que, comparando um genótipo puro (Yorkshire) com um híbrido (Yorkshire x Lacombe), os leitões puros foram mais leves ao nascimento que os filhos das porcas cruzadas, apesar destas últimas apresentarem ninhadas maiores. Estas observações vão no mesmo sentido das do presente estudo, onde o genótipo cruzado, mais prolífico, apresenta também os leitões mais pesados ao nascimento. A

importância deste menor peso ao nascimento nos leitões AL sobre a sua sobrevivência e crescimento, durante a amamentação, será discutida mais adiante neste capítulo.

Os valores do GMD observados nos leitões AL são equiparáveis aos observados por Charneca (2001) sendo relativamente superiores aos referidos, quer em estudos mais antigos de Povoas Janeiro (1953), quer em estudos mais recentes de Marques (2001) que observaram valores na ordem dos 130g e similares aos referidos para a raça Ibérica por Prieto *et al.* (2005), muito embora nesta raça existam relatos de GMD superiores, da ordem das 200g (González *et al.*, 2008; Robledo *et al.*, 2008). Relativamente aos leitões C, estes apresentaram GMD equiparáveis aos reportados por King *et al.* (1998). Comparando os genótipos verificou-se que os leitões AL apresentara ganhos médios diários (GMD) até aos 21 dias de idade inferiores aos observados nos leitões C. Resultados no mesmo sentido foram encontrados quando comparados genótipos não seleccionados como a raça Meishan (Legault and Caritez, 1982; van der Steen and de Groot, 1992) com genótipos modernos seleccionados.

A menor performance de crescimento dos leitões AL pode ser atribuída a vários factores, entre os quais, o seu peso ao nascimento inferior. Os trabalhos de van der Steen e de Groot (1992), usando um programa de adopções adequado, conseguiram demonstrar convincentemente que os leitões mais pesados têm maior capacidade de retirar leite das porcas. No nosso estudo a importância do peso ao nascimento na performance durante o período de amamentação está ilustrada pelo aumento de 340 g no peso aos 21 dias por cada aumento de 100g no peso ao nascimento, valor equiparável aos 200g; 290g e 275g observados por Caugant e Gueblez (1993), Isley *et al.* (2003) e Le Dividich *et al.* (2004), respectivamente. Também existe a possibilidade das porcas AL produzirem menos leite, assim como a menor performance dos leitões C, quando amamentados pelas porcas mais velhas (grupo NOP 3), seja uma consequência da menor produção de leite por parte destas (Étienne *et al.*, 2000). No entanto, para o genótipo alentejano e do nosso conhecimento, não existem estudos publicados acerca da produção leiteira das porcas.

A taxa de mortalidade dos leitões AL encontra-se entre os valores de 20 a 28% referidos por Marques *et al.* (1996) num sistema extensivo e os valores observados para a raça Ibérica por González *et al.* (2008) e por Robledo *et al.* (2008) em vários sistemas de produção (camping, quartelhas e intensivo). A taxa de mortalidade dos leitões nascidos vivos C é da mesma ordem de grandeza dos 14% reportados pelo IFIP- GTTT (2008) para os efectivos franceses em 2007.

No presente estudo, a cronologia da mortalidade dos leitões nascidos vivos segue a mesma tendência descrita por diversos autores. A mortalidade foi particularmente elevada no

primeiro dia pós-parto, no qual se verificaram 51% e 34% do total das perdas dos leitões AL e C, respectivamente. Estes valores estão de acordo com os reportados por Marchant *et al.* (2000), Casellas *et al.* (2004a) e Hühn (2008) que variam entre os 25 e os 62%. A diminuição da mortalidade ao longo do período de lactação está de acordo com o observado por vários autores (Dyck e Swierstra, 1987; Marchant *et al.*, 2000).

Na maior parte dos estudos, as principais causas de mortalidade neonatal são o esmagamento pela porca e fome (English e Morrison, 1984) e capacidade maternal (Lay *et al.*, 2002). No presente estudo, as causas de mortalidade não foram determinadas, no entanto, em ambos os genótipos, os leitões que morreram após o nascimento tinham em comum o facto de serem mais leves ao nascimento e terem ganho muito menos peso entre o nascimento e as 24h que os leitões sobreviventes.

A maior mortalidade entre os leitões de menor peso está bem documentada (Edwards, 2002). Estes têm menores reservas energéticas (Curtis *et al.*, 1967; Le Dividich *et al.*, 1991b) e menor capacidade de termorregulação (Herpin *et al.*, 1998). Adicionalmente, demoram mais tempo até à primeira ingestão de colostro (Hoy *et al.*, 1994) e, intra-ninhada, são menos competitivos no úbere que os irmãos mais pesados e, portanto, é expectável que consumam menos colostro e leite. No presente estudo, isto reflecte-se no facto de que uma elevada proporção dos leitões (62% AL e 54% C) que morreram, entre o nascimento e os 21 dias, terem perdido peso durante o primeiro dia pós-parto. Indicando que estes leitões ingeriram pouco ou nenhum colostro e, conseqüentemente, energia para o metabolismo energético e imunoglobulinas para protecção imunitária. De acordo com as observações de Damm *et al.* (2005) cerca de 72% dos leitões que morreram nos primeiros 4 dias após o parto não ingeriram colostro.

O crescimento fetal (Mcpherson *et al.*, 2004), a deposição de reservas energéticas (Okai *et al.*, 1978) e a maturação (Hakkarainen, 1975) são marcadamente acelerados nos últimos dias de gestação. A produção e composição do colostro são afectadas negativamente em porcas que parem prematuramente (Milon *et al.*, 1983). No entanto, permanece por determinar em que medida a menor duração de gestação das porcas AL afecta estes parâmetros.

Algumas características comportamentais das porcas, como o nível de actividade física durante o parto e o início da lactação, podem afectar a mortalidade dos leitões (Lay *et al.*, 2002), no entanto, não foram objecto de estudo na presente tese, sugerindo-se portanto a sua avaliação em estudos posteriores.

Como conclusão deste estudo destacamos a menor produtividade das porcas AL comparativamente às porcas C e a menor performance dos leitões alentejanos, em comparação com os leitões cruzados de genótipos melhorados.

Relativamente ao primeiro aspecto, no sistema tradicional de produção a duração da lactação é, desde logo, penalizante para a produtividade das porcas AL, na medida em que é bastante superior à verificada nos sistemas intensivos com genótipos melhorados, muito pela falta generalizada de infra-estruturas de pós-desmame, na maioria das explorações de suínos alentejanos que permitam um adequado manejo dos leitões desmamados. Todavia, no presente estudo a produtividade foi também mais baixa considerando uma lactação de duração equivalente, portanto, outros factores deverão ser considerados.

De facto, existem ainda dois parâmetros que são os mais penalizantes para a Pn das porcas AL, a baixa prolificidade das porcas e a elevada taxa de mortalidade entre o nascimento e o desmame dos leitões. Relativamente ao primeiro parâmetro é nossa opinião que o caminho a seguir terá que passar pela execução dum programa de melhoramento genético baseado na selecção que possibilite o aumento da prolificidade, à luz do que já foi feito, com sucesso, noutros genótipos de suínos (ex. Large-White, Tribout *et al.*, 2003) sem perda do património genético da raça. No que respeita ao segundo parâmetro, atendendo à escassez de informação científica nesta área seria importante, numa primeira fase, conhecer aprofundadamente as suas causas para, depois de identificadas, se poder trabalhar no sentido da diminuição da mortalidade dos leitões. De acordo com a informação científica disponível para outros genótipos suínos, a mortalidade dos leitões é multi-factorial mas existem alguns aspectos chave que devem ser conhecidos: i) a maturidade dos leitões ao nascimento, ii) a produção de colostro e leite pelas porcas (qualitativa e quantitativamente), iii) o grau de imunização passiva dos leitões e iv) aspectos comportamentais das porcas e leitões durante o parto e a lactação. Os restantes estudos desta tese têm como objectivo a obtenção de informação científica relativamente aos pontos i), ii) e iii) acima referidos.

NOTA: Uma versão deste capítulo experimental foi submetida para publicação na Revista Portuguesa de Zootecnia.

IV.2 – ESTUDO COMPARATIVO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE LEITÕES RECÉM-NASCIDOS DE RAÇA ALENTEJANA (AL) E DE GENÓTIPO CONVENCIONAL (LARGE-WHITE x LANDRACE)

INTRODUÇÃO

As porcas Alentejanas (e Ibéricas) têm uma duração de gestação cerca de 4 dias mais curta que a das porcas de genótipos convencionais C (De Juana Sardón, 1954; Nunes, 1993, capítulo IV.1). O crescimento fetal assim como a constituição de reservas energéticas vitais para os leitões aceleram-se marcadamente na fase final da gestação (Okai *et al.*, 1978; McPherson *et al.*, 2004) existindo, simultaneamente, alterações significativas de alguns parâmetros sanguíneos dos fetos. Consequentemente, as características corporais e sanguíneas dos leitões ao nascimento podem ser consideradas indicadoras da sua maturidade e poderão ter efeitos na sua sobrevivência e crescimento (Curtis *et al.*, 1967; Leenhouders *et al.*, 2002b). Este estudo pretendeu verificar se o menor tempo de gestação no genótipo AL tinha consequências sobre a maturidade e reservas energéticas ao nascimento dos leitões.

MATERIAIS E MÉTODOS

Animais

Neste estudo foram utilizadas 18 porcas AL e 16 porcas C e respectivas ninhadas todas da exploração experimental da Mitra, da Universidade de Évora. O número de ordem de parto das porcas utilizadas foi de $3,7 \pm 0,6$ e de $4,0 \pm 0,6$ para as porcas AL e C, respectivamente.

Procedimento e recolha de amostras

Análise da composição corporal dos leitões recém-nascidos

Foram abatidos 24 leitões, 12 alentejanos e 12 cruzados (1 por ninhada) com o objectivo de se estudar a sua composição corporal. Atendendo ao seu potencial efeito sobre as características das carcaça, nomeadamente no que respeita à composição em ácidos gordos da gordura, salienta-se o facto de 6 dos 12 dos leitões alentejanos estudados serem provenientes de porcas que tiveram acesso a bolotas durante a gestação.

Após o nascimento, leitões aleatoriamente escolhidos, foram ligeiramente secos, pesados, insensibilizados e sangrados. (a duração destas operações não excedeu os 3-4 minutos). Retirou-se-lhes o tracto digestivo, os pulmões, o coração e o fígado sendo este último pesado (sem a vesícula biliar). Da carcaça, retirou-se uma amostra (5-6g) do músculo *Longissimus dorsi* (LD). Os fígados e as amostras de músculo foram imediatamente congelados em azoto líquido (-196°C). As carcaças também foram congeladas e todas as amostras, devidamente identificadas, ficaram conservadas a - 20°C até à realização das análises.

As carcaças congeladas foram cortadas em pedaços e moídas integralmente (incluindo esqueleto e pele) numa picadora trifásica (marca Omega, Tipo T.A./32, voltagem 380 H2/38; H.P.=2). Do produto da moagem homogeneizado prepararam-se amostras representativas para análise laboratorial.

Análise de parâmetros sanguíneos dos leitões recém-nascidos

Logo após o nascimento, seccionou-se o cordão umbilical dos leitões a cerca de 5-6 cm do abdómen e recolheu-se uma amostra de cerca de 1 a 2 ml de sangue do cordão umbilical dos leitões para um tubo com heparina. Colocou-se um “clamp” no restante cordão umbilical dos leitões para estancar a hemorragia (figura 28) e desinfectou-se toda a área com uma solução iodada. As amostras foram, seguidamente, centrifugadas durante 10 minutos a 1400 g numa centrífuga Hettich-Universal (Modelo D-7200) (figura 29). De seguida, retirou-se o plasma para 3 “Eppendorfs” devidamente identificados, que foram congelados e conservados a - 20°C até à análise laboratorial.



Figura 28 – Aspecto às 24h dum “clamp” colocado ao nascimento no cordão umbilical dum leitão AL



Figura 29 – Centrífuga com amostras de sangue antes da centrifugação

As quantidades de plasma retiradas para cada tipo de análise foram as seguintes: 300 µl para o doseamento do IGF-1; 100 µl para o doseamento da glucose e 200 µl para o doseamento da albumina, de acordo com disponibilidade do plasma.

As amostras para análise dos parâmetros sanguíneos foram obtidas em leitões dum total de 34 ninhadas (18 AL e 16 C). O número de animais em que cada parâmetro foi doseado é apresentado mais adiante.

Análises laboratoriais

Atendendo a que, no presente estudo, não se pretendeu desenvolver ou otimizar nenhuma técnica laboratorial para o estudo dos diferentes parâmetros, optou-se por fazer uma descrição sucinta das mesmas.

Determinou-se a matéria seca (MS), a proteína bruta (PB), os lípidos totais (LIP), o perfil de ácidos gordos e as cinzas (CINZ) nas amostras compósitas representativas de cada uma das carcaças moídas.

A MS foi determinada após secagem em estufa a 102°C até peso constante. A PB ($N \times 6,25$) foi determinada de acordo com o método de Dumas com o uso de um aparelho LECO FP-528 Nitrogen / Protein Determinator (Proteína = $N \times 6,25$). Os LIP foram determinados pelo método de Folch *et al.* (1957). Após a extracção da gordura pelo método anteriormente referido, foram preparados ésteres metílicos segundo o método de Morrisson *et al.* (1964). Os ácidos gordos existentes nas carcaças foram identificados por cromatografia de fase gasosa (Cromatógrafo: GC-FID HP 6809 Series). O teor em cinzas foi obtido após incineração das amostras em mufla a 550°C durante 3h.

As concentrações em glicogénio do fígado e do *Longissimus dorsi* (LD) foram determinadas pelo método de Good *et al.* (1933) que se baseia numa hidrólise do glicogénio em glucose que foi, posteriormente, doseada como descrito mais adiante.

A actividade da enzima gluconeogénica, glucose-6-fosfatase (G6-Pase) foi medida de acordo com o método de Harper (1965), o fosfato inorgânico libertado foi determinado como descrito por Fiske e Subbarow (1925).

O ADN do músculo LD foi doseado pelo método proposto por Labarca e Paigen (1980) que, sucintamente se baseia numa extracção do ADN por solubilização do tecido em EDTA e quantificação num espectroflurímetro. O ARN foi doseado pela metodologia proposta por Munro e Fleck (1969), após a separação do ADN, ARN e proteínas (estes dois últimos por digestão alcalina) o ARN é doseado por espectrofotometria. Finalmente a PB do músculo LD

foi determinada pelo método proposto por Lowry *et al.* (1951) que se baseia na mediação num colorímetro do complexo formado após a redução do reagente de Folin fenol pelas proteínas.

No que respeita aos parâmetros sanguíneos, a glucose foi doseada por uma metodologia enzimática-colorimétrica com a utilização dum Kit comercial específico para esse doseamento (Sentinel Diagnostics, Milan, Italy). As absorvâncias do produto da reacção foram determinadas a 500nm num espectrofotómetro Beckman (modelo DU-530) (figura 30). A concentração de glucose foi determinada em 63 leitões de 15 ninhadas e em 91 leitões C de 14 ninhadas.



Figura 30 - Espectrofotómetro e amostras analisadas para determinação da glucose plasmática.

A albumina foi doseada num laboratório privado de análises clínicas por um método de colorimetria do verde de bromocresol com a utilização dum Kit comercial específico para este doseamento (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Germany. Kit. no. 1970569). As concentrações de albumina foram determinadas em 45 leitões AL de 13 ninhadas e em 44 leitões C de 10 ninhadas. Escolheram-se, dentro de cada genótipo, leitões com o mesmo tempo de gestação, isto é 111 ± 1 dia para os leitões AL e 115 ± 1 dia para os leitões C.

No que respeita ao IGF-1, após extracção com ácido fórmico e etanol conforme o processo descrito por Daughaday *et al.*, (1980) o seu doseamento foi realizado por radio-imuno-ensaio segundo uma técnica validada por Louveau e Bonneau (1996). Foram doseadas 15 amostras de leitões AL (5 ninhadas x 3 leitões por ninhada) e 18 amostras de leitões C (6 ninhadas x 3 leitões por ninhada).

As análises de doseamento do IGF-1 e dos parâmetros do fígado e do *Longissimus dorsi* foram realizadas na Unité Mixte de Recherche Systèmes d'Elevage, Nutrition et Alimentation Humaine (UMR-SENAH) em Rennes, França, estrutura do Institut National de Recherches Agronomiques (INRA).

Análises estatísticas

Todos os dados foram analisados com a utilização do software estatístico SPSS, versão 16.0 (SPSS, 2007). Atendendo ao pequeno número de porcas, o seu número de ordem de parto não foi tido em consideração.

Para todos os parâmetros da carcaça, fígado, músculo LD e sanguíneos foi feita uma análise de variância (ANOVA) através do procedimento GLM do software usando o genótipo como efeito fixo. Como o peso ao nascimento tem sido apontado como tendo efeitos sobre a composição corporal quer entre ninhadas, quer intra-ninhadas (de Passillé e Hartsock, 1979; Rehfeldt e Kuhn, 2006), para os parâmetros de composição corporal e de composição do sangue dos leitões recém-nascidos foram realizadas análises de covariância (ANCOVA) adicionais, usando o peso ao nascimento dos leitões como covariável.

Tendo em consideração possíveis diferenças entre os leitões nascidos de porcas com ou sem acesso a bolota durante a gestação, dentro do genótipo AL, todos os dados foram sujeitos a uma análise de variância usando a dieta (com ou sem bolota) como efeito fixo.

No que respeita à composição em ácidos gordos das carcaças foram realizadas análises de variância adicionais usando o genótipo e a dieta (3 grupos: leitões C; leitões AL filhos de porcas sem acesso a bolota e leitões AL filhos de porcas com acesso a bolota) como efeitos fixos.

Relativamente às concentrações plasmáticas de glucose ao nascimento foi realizada uma análise de covariância usando o genótipo como factor fixo e o tempo decorrido desde o início do parto como covariável. Também para este parâmetro, quer intra-genótipo quer globalmente para todos os leitões, foi determinada a correlação entre o tempo desde o início do parto e os níveis de glucose.

Para as concentrações plasmáticas da albumina, dentro de cada genótipo, realizou-se uma ANOVA com o procedimento GLM usando a classe de peso ao nascimento (2 classes: leves e pesados intra-ninhada) como efeito fixo. O peso médio para cada uma das classes e para cada genótipo foram de 1026g e 1288g para os leitões AL e de 1284g e 1565g para os leitões C.

As concentrações plasmáticas de IGF-1 foram ainda analisadas, intra-genótipo, por ANOVA com o procedimento GLM usando a classe de peso intra-ninhada (3 classes: leves, médios e pesados) como efeito fixo. Os pesos médios dentro de cada classe e por genótipo foram de 959g, 1160g e 1297g para os leitões AL e de 928g, 1213g e 1435g para os leitões C.

Dentro de cada genótipo foram determinadas as correlações entre os níveis plasmáticos de albumina e IGF-1 e o peso ao nascimento.

Para as correlações consideraram-se os coeficientes de correlação de Pearson para o caso de normalidade ou Spearman's no caso de não normalidade, tendo-se obtido a sua significância usando o procedimento "correlate" do software.

As diferenças foram consideradas significativas para $P < 0,05$ enquanto que valores de P entre 0,05 e 0,10 foram considerados como reflectindo tendências. Todos os valores apresentados correspondem a médias dos quadrados mínimos \pm erro padrão da média (least-square means \pm standard error of mean).

RESULTADOS

Composição das carcaças

Os leitões AL usados para o estudo da composição corporal eram mais leves ao nascimento e apresentaram carcaças mais leves quando comparados com os leitões C (1181 ± 36 g vs 1319 ± 36 g, $P < 0,05$ para o peso ao nascimento e 953 ± 31 g vs 1088 ± 31 g, $P < 0,01$ para as carcaças). Os resultados relativos à composição corporal dos leitões ao nascimento são apresentados no quadro 13.

Quadro 13. Composição das carcaças dos leitões Alentejanos (AL) e leitões Large-White x Landrace (C) ao nascimento¹.

Parâmetro	AL	C	Valor de P
<i>Sem ajustamento para o peso ao nascimento</i>			
Matéria seca (%)	$22,30 \pm 0,34$	$21,40 \pm 0,34$	0,092
Proteína bruta (%)	$13,10 \pm 0,27$	$12,30 \pm 0,27$	0,061
Lípidos totais (%)	$1,65 \pm 0,08$	$1,50 \pm 0,08$	0,200
Cinzas (%)	$4,37 \pm 0,14$	$4,55 \pm 0,10$	0,401
<i>Com ajustamento para o peso ao nascimento</i>			
Matéria seca (%)	$22,53 \pm 0,34$	$21,15 \pm 0,34$	0,015
Proteína bruta (%)	$13,29 \pm 0,27$	$12,09 \pm 0,27$	0,009
Lípidos totais (%)	$1,69 \pm 0,09$	$1,46 \pm 0,09$	0,091
Cinzas (%)	$4,43 \pm 0,17$	$4,50 \pm 0,17$	0,795

Cada valor representa least square means \pm standard error of mean. ¹Medições sobre 12 animais por genótipo, à excepção das cinzas (7 animais por genótipo).

Com exceção das cinzas e considerando os valores ajustados para o peso ao nascimento, verificou-se que as carcaças dos leitões AL tinham maior percentagem de MS ($P < 0,05$) e de PB ($P < 0,01$) e tenderam a ter maior teor em LIP ($P < 0,10$) que as carcaças dos leitões C.

No genótipo AL, as carcaças dos leitões apresentaram igual composição nos parâmetros do quadro anterior, fossem de leitões cujas mães ingeriram ou não, bolotas durante a gestação. A única exceção verificou-se ao nível da composição em ácidos gordos da gordura. Os resultados da composição em ácidos gordos da fracção lipídica são apresentados no quadro 14.

Quando comparados os leitões de porcas exclusivamente alimentadas com alimentos comerciais (porcas AL sem acesso a bolota e porcas C), os leitões AL tinham menos C14:0 ($P < 0,05$) e C18:3 ($P < 0,02$). Dentro do genótipo AL, as carcaças dos leitões de porcas com acesso a bolota durante a gestação continham mais C18:1 ($P < 0,01$) e menos C16:0 ($P < 0,02$) que as carcaças dos leitões de porcas que não ingeriram bolota.

Quadro 14. Composição em ácidos gordos da fracção lipídica nas carcaças de leitões Alentejanos (AL) e cruzados de Large-White x Landrace (C) ao nascimento.

	AL (12)		C (12)	Valor de P
	Bolota durante a gestação			
	Sim (6)	Não (6)	Não	
Ácidos gordos (%) ¹				
C14:0	3,33 ± 0,13 ^{ab}	3,09 ± 0,13 ^a	3,54 ± 0,09 ^b	0,031
C16:0	31,88 ± 0,53 ^a	34,03 ± 0,53 ^b	33,69 ± 0,37 ^b	0,016
C16:1	6,63 ± 0,26	6,13 ± 0,26	6,49 ± 0,19	0,390
C18:0	13,26 ± 0,52	14,51 ± 0,52	13,55 ± 0,37	0,218
C18:1	33,43 ± 0,64 ^a	30,89 ± 0,64 ^b	30,36 ± 0,45 ^b	0,003
C18:2	4,44 ± 0,28	4,32 ± 0,28	4,79 ± 0,20	0,335
C18:3	0,45 ± 0,04 ^{ab}	0,32 ± 0,04 ^b	0,49 ± 0,03 ^a	0,014
C20:1	0,45 ± 0,02	0,44 ± 0,02	0,45 ± 0,02	0,936
C20:2	0,58 ± 0,05	0,59 ± 0,05	0,63 ± 0,04	0,701
C20:4	5,55 ± 0,26	5,67 ± 0,26	6,02 ± 0,18	0,293

Cada valor representa least square means ± standard error of mean. ¹ % dos ácidos gordos identificados

Músculo Longissimus dorsi

O *Longissimus dorsi* dos leitões AL continha mais proteína que o dos leitões C ($95,4 \pm 2,8$ mg/g vs $79,7 \pm 3,1$ mg/g ($P < 0,01$). A diferença tendeu a persistir ($P < 0,10$) quando os dados foram ajustados para o peso ao nascimento. No entanto os teores em ADN e ARN não foram afectados pelo genótipo, mesmo após ajustamento para o peso ao nascimento. Nos *Longissimus dorsi* dos leitões AL os valores não ajustados para o DNA e RNA foram de $1,77 \pm 0,09$ mg/g e de $1,10 \pm 0,04$ mg/g, respectivamente. Os valores correspondentes nos leitões C foram de $1,81 \pm 0,10$ mg/g e de $1,05 \pm 0,04$ mg/g, respectivamente.

Observou-se uma tendência para a *ratio* RNA/Proteína ser inferior nos leitões AL comparativamente à observada nos leitões C ($11,6 \pm 0,6$ µg/g vs $13,2 \pm 0,7$ µg/g, $P < 0,10$).

O genótipo não teve qualquer influência no conteúdo em glicogénio do *Longissimus dorsi*, sendo a concentração média geral de 8,8%.

Fígado

Os resultados relativos ao peso, ao conteúdo em glicogénio e à actividade da enzima glucose-6-fosfatase (G6-Pase) do fígado são apresentados no quadro 15. O genótipo não teve influência no peso absoluto do fígado. No entanto, relativamente ao seu peso ao nascimento, os fígados eram 12,1% ($P < 0,05$) mais pesados nos leitões AL comparativamente aos dos leitões C. Não se verificaram diferenças entre genótipos na actividade da G6-Pase.

Quadro 15. Pesos do fígado, conteúdo em glicogénio hepático e actividade da Glucose -6-Fosfatase (G6-Pase) de leitões Alentejanos (AL) e cruzados de Large-White x Landrace (C) ao nascimento.

Parâmetro ¹	AL	C	Valor de P
Peso (g)	$41,0 \pm 1,6$	$39,9 \pm 1,6$	0,627
Peso (g) ²	$42,4 \pm 1,5$	$38,5 \pm 1,5$	0,099
Peso (g/ kg peso ao nascimento ¹)	$34,7 \pm 1,1$	$30,5 \pm 1,1$	0,024
Glicogénio (%)	$15,5 \pm 1,0$	$14,8 \pm 1,0$	0,619
Glicogénio (%) ²	$15,5 \pm 1,0$	$14,8 \pm 1,0$	0,683
Glicogénio (g/kg peso ao nascimento)	$5,4 \pm 0,4$	$4,6 \pm 0,4$	0,214
Actividade da G6-Pase (µmol P per min per g)	$13,1 \pm 2,7$	$11,9 \pm 2,9$	0,771

Cada valor representa least square means \pm standard error of mean. ¹ Em 12 leitões por genótipo à excepção da actividade da G6-Pase (6 leitões por genótipo). ² Ajustado para o peso ao nascimento.

Concentrações plasmáticas de glucose

Em ambos os genótipos, o peso ao nascimento não teve uma influência significativa nas concentrações plasmáticas de glucose ao nascimento. Estas foram, no entanto e também em ambos os genótipos, significativamente influenciadas ($P < 0,001$) pelo tempo de nascimento dos leitões relativamente ao início do parto (considerado como o nascimento do primeiro leitão da ninhada). O coeficiente de correlação global (todos os leitões) entre as concentrações plasmáticas de glucose e o tempo desde o início do parto (em minutos) foi de 0,276 ($P < 0,001$). Quer em dados não ajustados, quer após ajustamento para o tempo de nascimento relativamente ao início do parto, os leitões AL ($n=63$) apresentaram concentrações plasmáticas de glucose significativamente superiores ($P < 0,01$) às verificadas nos leitões C ($n=91$). (figura 31, com valores ajustados para o intervalo de tempo entre o nascimento e o início do parto).

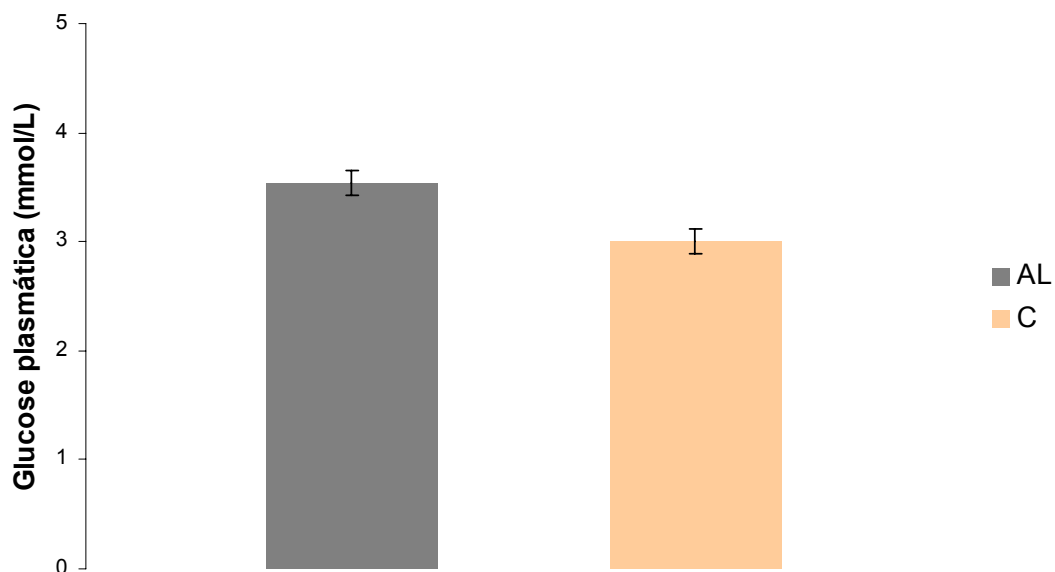


Figura 31 - Concentrações plasmáticas de glucose (mmol/L) ao nascimento de leitões AL e C (valores ajustados para o intervalo de tempo entre o nascimento e o início do parto).

Concentrações plasmáticas de albumina

Os leitões AL ($n=45$) apresentaram, ao nascimento, concentrações plasmáticas de albumina significativamente superiores ($P < 0,05$) às verificadas nos leitões C ($n=44$). (figura 32).

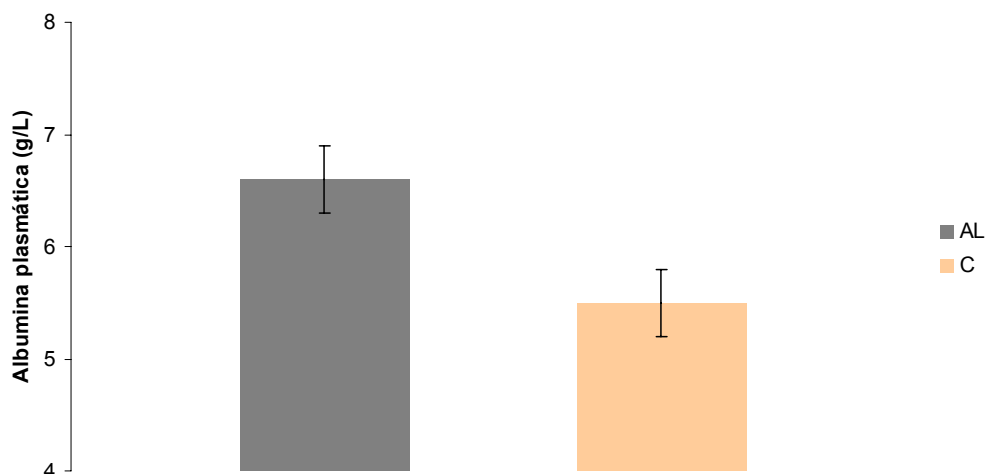


Figura 32 - Concentrações plasmáticas de albumina (g/l) ao nascimento de leitões AL e C.

Nos leitões AL verificou-se uma correlação positiva entre os níveis de albumina e o peso ao nascimento ($r=0,35$; $P < 0,01$). Os valores para a classe de leitões leves e pesados (dentro de cada ninhada) foram, respectivamente, de $5,2 \pm 0,5$ e $7,1 \pm 0,4$ g/L ($P < 0,01$). No genótipo C a correlação entre as concentrações plasmáticas de albumina e o peso ao nascimento não foi significativa ($P > 0,05$), não se tendo verificado diferenças entre leitões das diferentes classes de peso intra-ninhada.

As concentrações plasmáticas de IGF-1 foram superiores nos leitões AL quando comparados com os leitões C ($19,7 \pm 2,9$ vs $11,5 \pm 2,7$ $\mu\text{g/L}$, $P < 0,05$). Em ambos os genótipos, as concentrações plasmáticas de IGF-1 não estavam dependentes do peso ao nascimento, embora o coeficiente de correlação fosse positivo em ambos.

DISCUSSÃO

Os regimes alimentares durante gestação foram diferentes entre genótipos e a ingestão individual não foi quantificada. Durante a maior parte da gestação, as porcas AL estiveram em condições de produção típicas do sistema extensivo de produção da raça na região Alentejana, sem controlo do seu nível de actividade física. No entanto, é de salientar que, à excepção de níveis alimentares extremamente baixos, ex. $0,45\text{kg/dia}$ desde o dia 85 de gestação (Ojamaa *et al.*, 1980), ou deficiências proteicas severas (Pond *et al.*, 1969), a maior parte dos estudos (Yen *et al.*, 1982; Hausman *et al.*, 1991; Ruwe *et al.*, 1991) reportam não haver influência significativa da alimentação durante a gestação (frequência, quantidade, composição) quer no peso ao nascimento, quer na composição corporal dos leitões recém-

nascidos. A única exceção é a composição em ácidos gordos da gordura que pode ser influenciada pela composição em ácidos gordos da dieta de gestação (Gerfault *et al.*, 1999; Rooke *et al.*, 2001) tal como foi observado no presente estudo. Portanto, as diferenças observadas entre os recém-nascidos dos dois genótipos deverão ser, maioritariamente, atribuídas às diferenças dos sistemas de produção (genótipo + ambiente) e não aos diferentes regimes alimentares. Além disso, apesar das diferenças nas quantidades de alimento e actividade física, a condição corporal ao parto das porcas AL, estimada pela espessura da gordura dorsal, logo após o parto, foi similar à observada nas porcas C. (ver capítulo IV.1).

Enquanto que a composição das carcaças dos leitões C está concordante com a referida para este genótipo (Herpin *et al.*, 1993; Canario *et al.*, 2007b), os resultados deste estudo indicam que, ao nascimento, os leitões AL diferem dos leitões C na composição corporal e nas concentrações plasmáticas de glucose, albumina e IGF-1.

Após ajustamento para o peso ao nascimento, os leitões AL registaram maiores teores de matéria seca e proteína que os leitões C enquanto que os lípidos totais apenas tenderam a ser superiores nos primeiros. É também importante salientar que, apesar da capacidade para a síntese proteica, estimada pela ratio ARN/proteína (Attaix *et al.*, 1988) tender a ser inferior nos leitões AL, a sua percentagem de proteína corporal era superior à dos leitões C. Este facto e a modesta diferença na percentagem de gordura corporal entre os leitões AL e C não são concordantes com o que tem sido reportado para estes porcos às 7 semanas de idade (Freire *et al.*, 1998) e mais velhos (Nieto *et al.*, 2002; Nunes, 1993). Possivelmente, e tal como se verifica nos porcos Meishan (Bonneau *et al.*, 1990), a deposição de proteína nos porcos AL, com mais idade, seja limitada pelo número de fibras musculares que são fixas ao nascimento. Os porcos Meishan têm menos fibras musculares ao nascimento, mas o seu número nos porcos AL continua, do nosso conhecimento, por determinar. Seja como for, os presentes resultados são semelhantes aos descritos quando são comparados fetos de linhas obesas e magras de porcos (Hoffman *et al.*, 1983; Stone *et al.*, 1985) ou recém-nascidos da raça Meishan e duma linha muito seleccionada para o crescimento muscular (Herpin *et al.*, 1993). O melhoramento genético para o aumento do tecido magro e para a prolificidade realizado entre 1977 e 1998 também resultou em diferenças semelhantes na composição dos recém-nascidos (Canario *et al.*, 2007b).

Embora, o teor total em lípidos tenha sido similar entre os leitões AL, os filhos de porcas que haviam consumido bolota durante a gestação, apresentaram maiores teores de C18:1 na sua fracção adiposa comparativamente aos verificados nos leitões filhos de porcas AL sem acesso a bolota durante a gestação. As bolotas contêm elevados níveis de C18:1

(superior a 60%, Rey *et al.*, 1997; Campaniço e Nunes, 2006). Estas observações sugerem, portanto, que alguns ácidos gordos da dieta das porcas podem atravessar a placenta dos suínos, em concordância com os relatos de Gerfault *et al.* (1999) e de Rooke *et al.* (2001). Adicionalmente, a gordura do colostro de porcas com acesso a bolota durante a gestação contém maior proporção de C18:1 (Charneca, 2001). Tudo o acima descrito e o facto do ácido oleico ser o ácido gordo mais rapidamente oxidado pelo leitão recém-nascido (Schmidt e Herpin, 1998) sugerem que o fornecimento de bolotas a porcas gestantes seria interessante para o metabolismo energético do leitão recém-nascido.

No presente estudo os leitões AL apresentaram fígados relativamente mais pesados que os leitões C embora não se tenham verificado efeitos significativos do genótipo nas reservas de glicogénio hepáticas. De facto, a capacidade gluconeogénica do fígado, ilustrada pela actividade da enzima G6-Pase não foi afectada pelo genótipo. Adicionalmente, e apesar da existência de 4 dias de diferença (capítulo IV.1) na duração da gestação entre genótipos, as concentrações hepáticas de glicogénio foram semelhantes em ambos os genótipos. Estes resultados estão de acordo com os observados por Herpin *et al.* (1993) quando compararam leitões da raça obesa Meishan a leitões duma linha muito seleccionada para o crescimento muscular. A selecção genética para o crescimento do tecido magro e prolificidade, entre 1977 e 1998, também resultaram numa diminuição do peso relativo do fígado (Canario *et al.*, 2007b).

Verificou-se uma influência do genótipo sobre as concentrações plasmáticas de glucose, albumina e IGF-1, todas superiores nos leitões AL. Estes resultados estão de acordo com os observados quando foram comparados leitões duma raça obesa Meishan com leitões duma linha muito seleccionada para o crescimento muscular (Herpin *et al.*, 1992a; 1993). A selecção genética para o crescimento do tecido magro e prolificidade entre 1977 e 1998, também resultou em alterações similares dos parâmetros plasmáticos dos leitões ao nascimento (Canario *et al.*, 2007b).

As concentrações plasmáticas de glucose são variáveis ao nascimento, aumentando com o decurso do parto (Herpin *et al.*, 1996). No entanto, no presente estudo, os dados foram ajustados para o tempo de nascimento relativamente ao início do parto, portanto, as maiores concentrações plasmáticas de glucose verificadas nos leitões AL poderão ser uma característica desta raça.

Em alguns estudos, as concentrações plasmáticas de albumina intra-ninhada (Stone e Christenson, 1982; Wise *et al.*, 1991) e de IGF-1 (Herpin *et al.*, 1992a) mostraram uma correlação positiva com o peso ao nascimento. No presente estudo, apenas as concentrações

plasmáticas de albumina apresentaram uma correlação positiva com o peso ao nascimento nos leitões AL, sugerindo que os teores plasmáticos de albumina e IGF-1 nem sempre são invariavelmente correlacionados com o peso ao nascimento.

Globalmente, a deposição de reservas energéticas vitais e a composição química corporal não são inferiores nos leitões AL recém-nascidos apesar da gestação mais curta destes. Adicionalmente, os maiores teores de proteína bruta ao nascimento, maior peso relativo do fígado (Herpin *et al.* 1993; Canario *et al.* 2007b) e maiores teores plasmáticos de albumina (Stone e Christenson, 1982; Wise *et al.*, 1991) são considerados bons indicadores de desenvolvimento e maturidade, enquanto que os níveis plasmáticos de IGF-1 são considerados indicadores da maturidade do eixo do IGF (Greenwood *et al.*, 2002). De acordo com estes pressupostos, os leitões AL seriam mais maduros ao nascimento que os leitões de genótipos convencionais de produção intensiva.

Adicionalmente e, contrariamente a alguns dos relatos (Dobao *et al.*, 1988), observações mais recentes sobre o início da puberdade na porca Ibérica (Gonzalez-Añover *et al.*, 2009) mostram que esta ocorre mais cedo que em fêmeas de cruzamentos comerciais (LWxLR), quando alimentadas de forma similar. Estas observações, assim como a maior maturidade ao nascimento, indiciam que os suínos Ibéricos são mais precoces que os suínos de genótipos convencionais. A selecção genética para o crescimento do tecido magro e prolificidade entre 1977 e 1998 também resultaram numa diminuição do período de gestação (Canario *et al.*, 2007a) muito embora menos acentuado. No entanto, esta gestação mais curta esteve associada a uma menor maturidade dos leitões ao nascimento (Canario *et al.*, 2007b). Portanto, uma menor duração de gestação poderá ser específica da raça Alentejana.

Como conclusão, a gestação mais curta nas porcas AL (capítulo IV.1) não tem efeitos negativos sobre as reservas energéticas ao nascimento dos seus leitões. O teor de proteína corporal ao nascimento foi superior nos leitões AL comparativamente aos leitões C, o que sugere a necessidade de realizar estudos para determinar as características histo-químicas e bioquímicas dos primeiros ao nascimento, de forma a compreender o menor potencial do porco para a deposição proteica durante o crescimento. Além disso, a redução da mortalidade durante o período neonatal é um objectivo importante. Relativamente a este aspecto, a investigação futura deverá incidir na alimentação inicial do leitão (ingestão de colostro), na aquisição de imunidade passiva dos leitões e na capacidade maternal das porcas.

NOTA: A versão, em língua inglesa, deste capítulo experimental foi aceite para publicação no Spanish Journal of Agricultural Research (anexo 3).

IV.3 – ESTUDO COMPARATIVO DA PRODUÇÃO DE COLOSTRO PELAS PORCAS E INGESTÃO DE COLOSTRO PELOS LEITÕES DE RAÇA ALENTEJANA E CRUZADOS DE UM GENÓTIPO CONVENCIONAL (LARGE-WHITE x LANDRACE)

INTRODUÇÃO

A quantificação da produção de colostro de porcas tem sido objecto de muito poucos estudos, incidindo sobre genótipos convencionais (Le Dividich *et al.*, 2005a), não existindo referências bibliográficas na raça Alentejana ou na raça Ibérica. A produção de colostro parece ser extremamente variável entre porcas e os estudos dos factores que a poderão influenciar são pouco esclarecedores (Le Dividich *et al.*, 2005a). A ingestão de colostro pelos leitões é também, bastante variável (Le Dividich *et al.*, 2005a) sendo influenciada positivamente pelo peso dos leitões ao nascimento (Le Dividich e Noblet, 1981a; Le Dividich *et al.*, 2004; Devillers *et al.*, 2007) e negativamente pelo tamanho das ninhadas (Devillers *et al.*, 2007), não tendo a ordem de nascimento, aparentemente, influência sobre a quantidade de colostro que os leitões ingerem no primeiro dia de vida (Bland *et al.*, 2003; Devillers *et al.*, 2007). Como a ingestão de colostro em quantidade suficiente se reveste de importância vital para a sobrevivência dos leitões nomeadamente pelos seus papéis energético e imunitário (Le Dividich *et al.*, 2005a), este estudo teve como objectivos principais quantificar a produção de colostro pelas porcas e a ingestão de colostro pelos leitões e estudar os factores que as influenciam.

MATERIAIS E MÉTODOS

Animais, procedimentos e cálculos

Neste estudo foram utilizados os dados de todos os animais descritos no capítulo III, ou seja as 90 porcas (45 de cada genótipo) e respectivas ninhadas. Do ponto de vista experimental e resumidamente, todos os partos foram vigiados, os leitões foram pesados ao nascimento, às 24h de vida e em todas as explorações e genótipos, aos 21 dias de idade (valor de referência final).

A estimativa da ingestão de colostro pelos leitões durante as primeiras 24h após o nascimento foi realizada utilizando a equação de predição descrita por Devillers *et al.*

(2004b). A equação é a seguinte:

$$\text{ICOL} = -217,4 + 0,217 \times t + 1861019 \times \text{P24H}/t + \text{PN} \times (54,80 - 1861019/t) \times (0,9985 - 3,7 \times 10^{-4} \times t_{\text{pi}} + 6,1 \times 10^{-7} \times t_{\text{pi}}^2)$$

Em que:

ICOL – ingestão de colostro no período t (g)

t – período de tempo considerado para o cálculo da ingestão (minutos)

P24H – peso do leitão às 24h (g)

PN – peso do leitão ao nascimento (g)

t_{pi} – intervalo de tempo entre o nascimento e a primeira ingestão de colostro (minutos)

De acordo com Devillers *et al.* (2004b), o intervalo entre o nascimento e a primeira ingestão de colostro (t_{pi}) pode ser estimado entre 15 e 30 minutos, sem grande erro. No presente estudo foi utilizada uma média de 15 minutos para esse factor da equação. O período de 24h foi calculado pela adição de 24h à hora correspondente a metade da duração do parto.

Dois leitões AL e 3 leitões C perderam muito peso corporal (141 a 275g) entre o nascimento e as 24h fazendo com que os valores estimados de ingestão de colostro fossem negativos. Considerou-se que estes leitões não tinham ingerido colostro e, assim, os seus valores de ingestão de colostro foram contabilizados como zero.

A produção de colostro pelas porcas (PCOL) foi obtida pela adição dos valores individuais de ingestão dos leitões da sua ninhada.

Para o estudo da influência da ingestão de colostro sobre a capacidade de termorregulação e homeostase da glicemia dos leitões realizaram-se os procedimentos seguidamente descritos.

Aquando da pesagem às 24h, efectuaram-se medições da temperatura rectal dos leitões usando um termómetro (Modelo BAT-12, Physitemp Bioblock, France) conectado a uma sonda rectal que foi inserida cerca de 5 a 7cm, no recto dos leitões (figura 33). A temperatura rectal às 24h foi determinada em 265 leitões AL e em 487 leitões C.



Figura 33 – Medição da temperatura rectal num leitoão AL.

Aos 2 dias de vida (36-48h) foram recolhidas amostras de sangue (1 a 3ml) por punção da veia cava. O processamento das amostras de sangue e a metodologia para a determinação das concentrações plasmáticas de glucose foram idênticos aos descritos no capítulo experimental anterior (IV.2). A concentração plasmática da glucose foi determinada em 58 leitões AL e em 87 leitões C.

Análises estatísticas

Todos os dados foram analisados usando o software SPSS (2007). Os dados da produção de colostro e do colostro disponível por leitoão foram analisados intra-genótipo usando o procedimento GLM ANOVA e a exploração e o grupo de número de ordem de parto como efeitos fixos. Análises adicionais foram efectuadas para a totalidade dos dados usando o genótipo como efeito fixo. Para a produção de colostro foram realizadas ainda análises de covariância usando o tamanho das ninhadas às 24h e o peso das ninhadas ao nascimento (dos leitões vivos às 24h) como covariáveis. Os dados dos pesos ao nascimento e ingestão de colostro entre o nascimento e as 24h foram analisados intra-genótipo, através dum modelo misto linear do SPSS com a exploração como efeito fixo e a porca como efeito aleatório, a comparação das médias foi feita pelo teste de Bonferroni. Foram realizadas análises adicionais pelo mesmo procedimento utilizando todos os dados e o genótipo como factor fixo.

Para as correlações consideraram-se os coeficientes de correlação de Pearson para o caso de normalidade ou Spearman's no caso de não normalidade, tendo-se obtido a sua significância usando o procedimento "correlate" do software. Todas as regressões foram obtidas usando o procedimento específico do SPSS.

Salvo menção, todos os valores apresentados são médias dos mínimos quadrados \pm erro padrão da média (least-square means \pm standard error of mean). As diferenças consideram-se significativas para $P < 0,05$.

RESULTADOS

Dentro de cada genótipo, o efeito da exploração sobre a performance dos leitões, a sua ingestão de colostro e a produção de colostro pelas porcas foi marginal ($P > 0,08$). Assim, as diferenças entre genótipos foram atribuídas ao conjunto: genótipo + ambiente (sistema de produção).

Produção de colostro pelas porcas (PCOL)

Considerando a totalidade das porcas (AL + C), a produção de colostro variou entre 486g e 6305g. Durante as primeiras 24h após o início do parto, as porcas AL produziram 1926 ± 134 g de colostro, valor 48% inferior ($P < 0,0001$) aos 3696 ± 134 g produzidos pelas porcas C. Intra-genótipo o coeficiente de variação da produção de colostro foi elevado, sendo de 30% nas porcas C e de 33% nas porcas AL.

Efeito do tamanho da ninhada e do peso da ninhada

Em ambos os genótipos a produção de colostro estava, de forma similar, relacionada com o tamanho da ninhada às 24h (TN24H) conforme pode ser observado na figura 34.

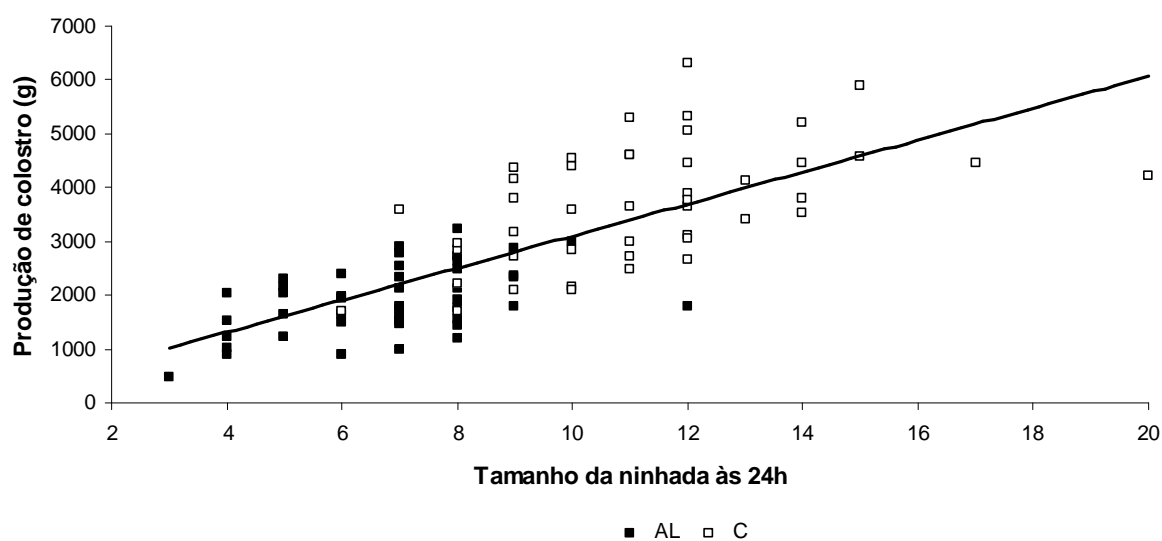


Figura 34 –Relação entre a produção de colostro pelas porcas Alentejanas (AL) e porcas de genótipo convencional (C) e o tamanho da ninhada às 24h (recta de regressão é a comum para os dois genótipos).

A equação de regressão comum entre a PCOL e o TN24H foi:

$$PCOL (g) = 128 + 297 (\pm 28) \times TN24H (R^2 = 0,56; P < 0,0001).$$

Esta indica que por cada leitão extra vivo às 24h a produção de colostro das porcas aumentou 297±28 g. Quando ajustada para um tamanho comum de ninhada às 24h, a produção de colostro pelas porcas AL foi 28% inferior à observada nas porcas C (2359 ± 142g vs 3263 ± 142g, P < 0,001).

O peso da ninhada ao nascimento resulta da combinação do tamanho da ninhada e do peso dos leitões ao nascimento. A produção de colostro também estava dependente do peso da ninhada ao nascimento (dos leitões vivos às 24h). A equação de regressão comum entre a PCOL e o peso da ninhada foi a seguinte:

$$PCOL (g) = 0.21 (\pm 0.02) \times \text{peso da ninhada (g)} + 472 (\pm 279) (R^2=0,63; P < 0,001)$$

Os valores ajustados para um peso de ninhada comum foram de 2528 ± 150g e 3093 ± 150g, para as porcas AL e C, respectivamente. A produção de colostro pelas porcas AL era ainda 18% (P < 0,03) inferior à das porcas C.

Efeito do número de ordem de parto

Intra-genótipo, não se observou qualquer efeito significativo do número de ordem de parto na produção de colostro pelas porcas (P > 0,10).

Ingestão de colostro pelos leitões

Em média, os leitões AL ingeriram menos colostro que os leitões C (288±14g vs 338±13g; P < 0,05). No entanto, quando expresso por kg de peso ao nascimento, a ICOL foi semelhante nos dois genótipos, 258 ± 11g nos leitões AL e 251±10g nos leitões C.

Os factores que, potencialmente, poderiam influenciar a ingestão de colostro pelos leitões são o seu peso ao nascimento, a sua ordem de nascimento e o tamanho da ninhada. O efeito do tamanho da ninhada foi analisado conjuntamente com a produção de colostro pelas porcas. Como a determinação da ingestão de colostro implica que os leitões tivessem sobrevivido até às 24h, considerou-se o tamanho da ninhada às 24h.

Efeito do peso ao nascimento

Globalmente a ICOL correlacionou-se com o peso ao nascimento (r=0,47; P < 0,001) conforme pode ser observado na figura 35. O efeito do peso ao nascimento na ICOL não dependeu do genótipo. A equação de regressão comum entre a ICOL e o peso ao nascimento foi a seguinte:

Ingestão de colostro (g) = $0.22 (\pm 0.02) \times \text{peso ao nascimento (g)} + 41.4$ ($R^2 = 0,22$; $P < 0,001$)

A equação indica que por cada 100g de aumento do peso ao nascimento dos leitões resultou um aumento da sua ingestão de colostro de 22g.

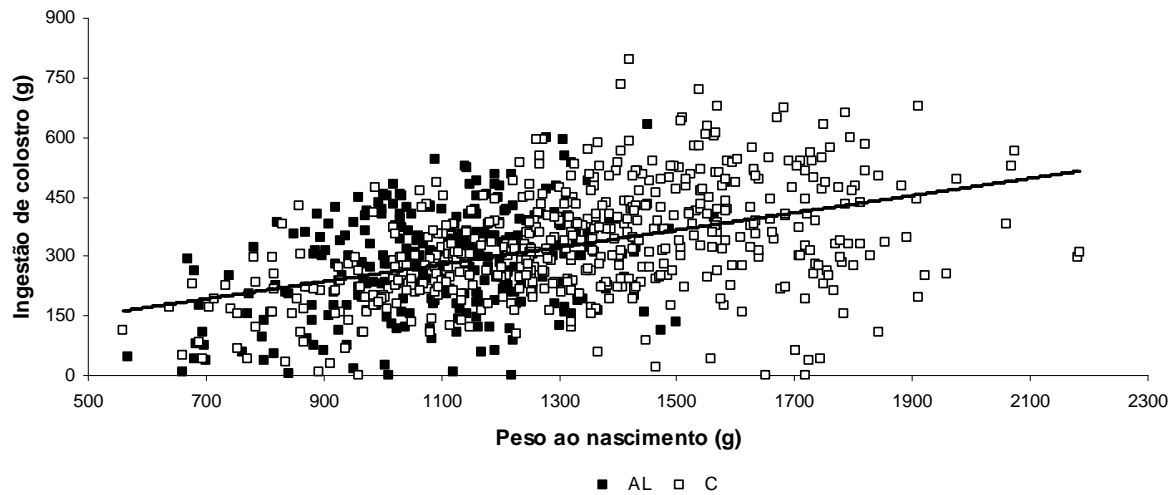


Figura 35 – Relação entre o peso ao nascimento e a ingestão de colostro nos leitões Alentejanos (AL) e nos leitões cruzados de genótipo convencional (C). A recta de regressão é a comum para os dois genótipos.

Efeito da ordem de nascimento (ON)

A relação entre a ordem de nascimento (ON, expressa em % do tempo total do parto) no peso ao nascimento e na ingestão de colostro é ilustrada na figura 36. Globalmente não se verificaram relações significativas entre a ON e o peso ao nascimento (R^2 entre 0,001 e 0,01) e, semelhante, a ICOL não se relacionou com a ON (R^2 entre 0,0001 e 0,013). As equações globais relacionando o peso ao nascimento e a ingestão de colostro com a ordem de nascimento foram as seguintes:

Peso ao nascimento (g) = $1232 (\pm 18) + 0.45 (\pm 0.30) \times \text{ON}$ ($R^2 = 0,003$; $P = 0,13$)

Ingestão de colostro (g) = $320 (\pm 9) - 0.09 (\pm 0.15) \times \text{ON}$ ($R^2 = 0,001$; $P = 0,54$)

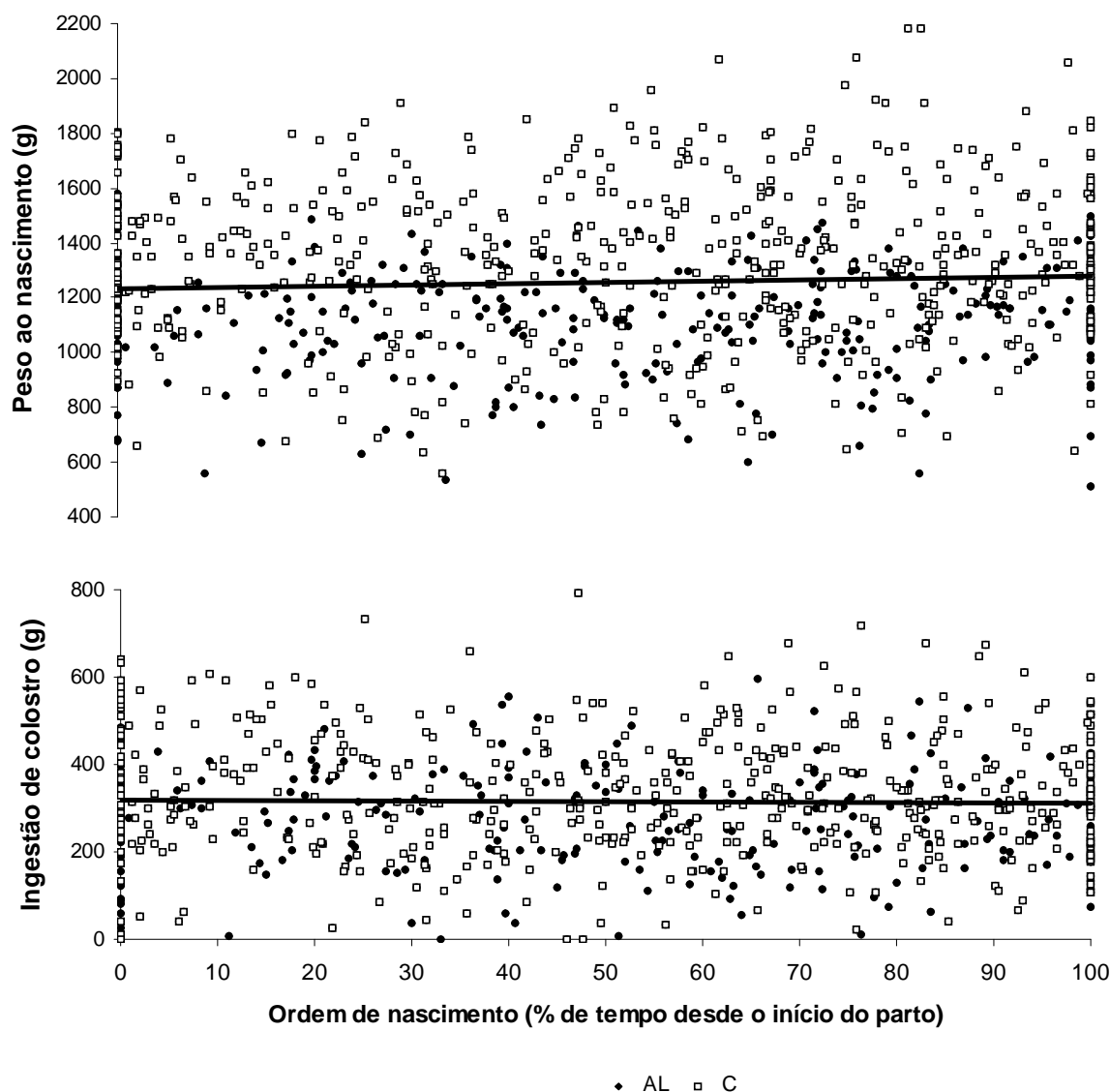


Figura 36 – Relação entre a ordem de nascimento, o peso ao nascimento e a ingestão de colostro dos leitões Alentejanos (AL) e cruzados de genótipo convencional (C). A ordem de nascimento está expressa relativamente à duração total do parto. As rectas de regressão são as comuns para os dois genótipos.

Relação entre a ingestão de colostro e a temperatura rectal às 24h e as concentrações plasmáticas de glucose aos 2 dias de idade

A correlação entre a ingestão de colostro e a temperatura rectal dos leitões às 24h foi positiva e significativa ($P < 0,05$) em ambos os genótipos. O coeficiente de correlação global entre os parâmetros foi $r = 0,18$ ($P < 0,001$). A correlação entre a ingestão de colostro e as concentrações plasmáticas de glucose aos 2 dias (36-48h) de idade foi positiva e significativa ($P < 0,05$) em ambos os genótipos. O coeficiente de correlação global entre os parâmetros foi $r = 0,37$ ($P < 0,001$).

Relação entre a produção de colostro até às 24h pelas porcas e o ganho de peso das ninhadas entre o nascimento e os 21 dias

Em ambos os genótipos o ganho de peso da ninhada do nascimento até aos 21 dias foi linearmente relacionado com a produção de colostro até às 24h (Figura 37). Não se verificou efeito do genótipo nos declives das rectas de regressão ($P=0.962$). A equação de regressão comum relacionando o ganho de peso da ninhada e a produção de colostro até às 24h pelas porcas foi a seguinte:

$$\text{Ganho de peso da ninhada (g)} = 5960 (\pm 1945) + 8.5 (\pm 0.6) \times \text{PCOL (g)} \quad (R^2=0,671; P < 0,0001)$$

Esta última indica que, em ambos os genótipos, por cada aumento de 100g na produção de colostro até às 24h pelas porcas existe um aumento de 850g no ganho de peso da ninhada entre o nascimento e os 21 dias.

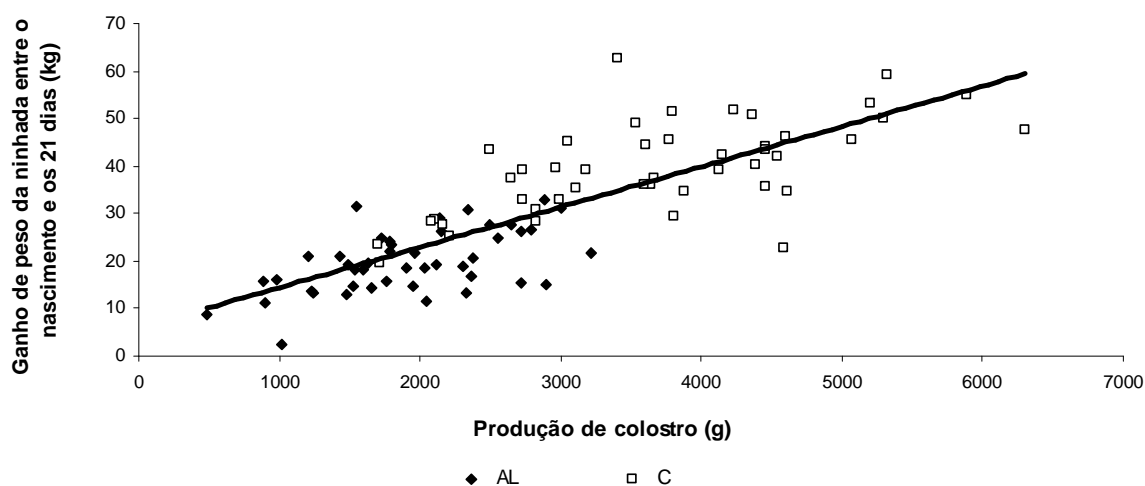


Figura 37 – Relação entre a produção de colostro pelas porcas e o ganho de peso das ninhadas entre o nascimento e os 21 dias de idade em suínos Alentejanos (AL) e dum genótipo convencional (Large-White x Landrace, C). A recta de regressão é a comum para os dois genótipos.

DISCUSSÃO

Os principais resultados deste estudo indicam que a produção de colostro pelas porcas e o seu consumo pelos leitões são inferiores no genótipo AL. A produção de colostro pelas porcas dependeu do tamanho da ninhada. Em ambos os genótipos a ingestão de colostro do leitão dependeu do seu peso ao nascimento mas, independente da sua ordem de nascimento na sequência do parto.

Em média a produção de colostro das porcas C foi próxima dos 3700g, um valor muito similar aos 3600-4000g observados por Devillers *et al.* (2007) e Quesnel *et al.* (2008), embora inferior aos 4300g relatados por Le Dividich *et al.* (2009) numa exploração no Québec. No entanto, é importante salientar o facto de que em média, as porcas AL produziram 48% menos colostro que as porcas C. A produção de colostro pelas porcas está dependente da sua capacidade para produzir colostro e da capacidade dos leitões de o extraírem das mamas. A diferença entre génotipos pode ser parcialmente explicada pelas diferenças no tamanho da ninhada e pelo peso das ninhadas pois, em ambos, há uma relação entre a produção de colostro e o tamanho e peso das ninhadas. No entanto, mesmo após ajustamentos para o tamanho da ninhada e depois para o peso da ninhada, as diferenças mantiveram-se significativas, embora com sucessivas reduções para 28% e 18%. Portanto, é lícito supor que as porcas AL menores produtoras de colostro que as porcas C, embora tal tese deva ser confirmada através do uso de um maior número animais.

Em ambos os génotipos, a produção de colostro pelas porcas não dependeu do seu número de ordem de parto, em concordância com as observações de Devillers *et al.* (2007), mas aumentou com o incremento do tamanho da ninhada. Devillers *et al.* (2007) e Le Dividich *et al.* (2004) não encontraram qualquer relação significativa entre a produção de colostro ou o ganho de peso da ninhada entre o nascimento e as 24h e o tamanho da ninhada. As razões que conduziram a estas diferentes observações não são claras, no entanto, há a possibilidade de que as maiores ninhadas (12,5-13,0 vivos às 24h), dos estudos acima citados, tenham criado situações de maior competição para os tetos, conduzindo a mais lutas e falhas de ingestão de colostro (Orgeur *et al.*, 2004). Qualquer que seja a explicação, no presente estudo o efeito do tamanho da ninhada na produção de colostro foi similar ao que é usualmente observado na produção de leite (Etienne *et al.*, 1998). No entanto, enquanto que a produção de leite não aumenta proporcionalmente ao tamanho da ninhada, os presentes resultados mostram que o aumento da produção de colostro é proporcional ao tamanho da ninhada.

A média de ingestão de colostro dos leitões, durante as primeiras 24h, foi de 288-338g, valores concordantes com os 300g reportados por Devillers *et al.* (2007) mas inferiores aos 385g observados por Le Dividich *et al.*, (2009). A ingestão relativa de colostro (por kg de peso ao nascimento) enquadra-se nos valores de 250-275g/kg apresentados por Le Dividich e Noblet (1981a), Milon *et al.* (1983) e Le Dividich *et al.* (2009). No presente estudo, a ingestão de colostro (em valor absoluto) foi inferior nos leitões AL comparativamente aos leitões C, mas não se observaram diferenças na ingestão relativa de colostro. No entanto,

devido ao menor peso ao nascimento dos leitões AL (capítulo IV.1) e consequente maior superfície específica, as perdas de calor e resultantes necessidades energéticas, para a manutenção do balanço homeotérmico, tendem a ser superiores nos leitões AL.

Em ambos os genótipos a ingestão de colostro relacionou-se positivamente com o peso ao nascimento. O efeito do peso ao nascimento no consumo de colostro era, de certa forma, esperado dado que um leitão mais pesado será mais vigoroso e mais competitivo no acesso às mamas mais produtivas e mais capaz de extrair mais colostro dos tetos (Le Dividich, 1999). No nosso estudo, assim como nos de Le Dividich *et al.* (2004) e Devillers *et al.* (2007), a ingestão de colostro relacionou-se linearmente com o peso ao nascimento. Observámos que um aumento de 100g no peso ao nascimento estava associado a um aumento de 22g na ingestão de colostro, valor próximo dos 28g reportados por Devillers *et al.* (2007).

A ordem de nascimento não teve influência na distribuição dos pesos dos leitões ao nascimento, o que sugere que não houve diferenças de peso dos leitões na sequência de nascimentos. Observações contrárias foram reportadas por Hartsock e Graves (1976) como havendo uma tendência ($R^2=0.16$) para os leitões mais pesados nascerem primeiro na sequência de nascimentos. No entanto, o estudo citado foi realizado com um número bastante inferior de animais (44). Adicionalmente, a ingestão de colostro foi independente da ordem de nascimento. Resultados similares foram relatados por Devillers *et al.* (2007). Também Le Dividich *et al.* (2004) observaram que o ganho de peso corporal nas primeiras 24h de vida não dependia da ordem de nascimento. Estes resultados são, no entanto, um pouco surpreendentes na medida em que a competição ao nível das mamas aumenta com o aproximar do final do parto quando as mamadas se tornam descontínuas (Hemsworth *et al.*, 1986). Todavia, como a taxa de consumo do colostro é muito elevada durante a primeiras horas após o nascimento (Fraser e Rushen, 1992, Herpin e Le Dividich, 1995) poderemos especular que os primeiros leitões nascidos estarão saciados e menos activos quando nascem os últimos leitões da ninhada. A menor competição pelos tetos daí resultante permitirá, aos últimos nascidos, maiores facilidades na ingestão de colostro. Adicionalmente ao acima descrito, a ausência de efeito da ordem de nascimento no peso dos leitões explicará a ausência de efeito da ordem de nascimento na ingestão de colostro dos leitões.

A partir das 15h após o nascimento, a temperatura rectal está principalmente dependente da quantidade de colostro ingerida (Le Dividich e Noblet, 1981). A homeostase da glucose é maioritariamente suportada pela quantidade de colostro ingerida (Le Dividich *et al.*, 1991a). No presente estudo, os efeitos benéficos da ingestão de colostro sobre estas duas funções fisiológicas são ilustradas pelas correlações positivas existentes, em ambos os

genótipos, entre a ingestão de colostro e a temperatura rectal às 24h e as concentrações plasmáticas de glucose às 36-48h.

É importante realçar que, em ambos os genótipos, verificou-se uma relação positiva e estreita entre a produção de colostro pelas porcas até às 24h e o ganho de peso das ninhadas entre o nascimento e os 21 dias. Como o crescimento pré-desmame (desmame cerca dos 21 dias) das ninhadas e o output de nutrientes, via leite das porcas, estão fortemente correlacionados ($R^2 = 0.87-0.90$, Noblet e Etienne, 1989) a relação positiva, por nós verificada, indicia que uma porca boa produtora de colostro também será uma boa produtora de leite. A mesma relação, embora menos forte, entre a produção de colostro e o ganho de peso das ninhadas em 21 dias foi também descrita por Devillers (2004) e Le Dividich *et al.*, (2004).

Como conclusão, os resultados deste estudo indicam que as porcas AL produzem menos colostro e os leitões AL consomem menos colostro comparativamente à produção das porcas C e ao consumo das respectivas crias. Os dois genótipos têm em comum que a ingestão de colostro está dependente do peso ao nascimento dos leitões mas independente da sua ordem de nascimento no parto. Adicionalmente, em ambos os genótipos, existe uma relação muito estreita entre a produção de colostro até às 24h e o ganho de peso das ninhadas do nascimento aos 21 dias.

Em que medida a menor ingestão de colostro afecta a aquisição de imunidade passiva e a sobrevivência dos leitões AL permanece, no entanto, por avaliar. Os efeitos de factores como, por exemplo, a alimentação das porcas AL na sua capacidade de produção de mais colostro permanecem também por determinar.

Em futuros programas de selecção poderá ser um indicador importante o GMD dos leitões até aos 21 dias, para seleccionar linhas de porcas com boa capacidade maternal no que se refere à produção de colostro e, assim, contribuir para uma menor mortalidade peri-natal dos leitões que, como referido, é predominante.

IV.4 – ESTUDO COMPARATIVO DA COMPOSIÇÃO DO COLOSTRO E LEITE DE PORCAS ALENTEJANAS E PORCAS DE UM GENÓTIPO CONVENCIONAL (LARGE WHITE x LANDRACE) E AQUISIÇÃO DE IMUNIDADE PASSIVA PELOS LEITÕES

INTRODUÇÃO

A composição do colostro da porca evolui muito rapidamente ao longo das primeiras horas após o início do parto (Klobasa *et al.*, 1987; Jackson *et al.*, 1995; Csapó *et al.*, 1996). Os teores de imunoglobulina G (IgG) apresentam uma evolução decrescente muito acentuada nas primeiras horas após o início do parto (Klobasa *et al.*, 1987) e são muito variáveis entre porcas (Klobasa *et al.*, 1987; Bland *et al.*, 2003; Le Dividich *et al.*, 2004). Pelo seu papel energético e imunitário, a composição do colostro, quer em macro-nutrientes, quer em IgG, tem uma importância fundamental para a sobrevivência e crescimento dos leitões. A aquisição de imunidade passiva pelos leitões através do colostro é essencial para a sua sobrevivência e parece ter uma acção estimuladora sobre o desenvolvimento da imunidade activa (Rooke *et al.*, 2003; Le Dividich *et al.*, 2004; Cariolet *et al.*, 2007). Os principais factores que parecem influenciar a aquisição de imunidade passiva são a quantidade de colostro ingerido (Le Dividich *et al.*, 2005b; Svendsen *et al.*, 2005) e as concentrações de IgG no colostro (Werhahn *et al.*, 1981). Este estudo pretendia determinar a composição química do colostro e do leite (incluindo os seus teores em IgG), avaliar o nível de imunização passiva dos leitões (IgG sérica) aos 2 dias de idade e os níveis séricos de IgG aos 28 dias de idade em porcas e leitões AL comparando-os com porcas e leitões de genótipo C.

MATERIAIS E MÉTODOS

Animais e manejo

Para o estudo da composição do colostro e do leite e da imunização dos leitões foram utilizadas 17 porcas AL e 17 porcas C e respectivas ninhadas todas da exploração experimental E, da Universidade de Évora. O número de ordem de parto médio das porcas AL era de $4,3 \pm 2,3$ e das porcas C de $4,4 \pm 3,0$ partos. As porcas foram vacinadas de acordo com

o programa sanitário estabelecido contra a colibacilose, 3 a 4 semanas antes da data prevista do parto, e todos os reprodutores contra a doença de Ausjeski cada 4 meses.

Vigilância dos partos e recolha de amostras

Todos os partos foram vigiados e os procedimentos com os leitões foram descritos anteriormente no capítulo III. As amostras de colostro e de leite (30 – 50 ml) foram extraídas manualmente da maioria dos tetos funcionais das porcas. A primeira amostra de colostro foi recolhida logo após o nascimento do primeiro leitão (tempo 0) e nas seguintes 3, 6, 12, 24 e 36 horas após a primeira colheita. Foi feita uma colheita de leite no dia 15 ± 1 de lactação (figuras 38, 39 e 40)



Figuras 38, 39 e 40 – Ordenha manual de porcas AL e porca C.

Todas as amostras foram imediatamente passadas por filtro de gaze e armazenadas a -20°C até à sua análise (figuras 41 e 42). A partir das 3h após o início do parto, foram administradas 20UI de oxitocina (Facilpart, Syva, Léon, Espanha), por via intramuscular, para induzir a ejeção do colostro e do leite.



Figura 41 – Filtragem e acondicionamento de amostras de colostro/leite em frascos de 50ml



Figura 42 – Acondicionamento de amostra de colostro/leite em “eppendorfs”

Foram colhidas amostras de sangue (1 a 3ml) por punção da veia cava (figuras 43 e 44), em 74% e 83% dos leitões AL e C, respectivamente. As amostras foram obtidas aos 2 dias de idade (36-48h) e, nos mesmos leitões, aos 28 dias de idade. O sangue foi deixado a coagular à temperatura ambiente, centrifugado durante 10 minutos a 1400g numa centrífuga Hettich-Universal (Modelo D-7200) e o soro foi recolhido e conservado a -20°C até ser analisado.



Figura 43 - Colheita de sangue num leitão AL



Figura 44 - Colheita de sangue num leitão C

Estimativa da ingestão de colostro

A ingestão de colostro pelos leitões nas primeiras 24h após o nascimento foi estimada usando a equação de predição de Devillers *et al.* (2004b), como descrito anteriormente (capítulo IV.3).

Análises laboratoriais

A matéria seca (MS) do colostro e do leite foi determinada após secagem em estufa a 102°C até peso constante. A proteína bruta (PB) foi determinada de acordo com o método de Dumas ($PB = N \times 6,38$) usando um aparelho LECO (LECO FP-528 Nitrogen/Protein Determinator). Os teores em lípidos totais (LIP) foram determinados de acordo com método de Gerber (AOAC, 1990). A lactose foi determinada através do uso dum kit Boehringer Mannheim[®] Lactose/D-Galactose (ref. 0176303). A lactose (LACT) apenas foi determinada em 12 porcas por genótipo e não foi doseada nas amostras recolhidas às 3h após o início do parto.

As concentrações em imunoglobulina G (IgG) do colostro, leite e soro dos leitões foram determinadas por ELISA usando a metodologia detalhadamente descrita por Devillers *et al.*, (2004a). De forma resumida, as placas de ELISA foram revestidas (“coating”) uniformemente com os anticorpos de captura “purified goat anti-pig IgG” (Bethyl A100-

104A) e deixadas durante uma noite a 4°C. No dia das dosagens, as placas foram saturadas com um tampão de TBS (Tris Buffered Saline) com BSA (Albumina sérica bovina). Foram adicionados aos poços das placas amostras de soro ou de colostro diluídas conjuntamente com amostras de concentração conhecida de IgG de suínos (Bethyl RS 10-107). Após um período de incubação de 2 horas, os poços foram lavados com uma solução com detergente e, em cada poço foi adicionado um alíquota do anticorpo conjugado “peroxydase-labeled goat anti-porcine IgG” (Bethyl A 100-104P). Seguiu-se um novo período de incubação de 2h e adicionou-se em cada poço o substrato para a enzima TMB (3,3',5,5' tetramethylbenzidin liquid substrate; Sigma T4444). A reação enzimática foi interrompida 30 minutos depois pela adição de 3 M H₂SO₄. A densidade óptica de cada poço foi determinada a 450nm por um leitor de placas ELISA (AWARENESS, modelo Stat Fax -2100, Florida, USA). Nas figuras 45 a 50 são ilustrados alguns dos passos da técnica.



Figura 45 – Enchimento dos poços das placas

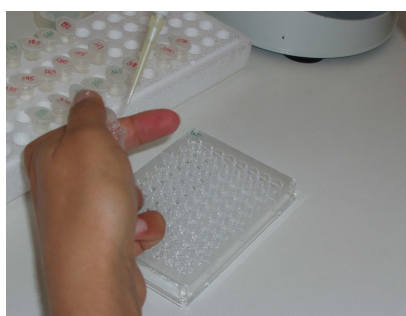


Figura 46 – Detalhe do enchimento dos poços das placas

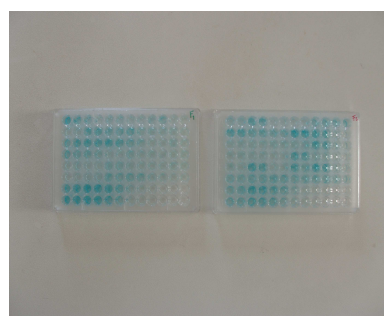


Figura 47 – Placas após incubação com enzima e substrato

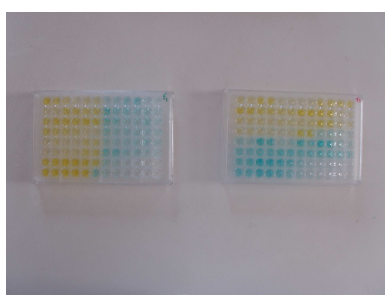


Figura 48 – Placas com reacção parcialmente interrompida

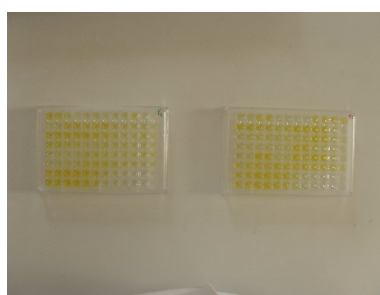


Figura 49 – Placas com reacção interrompida com o ácido



Figura 50 – Leitura final das placas de ELISA

Os coeficientes de variação intra e inter análise foram, respectivamente de 3,3% e 6,5% para um colostro com 65,4mg/ml. Para o soro os coeficientes de variação intra e inter análise foram, respectivamente de 4,0% e 11,8% para um soro com 23,5 mg/ml e de 4,8% e 5,6% para um soro contendo 4,6 mg/ml de IgG.

Análises estatísticas

Todos os dados foram analisados com o software SPSS (2007).

A composição do colostro e leite e as concentrações de IgG nos leitões foram analisadas pelo procedimento das medições repetidas (“repeated measures”) com o genótipo como factor “between-subjects”. A comparação de médias foi realizada pelo teste de Bonferroni.

No genótipo AL foram realizadas análises separadas usando o mesmo procedimento e a ingestão de bolota durante a gestação (dois níveis: 1 – com ingestão; 2 – sem ingestão) como factor “between-subjects”.

As áreas sob das curvas (AUC) de concentração de PB, LIP, LACT e IgG foram calculadas pelo procedimento trapezoidal e comparadas usando o teste t de Student.

As correlações entre os parâmetros foram analisadas usando o procedimento de correlação do SPSS e o coeficiente de correlação Pearson.

Neste estudo não foi feita qualquer tentativa de avaliar o efeito do número de ordem de parto das porcas sobre a composição do colostro e leite pelo baixo número de animais por número de ordem de parto. Usando um número mínimo de 17 porcas por número de ordem de parto, Klobasa and Werhahn (1996) não encontraram qualquer efeito significativo deste parâmetro nas concentrações de IgG do colostro.

Excepto quando mencionado em contrário, todos os valores são médias dos quadrados mínimos \pm erro padrão da média (least-square means \pm standard error of mean). As diferenças foram consideradas significativas para valores de P inferiores a 0,05.

RESULTADOS

Composição do colostro e do leite

Os resultados da composição do colostro e leite incluindo a MS, PB, LIP e LACT são apresentados no quadro 16. Não se verificou qualquer efeito significativo do genótipo sobre os teores de MS e LACT do colostro. Pelo contrário, os teores de PB e LIP do colostro foram influenciados pelo genótipo, sendo a PB maior ($P < 0,05$) e os LIP menores ($P < 0,01$) nas porcas AL.

Não se verificaram diferenças significativas entre genótipos na composição do leite. Os valores médios em percentagem (\pm erro padrão da média) para a MS, PB, LIP e LACT foram de $20,3 \pm 0,5$; $5,1 \pm 0,5$; $9,0 \pm 0,3$ e $5,7 \pm 0,2$, respectivamente.

Os teores no colostro dos 4 constituintes acima referidos foram significativamente influenciados pelo tempo ($P < 0,001$). Em ambos os genótipos, os teores de MS e PB decresceram acentuadamente durante as primeiras 12h após o nascimento do primeiro leitão. Este decréscimo foi similar em ambos os genótipos e superior ($P < 0,003$) para a PB (-44%) que para a MS (-20%). Após as 12 h, os teores de MS permaneceram praticamente inalterados enquanto que os teores de PB decresceram até aos níveis do leite. Contrariamente à MS e PB, quer os teores em LIP quer em LACT aumentaram após o nascimento do primeiro leitão. Doze horas após o início do parto os teores de LACT aumentaram de forma similar em 23% ($P < 0,01$) nos dois genótipos. Os teores de LIP também aumentaram, no entanto, esse aumento dependeu do genótipo, sendo superior ($P < 0,001$) no colostro das porcas C (+60%) que no das porcas AL (+28%) durante as primeiras 12h a seguir ao início do parto.

As alterações nas concentrações de IgG, durante as primeiras 36h após o início do parto, são apresentadas na figura 51. Para melhor compreensão da figura não foram incluídos nesta os valores de IgG no leite. A partir das 12h após o início do parto, o colostro das porcas AL apresentou maiores concentrações de IgG que o colostro das porcas C (valores de P entre 0,005 e 0,02). Adicionalmente observou-se uma clara tendência ($P < 0,07$) para as concentrações totais de IgG (AUC), calculadas durante as primeiras 12h serem superiores (+29%) no colostro das porcas AL. As concentrações totais (AUC) calculadas durante as primeiras 27h foram 39% ($P < 0,04$) superiores no colostro de porcas AL. Com o início do parto, em ambos os genótipos, observou-se um rápido declínio das concentrações de IgG. O declínio foi similar nos dois genótipos. Às 3, 6 e 12h após o início do parto, as concentrações de IgG já tinham diminuído, respectivamente, em 30, 48 e 63%. Em ambos os genótipos existiu uma clara relação entre as concentrações de proteína e de IgG ($r=0,89$).

Quadro 16. Teores (%) de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), lípidos totais (LIP) e lactose (LACT) no colostro e leite de porcas Alentejanas (AL) e porcas dum genótipo convencional (Large-White x Landrace, C) (least square means \pm standard error of mean).

	G	Colostro						Leite	Efeitos (Valor de P)		
		0h	3h	6h	12h	24h	36h	15d	G	T	G*T
MS	AL	27,2 \pm 0,9 ^a	27,3 \pm 0,8 ^a	26,1 \pm 0,8 ^b	21,0 \pm 0,6 ^c	20,9 \pm 0,7 ^c	21,1 \pm 0,6 ^c	19,9 \pm 0,4 ^c	0,548	<0,0001	0,083
	C	26,1 \pm 0,9 ^a	25,6 \pm 0,8 ^a	24,4 \pm 0,8 ^b	22,0 \pm 0,6 ^c	20,3 \pm 0,7 ^c	21,2 \pm 0,7 ^c	20,8 \pm 0,4 ^c			
PB	AL	18,5 \pm 0,8 ^a	17,0 \pm 0,8 ^b	16,0 \pm 0,8 ^{cA}	10,5 \pm 0,7 ^d	9,1 \pm 0,6 ^{eA}	9,0 \pm 0,6 ^{eA}	5,2 \pm 0,1 ^f	0,047	<0,0001	0,151
	C	17,0 \pm 0,8 ^a	15,9 \pm 0,8 ^b	13,2 \pm 0,8 ^{cB}	9,9 \pm 0,7 ^d	7,3 \pm 0,6 ^{eB}	6,7 \pm 0,6 ^{eB}	5,0 \pm 0,1 ^f			
LIP	AL	4,6 \pm 0,4 ^a	6,1 \pm 0,4 ^b	6,0 \pm 0,4 ^{bc}	5,9 \pm 0,4 ^{bcA}	6,3 \pm 0,6 ^{cdA}	7,6 \pm 0,6 ^{deA}	8,8 \pm 0,4 ^e	0,006	<0,0001	0,003
	C	4,9 \pm 0,4 ^a	5,9 \pm 0,3 ^b	7,0 \pm 0,4 ^{bc}	7,8 \pm 0,3 ^{cB}	8,2 \pm 0,5 ^{cdB}	9,5 \pm 0,6 ^{dB}	9,3 \pm 0,3 ^d			
LACT	AL	2,7 \pm 0,3 ^a	-	3,2 \pm 0,3 ^a	3,4 \pm 0,2 ^a	5,8 \pm 0,4 ^b	4,5 \pm 0,2 ^c	5,5 \pm 0,4 ^b	0,569	<0,0001	0,680
	C	3,0 \pm 0,3 ^a	-	3,3 \pm 0,3 ^a	3,6 \pm 0,2 ^a	5,5 \pm 0,4 ^b	4,1 \pm 0,2 ^c	5,8 \pm 0,4 ^b			

G – Genótipo; T – Tempo. Letras diferentes na mesma linha representam diferenças entre os tempos de colheita. Dentro da mesma coluna, letras maiúsculas diferentes representam diferenças significativas entre genótipos.

Por fim, é importante realçar que as concentrações de IgG foram muito variáveis, com coeficientes de variação às 12h de 52% e 45% no colostro de porcas AL e C, respectivamente.

As porcas AL que tiveram acesso a bolota durante a gestação (4/17) apresentaram teores de LIP superiores ($P < 0,05$) no colostro e no leite, relativamente à porcas AL sem acesso a bolotas, não se tendo verificado diferenças significativas em mais nenhum constituinte do colostro ou leite, incluindo as IgG.

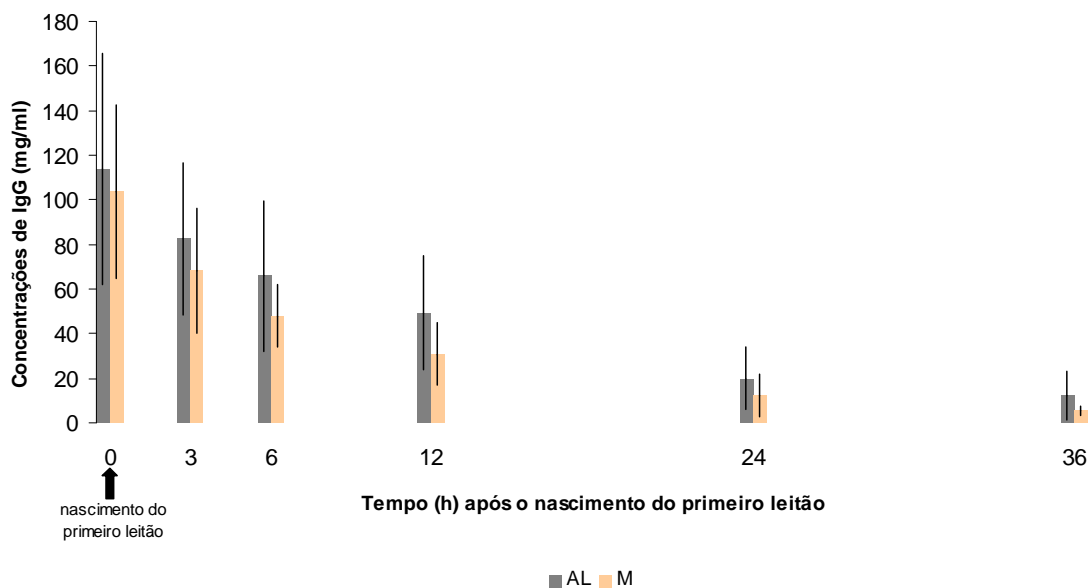


Figura 51 – Evolução das concentrações de IgG no colostro (least-square means \pm standard deviation) de porcas Alentejanas (AL) e porcas dum genótipo convencional (Large-White x Landrace, C), durante as primeiras 36h após o nascimento do primeiro leitão.

Imunização passiva dos leitões

Os leitões AL ($n=108$) e C ($n=168$) aos quais foram retiradas amostras de sangue aos 2 dias de idade apresentaram um peso médio de nascimento de $1172 \pm 23g$ e $1345 \pm 19g$, respectivamente. Morreram 11 leitões AL e 17 leitões C antes dos 28 dias e não foram colhidas amostras de sangue, em 5 leitões AL e em 12 leitões C, por problemas técnicos. Os valores médios das concentrações de IgG dos leitões e da sua ingestão de colostro são apresentados no quadro 17.

Quadro 17. Ingestão de colostro (total e relativa) e concentrações séricas de IgG aos 2 (IgG2) e 28 dias (IgG28) dos leitões Alentejanos (AL) e cruzados de genótipo convencional (C). (least square means \pm standard error of mean).

Genótipo	AL	C	Valor de P
Ingestão de colostro (ICOL),(g)	267 \pm 11	327 \pm 9	< 0,001
ICOL, g/kg peso ao nascimento	228 \pm 8	244 \pm 6	0,107
IgG2 (mg/ml) ¹	30,2 \pm 1,1	26,6 \pm 0,9	0,013
IgG28 (mg/ml) ¹	5,3 \pm 0,2	4,8 \pm 0,2	

¹ Tempo de colheita (IgG2 vs IgG28) significativamente diferentes (P<0,001).

As concentrações de IgG foram superiores (P=0,013) nos leitões AL comparativamente aos leitões C e foram cerca de 6 vezes inferiores (P <0,001) aos 28 dias em comparação com as observadas aos 2 dias de idade. Os leitões C consumiram, em valor absoluto, mais colostro (P <0,001) que os leitões AL. No entanto, a ingestão de colostro, quando expressa por kg de peso ao nascimento, apenas tendeu a ser superior (P=0,11) nos leitões C. As concentrações séricas de IgG foram bastante variáveis, com mínimos e máximos de 2,7mg/ml a 56,4 mg/ml e de 0,8mg/ml a 10,5 mg/ml aos 2 e aos 28 dias, respectivamente. As concentrações de IgG2 dos leitões AL e C que morreram entre os 2 e os 28 dias foram de 30,0 \pm 3,4mg/ml e de 24,4 \pm 2,7 mg/ml, respectivamente.

Verificou-se uma forte correlação entre os níveis séricos de IgG aos 2 dias e aos 28 dias de idade (figura 52). Os coeficientes de correlação foram r=0,63 e r=0,61 (P <0,001) nos leitões AL e C, respectivamente. Os declives das regressões entre a IgG28 e a IgG2 não foram diferentes entre genótipos. A equação de regressão comum relacionando as concentrações de IgG aos 2 e aos 28 dias foi: $IgG28 = 1,92 + 0,11 \times IgG2$ ($R^2=0,36$; P <0,0001) indicando que, em ambos os genótipos, um aumento de 1 mg/ml das concentrações de IgG aos 2 dias de idade esteve associado a um aumento de 0,11mg/ml das concentrações de IgG aos 28 dias de idade.

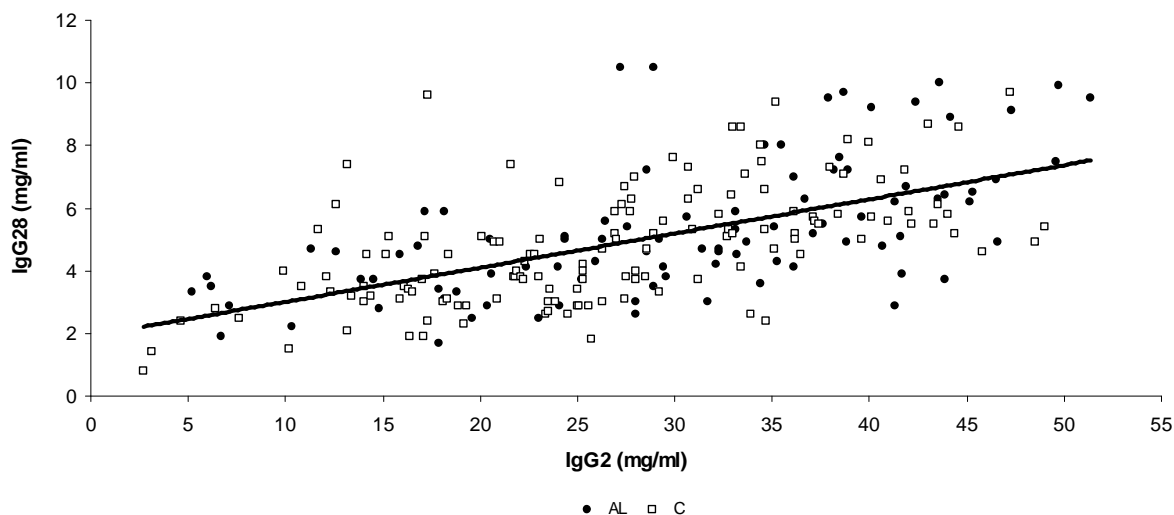


Figura 52 – Relação entre as concentrações séricas de IgG aos 2 dias (IgG2) e aos 28 dias de idade (IgG28) nos leitões Alentejanos (AL) e cruzados de genótipo convencional (C). A recta de regressão é da totalidade dos leitões (AL + C).

Em ambos os genótipos, as concentrações de IgG aos 2 dias foram dependentes da ingestão de colostro (figura 53). No entanto, tendo em atenção os valores de R^2 das equações de regressão de 9 e 14% nos leitões AL e C, respectivamente, pode afirmar-se que as concentrações de IgG se relacionaram de forma fraca com a ingestão de colostro.

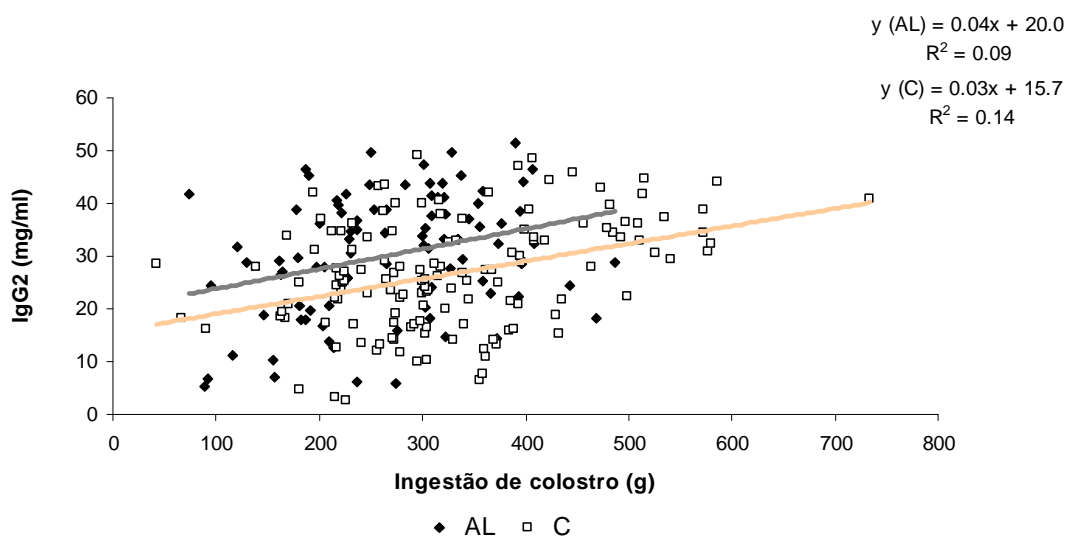


Figura 53 – Relação entre as concentrações séricas de IgG aos 2 dias de idade (IgG2) e a ingestão de colostro de leitões Alentejanos (AL) e leitões cruzados dum genótipo convencional (C). Rectas de regressão: cinza para os leitões AL e creme para os leitões C.

As concentrações de IgG2 correlacionaram-se positivamente com o peso ao nascimento dos leitões em ambos os genótipos, no entanto essa correlação foi apenas significativa ($r = 0,24$, $P < 0,005$) nos leitões C.

Em ambos os genótipos as concentrações de IgG2 correlacionaram-se negativamente com a ordem de nascimento (ON, expressa em % de tempo do nascimento relativamente ao início do parto). No entanto, essa relação apenas era significativa ($r = -0,26$, $P = 0,002$) nos leitões C (figura 54):

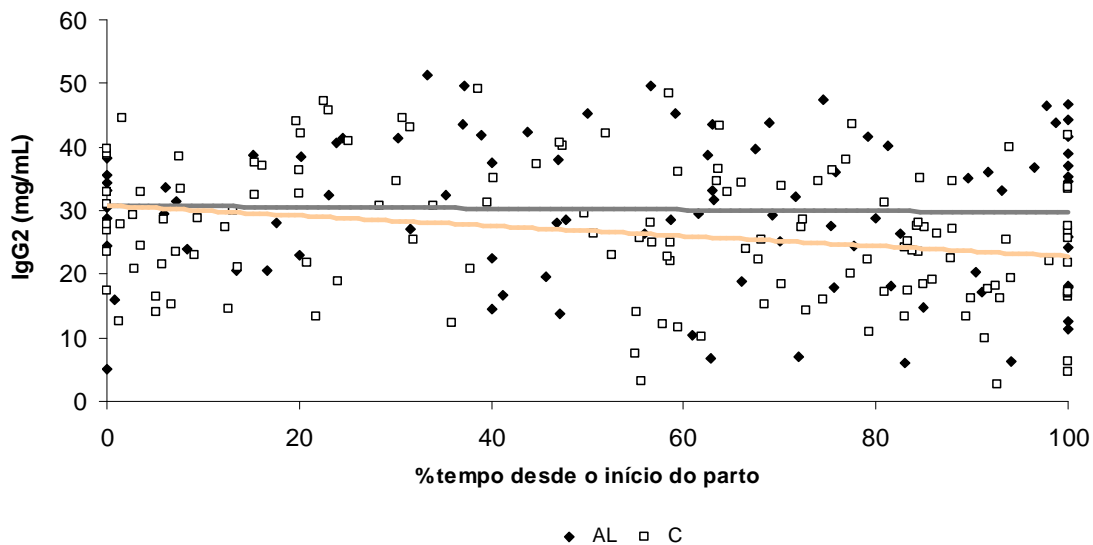


Figura 54 – Relação entre as concentrações séricas de IgG aos 2 dias de idade (IgG2) e a ordem de nascimento dos leitões ao longo do parto (expressa em percentagem de tempo desde o início do parto) de leitões Alentejanos (AL e leitões cruzados dum genótipo convencional (C). Rectas de regressão: cinza para os leitões AL e creme para os leitões C.

DISCUSSÃO

A composição do colostro de ambos os genótipos durante as primeiras 36h após o início do parto foi basicamente concordante com a descrita por outros autores tais como Klobasa *et al.* (1987), Jackson *et al.* (1995), Bland *et al.* (2003), Le Dividich *et al.* (2004) e Tuchscherer *et al.* (2006). A composição do colostro caracteriza-se por uma rápida evolução no sentido da composição do leite no decurso das primeiras 24 a 36h.

Foram observadas diferenças nos valores absolutos e na taxa inicial de diminuição das IgG. As concentrações séricas de IgG do colostro das porcas AL e C foram basicamente similares às reportadas por Klobasa *et al.* (1987), Jackson *et al.* (1995) e Tuchscherer *et al.* (2006), mas substancialmente superiores às relatadas por Jensen e Pedersen (1979), Bland *et*

al. (2003) e Le Dividich *et al.* (2004). No entanto, a comparação de valores é difícil, pois a metodologia de doseamento das IgG (imunodifusão radial simples vs ELISA) foi diferente nos diferentes estudos. A diminuição em 48% da concentrações de IgG durante as primeiras 6h após o início do parto, em ambos os genótipos, foi similar à observada por Le Dividich *et al.* (2004) mas marcadamente mais pronunciada que os 22% referidos por Cariolet *et al.* (2007) ou os 32% relatados por Klobasa *et al.* (1987).

Os principais resultados deste estudo indicam que o colostro das porcas AL apresentou maiores concentrações de PB e IgG. Igualmente, a aquisição de imunidade passiva foi superior nos leitões AL quando comparados com os leitões C. No leite, não se verificou efeito do genótipo nos teores proteicos embora as concentrações de IgG continuassem a ser superiores nas porcas AL. Os efeitos do genótipo nos teores proteico e/ou de IgG do colostro são controversos. O genótipo pode influenciar a proteína do colostro (Farmer *et al.*, 2007 citados por Farmer e Quesnel, 2009) e as concentrações de IgG (Inoue *et al.*, 1980). Comparando porcas Meishan e Yorkshire, Zou *et al.* (1992) também reportaram maiores teores de proteína no colostro das porcas Meishan, diferença não observada por Le Dividich *et al.* (1991b). De forma similar, Fahmy (1972) também não encontrou diferenças nos teores de proteína entre 7 genótipos. Por outro lado (Charneca, 2001) também verificou maiores concentrações de proteína em colostro de porcas AL quando comparado com colostro de porcas C. Desconhece-se se as maiores concentrações de IgG no colostro das porcas AL são uma característica do genótipo.

As IgG do colostro provêm do soro das porcas (Bourne e Curtis, 1973). Como as concentrações séricas de IgG das porcas podem ser influenciados pelo seu contacto com agentes patogénicos, podemos colocar a hipótese de que o sistema de produção ao ar livre das porcas AL possa levar a uma maior exposição destas a agente patogénicos, resultando em maiores concentrações de IgG no seu soro e, conseqüentemente, no seu colostro. Caso esta hipótese seja correcta, então as diferenças de IgG do colostro entre porcas AL e C deve ser atribuída ao conjunto genótipo+ ambiente. No entanto, as concentrações séricas de IgG das porcas AL e C não foram determinadas.

As bolotas contêm elevado teor em lípidos (cerca de 6,3% da matéria seca, Rey *et al.*, 1997). Entre as porcas AL, aquelas que tiveram acesso a bolota durante a gestação apresentaram colostro com teores lipídicos superiores, o que está de acordo com o facto dos lípidos do colostro e do leite estarem muito ligados aos conteúdos lipídicos da dieta (Jackson *et al.*, 1995). No presente estudo, não se verificou qualquer efeito do genótipo nos teores de lactose do colostro ou leite. Em contraste, Zou *et al.* (1992) e Farmer *et al.* (2007) citados por

Farmer e Quesnel (2009) relataram algumas diferenças na lactose do colostro entre genótipos. No entanto, não se verificou efeito do genótipo nos teores de lactose do leite o que está de acordo com as observações de Zou *et al.*, (1992) e de Alston-Mills *et al.* (2000).

Globalmente e, independentemente do genótipo, os níveis de imunização passiva dos leitões aos 2 dias de idade são concordantes com os observados por Klobasa *et al.* (2004), Svendsen *et al.* (2005) e Cariolet *et al.* (2007). No entanto, são superiores aos observados por Jensen e Pedersen (1979) e Le Dividich *et al.* (2004). Adicionalmente, os níveis de imunização foram superiores nos leitões AL comparativamente aos leitões C. Os principais factores que influenciam as concentrações de IgG nos primeiros dias (2 a 3) após o nascimento são a quantidade de colostro ingerido (Le Dividich *et al.*, 2005b; Svendsen *et al.*, 2005), a concentração de IgG no colostro (Werhahn *et al.*, 1981) e a ordem de nascimento (de Passillé *et al.*, 1988; Koblasa *et al.*, 2004; Le Dividich *et al.* 2004; Cariolet *et al.*, 2007).

No nosso estudo verificou-se uma relação entre os níveis séricos de IgG e a ingestão de colostro. No entanto, considerando que o colostro é a única fonte de IgG, essa relação foi fraca, contando apenas para 9 a 14% das variações de IgG2. Em leitões alimentados por biberão com quantidades e composição do colostro conhecidas, Le Dividich *et al.* (2005b), encontraram uma relação linear muito próxima entre a quantidade de colostro ingerida e os níveis de IgG2. De facto, em leitões alimentados pelas porcas, a ingestão de colostro durante as primeiras 24h após o nascimento do primeiro leitão não pode ser considerada como um bom marcador da quantidade de IgG ingerida, devido ao padrão decrescente das concentrações de IgG no colostro e pelos diferentes comportamentos de ingestão por parte dos leitões ao longo do tempo.

A ordem de nascimento também mostrou ter uma influência na imunização passiva dos leitões. Os leitões nascidos mais tarde na sequência do parto têm acesso a um colostro com menores concentrações de IgG, enquanto que a sua ingestão de colostro não é afectada (capítulo IV.3). Além disso, é expectável que a competição ao nível das mamas seja maior no final do parto, quando as amamentações se tornam descontínuas (Hemsworth *et al.*, 1976). No entanto, no presente estudo apenas foi significativo no genótipo C, com a ordem de nascimento contando apenas para 7% das variações de IgG2. A ausência de efeito da ordem de nascimento no genótipo AL pode estar relacionada com a combinação duma menor duração dos partos (cerca de -1h), uma menor competição no úbere devida ao menor tamanho das ninhadas (capítulo V.1) e pelo facto de 13,5% dos leitões nascidos vivos morrerem durante as primeiras 24h. Adicionalmente, como o peso ao nascimento tem um efeito na ingestão de colostro (capítulo V.3), era esperado que o peso ao nascimento tivesse um efeito

sobre a IgG2 dos leitões. No entanto, pelas razões acima mencionadas, este não teve efeito significativo sobre a imunização passiva dos leitões AL.

Em leitões (Werhahn *et al.*, 1981) e em vitelos (Besser *et al.*, 1985) as concentrações séricas de IgG registadas são proporcionais às concentrações do colostro que ingerem. As concentrações séricas de IgG atingem um patamar entre as 9 e as 15h após o início da amamentação (Svendsen *et al.*, 2005; Le Dividich *et al.* 2005b), momento após o qual deixa de existir transferência das IgG para o sangue (encerramento da mucosa intestinal) na maior parte dos leitões (Le Dividich *et al.*, 2005b; Koblasa *et al.*, 1991). Além disso, o consumo de colostro é maior durante as primeiras horas após o nascimento (Fraser e Rushen, 1992; Herpin e Le Dividich, 1995). No presente estudo existiu uma clara tendência para a AUC das IgG do colostro calculadas nas primeiras 12h serem superiores em 29% ($P < 0,07$) nas porcas AL. Assim, o maior nível de imunização dos leitões AL pode ser uma combinação das maiores concentrações de IgG do colostro com uma menor duração do parto e uma menor competição nas mamas.

O acentuado decréscimo das concentrações séricas de IgG desde o dia 2 até ao dia 28 de idade é consistente com as observações de Jensen e Pedersen (1979), Koblasa *et al.* (1981), Le Dividich *et al.* (2004) e Cariolet *et al.* (2007). Este decréscimo é devido ao desaparecimento das IgG, cuja meia-vida é de cerca de 10 dias (Curtis e Bourne, 1973; Klobasa *et al.*, 1981) em conjunto com o aumento do volume de sangue associado ao crescimento dos leitões.

É importante realçar que, independentemente do genótipo, o nível de imunização em valor absoluto, foi alto. O efeito dum elevado nível de imunização passiva na produção endógena de IgG é controverso, atrasando (Klobasa *et al.*, 1981) ou estimulando (Rooke *et al.* 2003) o desenvolvimento da imunidade activa. Qualquer que seja o efeito, os resultados obtidos assim como outros (Rooke *et al.*, 2003; Le Dividich *et al.*, 2004; Devillers, 2004 e Cariolet *et al.*, 2007) mostram uma relação positiva e significativa entre as concentrações de IgG pouco tempo após o nascimento e aos 28 dias. Estes resultados indicam que quanto maior é o nível de imunização passiva, maior é o nível de imunização sistémica ao desmame, sugerindo que a aquisição de alto nível de imunização passiva é desejável.

Concluindo, o colostro das porcas AL foi mais rico em matéria seca, proteína e IgG que o colostro das porcas C e a imunização passiva dos leitões AL também foi superior à verificada nos leitões C. Em ambos os genótipos, a imunização passiva relacionou-se fracamente com a quantidade de colostro consumida durante as primeiras 24h. Unicamente nos leitões C também se relacionou fracamente com a ordem de nascimento, com a

quantidade de colostro consumido (em 24h) e com o peso ao nascimento. Em ambos os genótipos a imunização sistémica aos 28 dias de idade correlacionou-se positiva e significativamente com a imunização passiva aos 2 dias de idade. No futuro, deverão ser determinados os possíveis efeitos do sistema de produção ao ar livre nas concentrações de IgG das porcas AL e a sua transferência para as glândulas mamárias. Além disso, também deverá ser perguntado em que medida o parto em outdoor em cabanas poderá modificar o comportamento de amamentação das porcas e leitões e, conseqüentemente, o padrão temporal de ingestão do colostro e a sua imunização passiva que não são conhecidos. Investigações futuras sobre a influência do sistema de produção outdoor sobre estes factores deverão ser efectuadas. Todavia, parece não ser a falha de imunização passiva uma causa consistente para a elevada taxa de mortalidade nos leitões AL.

IV.5 – ESTUDO DE FACTORES DE RISCO ASSOCIADOS COM A MORTALIDADE DURANTE A LACTAÇÃO EM LEITÕES ALENTEJANOS (AL) E DE UM GENÓTIPO CONVENCIONAL (C)

INTRODUÇÃO

Apesar de todos os avanços técnico-científicos entretanto realizados, a mortalidade pré-desmame dos leitões continua a ser um problema da produção suinícola quer do ponto de vista económico (Crooks *et al.*, 1993) quer do ponto de vista do bem-estar animal e da imagem da produção junto dos consumidores (Le Dividich e Rooke, 2006). A mortalidade pós-natal dos leitões é superior na raça Alentejana e Ibérica, quando comparada com a observada em genótipos convencionais, como comprovado no capítulo IV.1, não existindo, de nosso conhecimento, estudos que justifiquem essa maior taxa de mortalidade nas raças autóctones da Península Ibérica. Assim, este último capítulo experimental pretendia estudar mais aprofundadamente a mortalidade pós-natal dos leitões AL e C, quais os factores de risco e sua hierarquia associados a esta e qual ou quais as razões que contribuem para a maior mortalidade entre os leitões AL. Como a idade comum até à qual todos os leitões foram seguidos foi os 21 dias, neste estudo não se reportam dados para além dessa idade.

MATERIAIS E MÉTODOS

A maioria dos valores usados neste estudo foram obtidos nos ensaios descritos nos capítulos anteriores pelo que a forma da sua determinação não será repetida aqui. O único parâmetro ainda não descrito nos capítulos anteriores é a diferença de temperatura rectal (DTR) entre o nascimento e a 1h de idade. A descrição do procedimento de determinação da temperatura rectal (TR) já foi descrita no capítulo IV.3. A temperatura rectal foi determinada ao nascimento e, nos mesmos leitões, 60±5 minutos mais tarde. Devido a nascimentos simultâneos e outros procedimentos experimentais a realizar ao mesmo tempo a DTR só foi determinada em 168 leitões AL e em 280 leitões C, dum total de 356 e 492 leitões nascidos vivos, respectivamente. Tentou-se causar o mínimo distúrbio nas porcas e ninhadas aquando da manipulação dos leitões para a realização das medições da TR.

Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com utilização dos softwares SPSS (SPSS, 2007) e SAS (versão 5.2, SAS Inst., Cary, NC). As taxas de mortalidade foram comparadas com testes de Chi-quadrado.

Realizou-se uma análise de variância (ANOVA) através do procedimento GLM do SPSS para comparar as características (os parâmetros) dos leitões sobreviventes e que morreram até aos 21 dias, usando como factor fixo o genótipo e, nas análises intra-genótipo, o status do leitão aos 21 dias (vivo ou morto) como factor fixo. Análises semelhantes foram realizadas, intra –genótipo para comparação dos leitões mortos durante o primeiro pós-parto e os mortos posteriormente.

Realizaram análises GEE (equações de estimação generalizadas), intra-genótipo, com o procedimento GENMOD dos SAS, usando uma matriz de correlação permutável para os dados dos leitões da mesma ninhada. Este procedimento permitiu a avaliação da contribuição de cada efeito fixo e de cada covariável para a redução da “deviance” (que traduz o ajustamento do modelo, sendo que quanto menor for, maior é qualidade do modelo), usando um procedimento “stepwise forward” testado com o coeficiente de determinação de Hosmer e Lemeshow (1989).

Antecipando uma elevada taxa de mortalidade durante o primeiro dia pós-parto (já revelada no capítulo IV.1) foram considerados 2 períodos para a análise dos factores de risco para a mortalidade: período A – do nascimento às 24h e o período B – das 24h aos 21 dias. As potenciais fontes de variação estudadas foram: o grupo de número de ordem de parto das porcas (NOP, 3 grupos já descritos no capítulo IV.1) e o sexo dos leitões (SEX) como factores fixos; a duração da gestação (DGEST), o tamanho da ninhada (nascidos vivos, TNNV), o peso ao nascimento (PN), o peso relativo ao nascimento (PNR, diferença entre o PN e a média de PN na sua ninhada), o ganho de peso relativo (GP24HR, ganho de peso entre o nascimento e as 24h, ou a morte se anterior, por kg de peso ao nascimento), a ordem de nascimento (ON, expressa em percentagem de tempo desde o início do parto) como covariáveis e a porca como factor aleatório. O ganho de peso relativo foi preferido relativamente à ingestão de colostro (ICOL) ou ingestão relativa de colostro (por kg de PN, ICOLR) pois a ICOL não pode ser estimada com precisão nos leitões mortos antes das 24h enquanto que o GP24HR foi determinado em todos os leitões.

Foram ainda efectuadas análises adicionais, usando o método anterior para investigar outros factores que pudessem influenciar a mortalidade como a temperatura rectal às 24h (T24H) e as concentrações séricas de IgG nos leitões aos 2 dias de idade (IgG2).

As diferenças foram consideradas significativas para valores de P inferiores a 0,05. Todos os valores apresentados são médias dos quadrados mínimos \pm erro padrão da média (least-square means \pm standard error of mean).

RESULTADOS

Efeito do genótipo sobre a mortalidade dos leitões nascidos vivos

Excluindo os leitões dados para adoção e os abatidos para fins experimentais (n=53) a taxa de mortalidade global dos leitões nascidos vivos até aos 21 dias foi de 20,6% (175/848). A taxa de mortalidade foi diferente entre genótipos sendo superior entre os leitões AL quando comparados com os leitões C (27 vs 16,1%, $P < 0,001$). Cronologicamente (figura 55), a diferença entre genótipos verifica-se logo no primeiro dia pós-parto quando a taxa de mortalidade dos leitões AL foi de 13,8%, isto é, 51% da mortalidade total enquanto que a mortalidade entre os leitões C foi apenas de 5,5% (34,2% da mortalidade total). A diferença entre taxas foi significativa para $P < 0,001$. Entre as 24h e os 21 dias a taxa de mortalidade não foi significativamente diferente entre genótipos ($P > 0,05$).

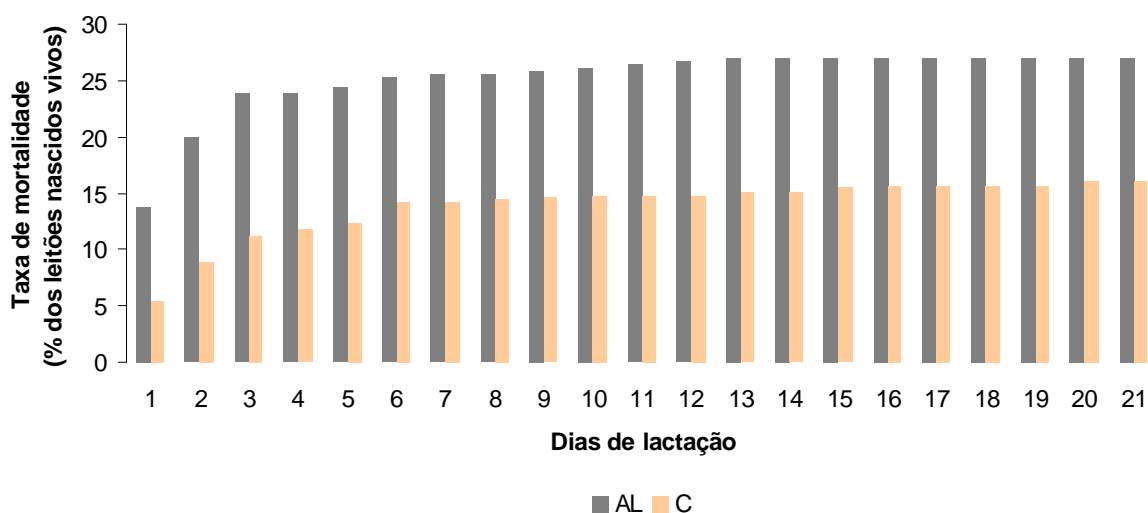


Figura 55 – Percentagem diária acumulada da taxa de mortalidade de leitões AL e C desde o nascimento até aos 21 dias.

No quadro 18 são apresentadas as características dos leitões sobreviventes e dos que morreram entre o nascimento e os 21 dias.

Quadro 18. Comparação das características dos leitões sobreviventes e mortos por genótipo e, intra-genótipo, entre os leitões sobreviventes e mortos (least-square means±standard error of mean).

	AL	C	Valor de P
SOBREVIVENTES			
n	260	412	
PN (g)	1127±14 ^a	1382±11 ^a	<0,001
PNR (g)	30±11 ^a	39±9 ^a	0,672
GP24H (g)	105±6 ^a	133±5 ^a	0,001
GP24HR (g)	94±4 ^a	96±3 ^a	0,865
ICOL (g)	303±8 ^a	355±6 ^a	<0,001
ICOLR (g)	272±6 ^a	260±4 ^a	0,115
DTRa (°C)	-0,93±0,11 (126) ^c	-1,09±0,08 (247) ^c	0,107
T24H (°C)	38,73±0,04 (227) ^c	38,85±0,03 (398) ^a	0,010
IgG2 (mg/ml)	30,3±1,0 (120)	26,4±0,9 (151)	0,005
DGEST (dias)	110,8±0,1 (136)	115,1±0,1 ^c	<0,001
MORTOS			
n	96	79	
PN	990±29 ^b	1157±32 ^b	0,002
PNR	-82±22 ^b	-145±25 ^b	0,086
GP24H	-6±9 ^b	7±10 ^b	0,311
GP24HR	-14±8 ^b	0,06±9 ^b	0,257
ICOL	171±19 (47) ^b	213±18 (52) ^b	0,117
ICOLR	160±15 (47) ^b	183±15 (52) ^b	0,216
DTRa	-1,3±0,3 (42) ^d	-1,7±0,3 (33) ^d	0,273
T24H	38,3±0,2 (39) ^d	38,1±0,2 (49) ^b	0,374
IgG2	28,7±3,2 (13)	24,2±2,9 (15)	0,311
DGEST	110,6±0,2 (50)	114,8±0,2 (79) ^d	<0,001

PN – peso ao nascimento; PNR – peso relativo ao nascimento (diferença entre o PN e a média de pesos dos leitões da sua ninhada); GP24H – ganho de peso entre o nascimento e as 24h (ou até à morte se ocorreu antes); GP24HR – GP24H relativo (por kg de PN), ICOL – ingestão de colostro; ICOLR – ICOL relativa (por kg de PN); DTRa – diferença de temperatura rectal entre o nascimento e a 1h de idade (ajustada para a temperatura ao nascimento); T24H – temperatura rectal às 24h de idade; IgG2 – Concentrações séricas de IgG aos 2 dias de idade; DGEST – duração da gestação. Letras diferentes na mesma coluna no mesmo parâmetro representam diferenças significativas: a e b (P<0,001); c e d (P<0,05). Entre parênteses – n quando diferente da primeira linha.

Quando comparados com os leitões sobreviventes e em ambos os genótipos, verificase que os leitões que morreram até aos 21 dias: eram mais leves ao nascimento e mais leves que o peso médio na sua ninhada (P <0,001); apresentaram menores GP24H, GP24HR, ICOL e ICOLR (P <0,001); apresentaram uma maior diminuição de temperatura entre o nascimento e a 1h de idade (P <0,05) e menor temperatura rectal às 24h de idade (P <0,05 e P <0,001, respectivamente para os leitões AL e C) e, apenas no genótipo C, tiveram um período de gestação mais curto (P <0,05).

Entre os sobreviventes, os leitões C eram mais pesados ao nascimento, ganharam mais peso, consumiram mais colostro no primeiro dia de vida e apresentaram uma T24H mais

elevada que os leitões AL. Ainda entre os sobreviventes, os leitões C apresentaram valores de IgG2 inferiores e períodos de gestação mais longos (de cerca de 4,3 dias, $P < 0,001$) que os leitões AL. Entre os leitões que morreram, as diferenças entre genótipos restringiam-se ao peso ao nascimento (maior nos leitões C, $P < 0,01$) e ao período de gestação, mais curto nos leitões AL (4,2 dias; $P < 0,001$).

Intra-genótipo não se observaram diferenças marcadas entre os leitões AL que morreram no primeiro dia pós-parto e os que morreram mais tarde (quadro 19), apenas se observando uma tendência ($P < 0,09$) dos leitões que morreram depois do 1º dia terem uma menor diminuição da temperatura rectal na primeira hora de vida. Por outro lado, nos leitões C observaram-se claras diferenças entre os leitões mortos no 1º dia e os que se perderam mais tarde, sendo que os primeiros apresentaram menor GP24HR ($P < 0,001$) e menor período de gestação ($P = 0,002$).

Quadro 19. Comparação, intra-genótipo, entre os leitões mortos no período A (nascimento 24h) e no período B (24h – 21 dias). (least-square means \pm standard error of mean)

Período	AL		Valor P	C		Valor P
	A	B		A	B	
N	49	47	-	27	52	-
PN (g)	970 \pm 33	1012 \pm 34	0,383	1155 \pm 67	1158 \pm 48	0,969
PNR (g)	-78 \pm 24	-87 \pm 24	0,782	-142 \pm 52	-147 \pm 38	0,946
GP24HR (g)	-25 \pm 12	-2 \pm 12	0,389	-40 \pm 14	21 \pm 10	<0,001
DTR (°C)	-2 \pm 0,4	-0,7 \pm 0,4	0,095	-2,1 \pm 0,5	-1,6 \pm 0,3	0,386
DGEST (dias)	110,7 \pm 0,3	110,5 \pm 0,3	0,682	114,2 \pm 0,2	115,1 \pm 0,2	0,002
Idade à morte (dias)	-	3,5 \pm 0,3	-	-	5,2 \pm 0,5	-
GMD nascimento-morte (g)	-	2 \pm 11	-	-	29 \pm 9	-

PN – peso ao nascimento; PNR – peso relativo ao nascimento (diferença entre o PN e a média de pesos dos leitões da sua ninhada); GP24HR – GP24H relativo (por kg de PN); DTR – diferença de temperatura rectal entre o nascimento e a 1h de idade (ajustada para a temperatura ao nascimento); DGEST – duração da gestação; GMD – ganho médio diário.

Análise dos factores de risco para a mortalidade dos leitões

Os resultados das análises GEE para os períodos A (0-24h) e B (24h-21 dias) são apresentados nos quadros 20 e 21, respectivamente.

Quadro 20. Redução da “deviance” devida à adição de cada variável explicadora no período A (nascimento – 24h).

	AL		C	
	“Deviance”	Redução (%)	“Deviance”	Redução (%)
(0) = “intercept”	139,18	-	213,57	-
(1) = (0) + GNOP	135,71	2,49	205,22	3,91
(2) = (1) + SEX	135,53	0,13	202,49	1,33
(3) = (2) + DGEST	135,44	0,07	190,06	6,14
(4) = (3) + TNNV	133,86	1,17	179,06	5,79
(5) = (4) + PN	123,46	7,77	162,42	9,29
(6) = (5) + PNR	123,14	0,26	162,31	0,07
(7) = (6) + GP24HR	114,92	6,68	120,62	25,69
(8) = (7) + ON	114,73	0,17	120,49	0,11

GNOP – grupo de número de ordem de parto; SEX – sexo do leitão; DGEST – duração da gestação; TNNV – tamanho da ninhada, nascidos vivos; PN – peso ao nascimento; PNR – Peso ao nascimento relativo (diferença entre o peso do leitões e o peso médio dos leitões da sua ninhada); GP24HR – ganho de peso entre o nascimento e as 24h (ou até à morte se anterior) por kg de PN; ON – ordem de nascimento (expressa em percentagem de tempo desde o início do parto)

A redução da “deviance” devida à adição sucessiva de cada variável explicadora demonstrou que no genótipo AL o peso ao nascimento (PN) e o ganho de peso relativo (GP24HR) são os principais determinantes da mortalidade até às 24h. Os outros efeitos apresentaram contribuições mais baixas e não significativas (abaixo de 3%). No genótipo C o GP24HR era uma forte determinante da mortalidade até às 24h, explicando mais de 25% da redução da “deviance”. Seguiram-se o PN, TNNV e DGEST que tiveram uma menor contribuição para a mortalidade precoce. Os restantes factores tiveram contribuições inferiores a 4%.

Considerando uma redução de 10% no valor médio do genótipo para cada parâmetro e os “odds ratios” para a mortalidade obtidos nas análises (anexo 4), nos leitões AL uma redução de 110g no PN e de 7g no GP24HR aumenta a possibilidade de morte em 81% e 8%, respectivamente. No genótipo C para diminuições de 135g no PN e de 8g no GP24HR, os valores correspondentes eram de 22% e 17%, respectivamente.

A duração da gestação e o tamanho das ninhadas (nascidos vivos) ao nascimento foram também determinantes importantes da mortalidade até às 24h, no genótipo C. Por cada dia a menos de gestação a possibilidade de morte nesse período aumentou 2,1 vezes, enquanto que por cada leitão adicional na ninhada a possibilidade de morte aumentou 25%.

Quadro 21. Redução da “deviance” devida à adição de cada variável explicadora no período B (24h – 21 dias).

	AL		C	
	“Deviance”	Redução (%)	“Deviance”	Redução (%)
(0) = intercept	235,60	-	228,70	-
(1) = (0) + GNOP	231,79	1,62	222,85	2,56
(2) = (1) + SEX	231,70	0,04	222,46	0,18
(3) = (2) + TNNV	231,54	0,07	222,41	0,02
(4) = (3) + PN	227,18	1,88	206,52	7,14
(5) = (4) + PNR	219,00	3,60	203,83	1,30
(6) = (5) + GP24HR	203,25	7,19	191,54	6,03
(7) = (6) + ON	202,62	0,31	190,36	0,62

GNOP – grupo de número de ordem de parto; SEX – sexo do leitão; TNNV – tamanho da ninhada, nascidos vivos; PN – peso ao nascimento; PNR – Peso ao nascimento relativo (diferença entre o peso do leitões e o peso médio dos leitões da sua ninhada); GP24HR – ganho de peso entre o nascimento e as 24h (ou até à morte se anterior) por kg de PN; ON – ordem de nascimento (expressa em percentagem de tempo desde o início do parto)

No genótipo AL os principais determinantes da mortalidade entre as 24h e os 21 dias foram o GP24HR seguido do PNR. No genótipo C, para o mesmo período, o peso ao nascimento foi o principal determinante da mortalidade, seguido pelo GP24HR. Em ambos os genótipos, os restantes factores tiveram contribuições para a redução da “deviance” inferiores a 5%.

Considerando novamente uma redução de 10% da média do genótipo para cada parâmetro (mas considerando apenas os leitões vivos às 24h) e os “odds ratios” obtidos nas análises efectuadas (anexo 4), verifica-se que, nos leitões AL uma diminuição de 1g no PNR e de 8g no GP24HR resultam num aumento de 5% e de 8% na possibilidade de morte. No genótipo C uma diminuição de 137g no PN e de 9g no GP24HR, aumentam a possibilidade de morte em 10% e 9%, respectivamente.

As análises adicionais que incluíam a T24H e a IgG2 como factores de risco, mostraram que o IgG2 só contribui marginalmente para a mortalidade dos leitões enquanto que a T24H reduz substancialmente a “deviance” dos modelos. No entanto, como a T24H só foi obtida nos leitões sobreviventes às 24h a sua inclusão diminuía bastante o número de animais dos modelos.

A ausência de efeito da ordem de nascimento na mortalidade dos leitões entre o nascimento e os 21 dias está ilustrada na figura 56 onde a posição na ordem de nascimento está expressa em percentagem de tempo desde o início do parto. Em ambos os genótipos os leitões que morreram estavam igualmente distribuídos na ordem de nascimento.

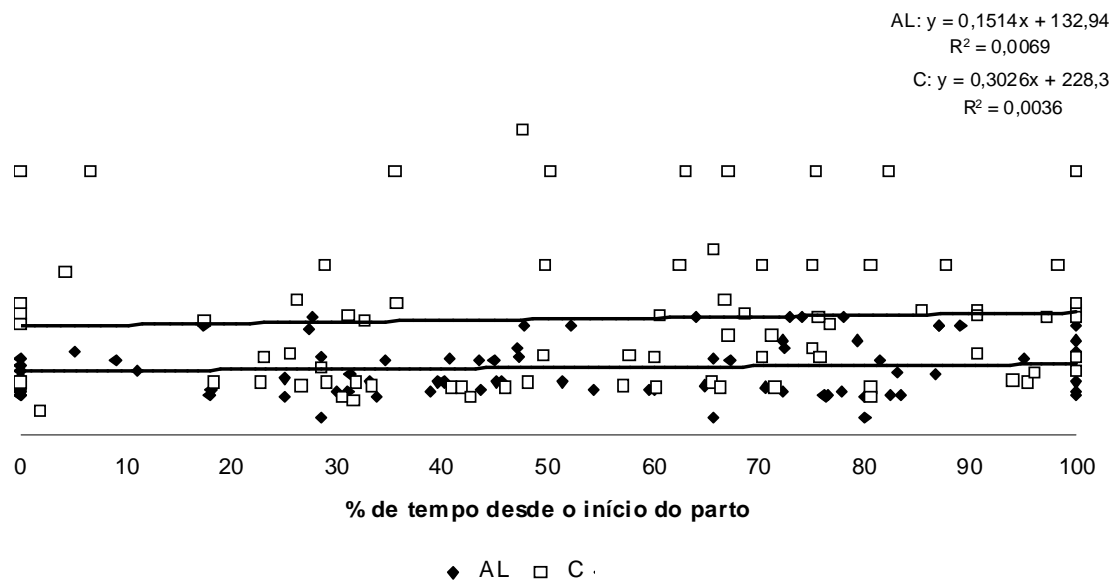


Figura 56 – Efeito da ordem de nascimento na mortalidade dos leitões desde o nascimento até aos 21 dias.

DISCUSSÃO

No presente estudo a taxa de mortalidade foi superior entre os leitões AL que entre os leitões C. Ambos os resultados estão em concordância com os valores relatados para cada um dos genótipos e sistemas de produção. A taxa de mortalidade dos leitões AL situou-se no intervalo de 20% a 28% determinado por Marques *et al.* (1996) nas condições normais de produção da raça AL no Alentejo, isto é, em sistema extensivo com partos em cabanas e malhadas, mas também foi similar aos valores reportados por Robledo *et al.* (2008) para a raça Ibérica produzida em instalações “indoor”. A mortalidade dos leitões C foi concordante com os 13,7% relatados para os efectivos franceses em 2007 (IFIP-GTTT, 2008).

A mortalidade dos leitões foi particularmente elevada no primeiro dia após o parto, representando 51% e 34% da mortalidade total nos leitões AL e C, em concordância com os valores entre 25% e 62% reportados por Marchant *et al.*, (2000), Casellas *et al.*, (2004a) e Hühn (2008) para o mesmo período.

As análises dos factores de risco para a mortalidade pelo método GEE mostraram que, em ambos os genótipos, os factores comuns para a mortalidade precoce (0-24H) foram o peso ao nascimento (PN) e o ganho de peso entre o nascimento e as 24h (GP24HR). Para a

mortalidade entre as 24h e os 21 dias o peso ao nascimento relativo (PNR) também se revelou como importante factor de risco para os leitões AL embora tendo uma influência inferior à do GP24HR.

O peso ao nascimento está referenciado como sendo o principal ou um dos principais factores que influenciam a sobrevivência pós-natal dos leitões (Casellas *et al.*, 2004a; van Rens *et al.*, 2005; Roehe e Kalm, 2000; Tyler *et al.*, 1990; Baxter *et al.*, 2008 e 2009). Os leitões mais leves têm menores reservas energéticas e são mais susceptíveis de apresentarem hipotermia e terem consumos de colostro insuficientes (Le Dividich, 1999). Baxter *et al.* (2008) verificaram que os leitões que morreram perderam 9% do seu PN nas primeiras 24h enquanto que os sobreviventes ganharam 7% do seu PN no mesmo período. No presente estudo o GP24HR dos leitões que morreram até às 24h foi, em média, de -25g e -40g nos leitões AL e C, respectivamente. O facto dos leitões terem perdido peso indica claramente que estes consumiram pouco ou nenhum colostro e que estariam em maior risco de morte por fome ou de serem esmagados pela progenitora (Edwards *et al.*, 1994; Edwards, 2002). Em condições de termoneutralidade a manutenção dum peso constante durante o primeiro dia de vida implica a ingestão de 150 a 160g de colostro por kg de PN (Le Dividich, comunicação pessoal) enquanto que de acordo com Le Dividich *et al.* (2005a) para um leitão AL com 1,1kg e um leitão C com 1,35kg sobreviverem teriam que consumir aproximadamente 190g e 230g de colostro, respectivamente.

No genótipo C a duração da gestação foi um factor importante para a mortalidade precoce, sendo que os leitões com menor tempo de gestação apresentaram maior possibilidade de morte, que leitões com períodos de gestação superiores. Rydmer *et al.*, (2008) observaram uma correlação genética negativa entre a duração da gestação e a mortalidade dos leitões após o nascimento. No entanto, a duração da gestação não foi um factor de risco importante no genótipo AL. Provavelmente esta diferença entre genótipos reflecte a diferença na maturidade dos leitões ao nascimento (capítulo IV.2) sendo os leitões AL mais maduros ao nascimento que os leitões C. Na prática, no entanto, o aumento da mortalidade só parece realmente verificar-se em ninhadas com tempos de gestação 2 a 3 dias inferiores aos 114 (Aumaître *et al.* 1979).

Comparados com os leitões que pereceram no 1º dia, os leitões que morreram mais tarde ganharam mais peso nas primeiras horas após o nascimento, com GP24HR positivo nos leitões C e cerca de zero nos leitões AL. Poderemos então especular que o pouco colostro consumido pela maioria destes leitões os tenha tornado menos competitivos na obtenção das mamas mais produtivas e que a sua morte tenha sido provocada por nutrição insuficiente,

como sugerido pelo seu baixo ganho de peso entre o nascimento e a morte. Contudo, entre os leitões mortos após as 24h existiram 8 leitões AL e 10 leitões C que apresentaram um PN “aceitável”, em média 1,1kg e 1,25kg, respectivamente, e um elevado GP24HR, em média, 156g e 133g, correspondendo a uma ingestão de colostro de 352g/kg de PN e 315g/kg de PN, respectivamente. Adicionalmente o seu GMD entre o nascimento e a morte foi relativamente elevado (86g e 108g para os AL e C, respectivamente). A causa de morte destes leitões não terá sido a subnutrição mas sim, provavelmente, o esmagamento pelas progenitoras. No entanto, no nosso estudo não foi possível determinar o número de leitões em que o esmagamento pela porca foi a causa real de morte, pois o exame pós-morte não era possível em todas as explorações.

É importante salientar que a aquisição de imunidade passiva pelos leitões não é um indicador significativo da mortalidade. Todavia, a aquisição de imunidade passiva é de vital importância para a sobrevivência pois leitões criados artificialmente, sem uma adequada ingestão de IgG suína, apresentam baixa taxa de sobrevivência (Varley *et al.*, 1987). No entanto, o valor mínimo de IgG requerida para a sobrevivência não é conhecido. Em vitelos, valores séricos de IgG acima de 15mg/ml às 24h de vida são considerados suficientes para a protecção contra infecções (Perino *et al.*, 1995; Wittum e Perino, 1995). Em leitões poderemos estimar a partir dos dados de Coalson e Lecce (1973) que níveis entre os 15-17mg/ml representam também uma imunidade passiva adequada, embora, de acordo com Blecha e Kelley (1981), o valor mínimo de IgG necessário esteja dependente da exploração e do tipo de doenças infecciosas. No nosso estudo não se verificavam diferenças nas concentrações séricas de IgG2 entre os leitões sobreviventes e os mortos. No entanto, os leitões mortos antes do desmame têm normalmente concentrações de IgG mais baixas (Koblasa *et al.*, 1981, Hendrix *et al.*, 1978; Blecha e Kelley, 1981; Devillers, 2004). Porém, estas mortes podem apenas ser a consequência da nutrição insuficiente em vez de serem causadas por doenças. Esta possibilidade está bem ilustrada nos estudos de Devillers de 2004 que mostraram que os leitões que morreram durante os primeiros 4 dias após o parto tinham menos 36% de concentração sérica de IgG que os sobreviventes, mas tinham consumido 3 vezes menos colostro (70g vs 233g/kg PN) e portanto menos energia. Também a mortalidade observada num efectivo SPF (Specific Pathogen Free) não é diferente da relatada para efectivos de produção normal (Cariolet *et al.*, 2004). As nossas observações estão concordantes com as de Tyler *et al.* (1990) em que as concentrações de IgG às 48-60h de idade são um fraco indicador da sobrevivência dos leitões. No entanto, quer no nosso estudo, quer no de Tyler, não foram consideradas a maior parte das perdas, que ocorreram durante os

primeiros 2 dias. Portanto, não se pode chegar a uma conclusão definitiva. Para clarificar o papel da imunização passiva seria necessário determinar os níveis de IgG antes das 36-48h, como foram determinados no nosso estudo.

Alguns autores como Hartsock e Graves (1976), Hendrix *et al.* (1978) e Tuchscherer *et al.* (2000) reportam um efeito da ordem de nascimento na mortalidade, maior entre os leitões nascidos no final do parto. Hartsock e Graves (1976) reportam também uma tendência para os leitões nascidos no final do parto serem mais leves que os primeiros nascidos. No nosso estudo, os leitões que morreram até aos 21 dias nasceram sem ordem aparente ao longo do parto e, conseqüentemente, a ordem de nascimento não se revelou um indicador significativo da mortalidade. Tais observações não são surpreendentes pois, no capítulo IV.3 da presente tese já tínhamos verificado uma inexistência de influência da ordem de nascimento sobre o peso ao nascimento ou sobre a ingestão de colostro (ou GP24H), os dois principais determinantes da mortalidade. Neste aspecto, os nossos resultados são concordantes com os de Devillers (2004).

A maior mortalidade registada entre os leitões AL deve-se essencialmente à sua maior mortalidade no primeiro dia após o parto (13,8% vs 5,4%) e, durante este primeiro dia após o parto, o principal determinante da mortalidade é o peso ao nascimento. A proporção de leitões pequenos (com PN <1kg) foi de 28,7% nos leitões AL, valor 2,5 vezes mais elevado que o observado no genótipo C (11,6%). Muito embora a taxa de mortalidade entre estes leitões mais leves seja similar nos dois genótipos (51% e 54%) a sua contribuição para a mortalidade global é marcadamente diferente, sendo 2,3 vezes mais elevada nos leitões AL de 14,6% (52/356) que nos leitões C de 6,3% (31/492). Os leitões com peso ao nascimento superior a 1 kg contribuem de forma idêntica para a mortalidade total nos dois genótipos.

Como conclusão, os factores que mais influenciaram a mortalidade pós natal dos leitões AL e C são os mesmos, ou seja, o peso ao nascimento e o ganho de peso relativo entre o nascimento e as 24h. A maior diferença entre genótipos é a proporção de leitões pequenos, que é muito maior no genótipo AL e portanto, conduz a uma maior mortalidade pós-natal neste genótipo. Estamos, no entanto, conscientes que todas as possíveis causas de morte não foram determinadas, pois o exame pós-morte não foi possível em todas as explorações.

V – CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE INVESTIGAÇÃO

Com o objectivo de estimar as causas da elevada mortalidade pós-natal dos leitões AL, o nosso trabalho focalizou-se no leitão recém-nascido, na sua capacidade de consumir o colostro materno (energia e imunoglobulinas) e as suas consequências sobre a imunização neonatal. O conjunto dos nossos trabalhos gerou conhecimentos originais numa nova área de investigação.

Os resultados já foram objecto de uma discussão particular nos capítulos precedentes da tese e não serão novamente discutidos. O objectivo deste último capítulo é relembrar os resultados principais e mais originais, sublinhar pontos fracos dos estudos realizados e apresentar sugestões para investigações complementares suscitadas por esses resultados.

A – Resumo dos principais resultados obtidos

1 – Comparativamente aos leitões de genótipo convencional, confirmámos a maior mortalidade pós-natal dos leitões AL, com uma taxa de mortalidade comparável à observada em partos e lactações em celas de parto de maternidades e pavilhão fechado (Robledo *et al.*, 2008) ou em cabanas e malhadas (Marques *et al.*, 1996). Paralelamente confirmámos que a duração da gestação é mais curta nas porcas AL que nas porcas C. Desta forma também validámos o nosso “data set”.

2 – A menor duração de gestação nas porcas AL não afecta as reservas energéticas dos leitões AL recém-nascidos. Estes apresentam um fígado proporcionalmente mais pesado (g/kg de peso ao nascimento) e parecem ser mais maduros e ter um desenvolvimento mais precoce que os leitões de genótipo convencional.

3 – Os leitões AL apresentam um ganho de peso, entre o nascimento e as 24h, inferior ao dos leitões C. O seu consumo de colostro em valor absoluto é igualmente mais baixo e as porcas AL produzem menos colostro (corrigida para os seus vários factores de variação) que as porcas C. Em ambos os genótipos, o ganho de peso das ninhadas entre o nascimento e os 21 dias está estreitamente ligada à produção de colostro.

4 – O colostro das porcas AL é mais rico em IgG que o das porcas C. A imunidade passiva, por via do colostro, é igualmente mais elevada nos leitões AL e, em ambos os genótipos, a imunidade sistémica aos 28 dias de idade está estreitamente correlacionada com a imunidade passiva aos 2 dias de idade.

5 – Em ambos os genótipos, o peso ao nascimento e o ganho de peso entre o nascimento e as 24h (por kg de peso ao nascimento) são os mais importantes factores de risco de mortalidade pós-natal. No genótipo C, a duração da gestação é também um factor importante para a mortalidade precoce (nascimento – 24h).

B - Os pontos fracos dos nossos estudos são de 3 ordens:

a) Embora as porcas AL envolvidas nos estudos tivessem experiências prévias de parto em celas de parto e pavilhão fechado (tal como ocorreram nos nossos ensaios), é ao ar livre e em cabanas de parto que estes ocorrem, na maioria dos casos. Não sabemos até que ponto as condições ambientais dos partos e lactações dos nossos estudos poderão ter afectado o comportamento de parto e de amamentação das porcas assim como, o comportamento dos leitões nas mamadas. Todavia, tornava-se impossível a recolha de amostras efectuada, noutra sistema.

b) Por razões práticas, a primeira determinação do nível de imunização passiva dos leitões foi realizada aos 2 dias de idade. Assim, os leitões que morreram antes dessa idade não foram tidos em conta. No total, estes representam 86% e 81% dos leitões mortos AL e C, respectivamente. A importância da imunização passiva como factor de risco da mortalidade poderá ter ficado então limitada. No entanto, não nos parece em nenhum caso, que a interpretação dos nossos resultados possa ter sido incorrecta pois a análise do ganho de peso (0-24h) dos leitões que morreram antes dos 2 dias de idade demonstra claramente que a principal causa de morte destes foi uma ingestão muito insuficiente de energia (colostró).

c) Tomámos em consideração muitos dos factores de risco de mortalidade mas não todos. Particularmente, é patente que houve leitões perfeitamente viáveis (peso ao nascimento e ganho de peso 0-24h aceitáveis) que morreram devido a esmagamento acidental pelas progenitoras. Assim, nós estimamos que 8,3% e 12,7% (relativamente ao total de mortos) dos leitões AL e C, respectivamente, foram mortos por esmagamento. Por razões logísticas (mão-de-obra, ausência de congeladores nas explorações privadas) não se realizaram exames pós-morte conclusivos. Em estudos futuros será indispensável ter em consideração este importante factor de risco.

C – Linhas de investigação sugeridas pelos nossos resultados

Desde logo, atendendo à originalidade dos nossos resultados, será necessário confirmá-los num efectivo (população) maior, permitindo estimar o efeito do número de ordem de parto das porcas, e tendo em consideração as precauções acima mencionadas. Por

outro lado, é indispensável que as porcas AL tenham os seus partos e lactações nas condições práticas, extensivas e em cabanas. O que será possível doravante porque não será necessária uma tão grande manipulação das porcas (ex. ordenhas sucessivas, etc).

As investigações sugeridas, ligadas às porcas e aos leitões, são do âmbito da nutrição, fisiologia, comportamento e genética.

Estudos no âmbito da nutrição

De nosso conhecimento não existe nenhuma informação sobre o efeito da nutrição da porca no final da gestação sobre a sua produção de colostro. Na ovelha, a produção de colostro e a nutrição anterior ao parto estão positivamente ligadas (Mellor e Murray, 1985; Husted *et al.*, 2005). Adicionalmente, as medições da espessura da gordura dorsal (EGD) que efectuámos, mostram que as porcas AL, com apenas cerca de 19mm de EGD ao parto, estavam relativamente magras, sugerindo que elas foram bastante restringidas durante a gestação. Por outro lado, sabemos que as IgG são particularmente ricas em treonina.

Portanto, seria interessante realizar estudos de nutrição, no plano quantitativo (nível de alimentação) e qualitativo (suplementação dos alimentos com treonina) para avaliar os seus impactos sobre a produção e qualidade nutricional e imunitária do colostro, sobre a produção leiteira e, eventualmente, sobre o peso dos leitões ao nascimento.

Estudos no âmbito da fisiologia

No parto da porca existem profundas alterações da sua endocrinologia, traduzidas, sinteticamente, numa quebra dos níveis de progesterona e elevação da prolactina, 17β -estradiol e de corticosteróides. A manutenção de níveis elevados de progesterona após o parto traduz-se por um fraco crescimento das ninhadas entre o nascimento e os 3 dias e, consequentemente, por uma baixa produção de colostro e de leite (de Passillé *et al.*, 1993). Por outro lado, a porca, no mesmo período, passa gradualmente dum estado anabólico para um estado catabólico. Desse ponto de vista, a fase de produção do colostro é caracterizada por uma forte exportação de proteínas. De acordo com o nosso estudo, as 5 melhores porcas AL (10%) produzem em média cerca de 3000g de colostro. Admitindo um teor médio de proteína de 10-12%, a exportação de proteínas pode chegar a 300-360g, o que é considerável. Por outras palavras, estes resultados sugerem que as alterações hormonais e metabólicas devem estar sincronizadas com o parto. Na verdade ainda não conhecemos como são controladas a colostrogénese e a mudança metabólica.

Por outro lado, seria original verificar a hipótese que o contacto com a diversidade de agentes patogénicos poderá explicar as diferenças nas concentrações de IgG nos nossos 2 genótipos.

No que respeita ao leitão recém-nascido AL seria interessante continuar a sua caracterização, por avaliações histo-químicas (determinação do número de fibras musculares) o que permitiria eventualmente responder à questão do menor potencial de crescimento muscular do porco Alentejano. Da mesma forma, os possíveis efeitos duma forte imunidade activa sobre a saúde e as performances após o desmame merecem ser aprofundadas.

Estudos no âmbito do comportamento

O facto dos partos e lactações das porcas AL terem ocorrido em jaulas de parto e pavilhões fechados poderá ter perturbado o seu comportamento maternal e o comportamento de mamada das suas ninhadas. Portanto, os estudos de comportamento parecem-nos particularmente interessantes. Estudos sobre o ritmo de amamentações, frequência de alteração de postura e posição das porcas durante e nas primeiras horas após o parto, tempo de permanência das porcas nas cabanas nos primeiros dias após o parto, entre outros, parecem-nos especialmente pertinentes.

Estudos no âmbito da genética

A forte relação que verificámos entre o ganho de peso das ninhadas, entre o nascimento e os 21 dias e a produção de colostro, indica que uma porca boa produtora de leite é também uma boa produtora de colostro. Sob reserva de confirmação, esta relação abre a possibilidade de seleccionar as porcas para a sua aptidão de produção de colostro. O resultado prático, a nível das explorações, seria relevante dada a relação da ingestão de colostro com a mortalidade peri-natal dos leitões.

As linhas de investigação que mencionámos apelam a diferentes áreas/disciplinas e implicam o envolvimento de zootecnistas, de fisiologistas, nomeadamente da reprodução, pelo estudo do controlo endócrino e metabólico do parto e início da lactação, de imunologistas e geneticistas. Elas ultrapassam as competências de um único investigador. Pela sua originalidade, os nossos estudos poder-se-iam inserir num programa nacional, ou desejavelmente, num programa peninsular (com equipas espanholas ligadas ao porco Ibérico) mas também, eventualmente, num programa mais alargado a nível europeu.

Pela nossa parte, pensamos vir a privilegiar, no futuro, os aspectos nutricionais, comportamentais e alguns dos aspectos fisiológicos.

VI - BIBLIOGRAFIA

- Aherne, F.X., Hays, V.W., Ewan, R.C. e Speer, V.C. (1969). Glucose and fructose in the fetal and newborn pig. *Journal of Animal Science* **29**, 906-911.
- Algers, B. e Uvnäs-Moberg, K. (2007). Maternal behavior in pigs. *Hormones and Behavior* **52**, 78-85.
- Al-Matsubi, H.Y., Bervanakis, G., Tritton, S.M., Campbell, R.G. e Fairclough, R.J. (1998). Influence of dietary protein of diets given in late destation and during lactation on protein content and oestrogen concentrations in the colostrum and milk of gilts. *Animal Science* **67**, 139-145.
- Alonso-Spilsbury, M., Ramírez-Necoechea, R., González-Lozano, M., Mota-Rojas, D. e Trujillo-Ortega, M.E. (2007). Piglet survival in early lactation: A review. *Journal of Animal and Veterinary Advances* **6** (1), 76-86.
- Alston-Mills, B., Iverson, S.J. e Thompson, M.P. (2000). A comparison of the composition of milks from Meishan and Crossbred pigs. *Livestock Production Science* **63**, 85-91.
- Andersen, I.L., Berg, S., Bøe, K.E. e Edwards S. (2006). Positive handling in late pregnancy and the consequences for maternal behaviour and production in sows. *Applied Animal Behaviour Science* **99**, 64-76.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. (1990). *Official methods of analysis*. 15^a ed. Washington, D.C. 1117p.
- Arthur, J.R., Roderick, C. M. e Beckett, G.J. (2003). Selenium in the immune system. *Journal of Nutrition* **133**, 1457S-1459S.
- Attaix D., Arousseau E., Bayle G., Rosolowska-Hoszcz D., Arnal M. (1988). Respective influences of age and weaning on skeletal and visceral muscle protein synthesis in the lamb. *Biochemical Journal* **256**, 791-795.
- Atwood, C.S. e Hartmann, P.E. (1995). Assessment of mammary gland metabolism in the sow: III. Cellular metabolites in the mammary secretion and plasma following weaning. *Journal of Dairy Research* **62**, 221-236.
- Aumaitre, A., Deglaire, B. e Lebost, J. (1979). Prématurité de la mise-bas chez la truie et signification du poids à naissance chez le porcelet. *Annales de Biologie Animale, Biochimie, Biophysique* **19** (1B), :267-275.
Available on-line : <http://amsacta.cib.unibo.it/archive/00002513/>.
- Averette, L.A., Odle, J., Monaco, M.H. e Donovan, S.M. (1999). Dietary fat during pregnancy and lactation increases milk fat and Insulin-Like Growth Factor I concentrations and improves neonatal growth rates in swine. *Journal of Nutrition* **129**, 2123-2129.
- Barba, C., Delgado, J.V., Sereno, F., Diéguez, E. e Cañuelo, P. (2000). Caracterización productiva de las variedades del cerdo ibérico. II: Estudio preliminar del peso al nacimiento y pesos a las primeras edades. *Archivos de Zootecnia* **49**, 189-194.
- Bate, L.A. e Hacker, R.R. (1985b). The influence of the sow's adrenal activity on the ability of the piglet to absorb IgG from colostrum. *Canadian Journal of Animal Science* **65**, 77-85.
- Bate, L.A. e Hacker, R.R. (1985a). Influence of environmental temperature during late gestation and soon after birth on IgG absorption by newborn piglets. *Canadian Journal of Animal Science* **65**, 87-93.
- Baxter, E., Jarvis, S., D'Eath, R.B., Ross, D.W., Robson, S.K., Farish, M., Nevison, I.M., Lawrence, A.B. e Edwards, S.A. (2008). Investigating the behavioural and physiological indicators of neonatal survival in pigs. *Theriogenology* **69**, 773-783.

- Baxter, E.M., Jarvis, S., Sherwood, L., Robson, S.K., Ormandy, E. Farish, M., Smurthwaite, K.M., Roehe, R., Lawrence, A.B. e Edwards, S.A. (2009). Indicators of piglet survival in an outdoor farrowing system. *Livestock science* **124**, 266-276.
- BDporc (2009). Banco de datos de referencia del porcino español 2008. IRTA. Disponível on-line: <http://www.bdporc.irta.es/informes/PartPublica/Datos%20publicos%20Anyo%202008.htm> (acedido em 02/07/2009).
- Beacom, S.E. e Bowland J.P. (1951). The essential amino acid (except tryptophan) content of colostrum and milk of the sow. *Journal of Nutrition* **45** (3), 419-429.
- Bee, G. (2004). Effect of early gestation feeding, birth weight, and gender of progeny on muscle fiber characteristics of pigs at slaughter. *Journal of Animal Science* **82**, 826-836.
- Benevenga, N.J., Steinman-Goldworthy, J.K., Crenshaw, T.D. e Odle, J. (1989). Utilization of medium-chain triglycerides by neonatal piglets: I. Effects on milk consumption and body fuel utilization. *Journal of Animal Science* **67**, 3331-3339.
- Bengtsson, G., Gentz, J., Hakkarainen, J., Hellstrom, R. e Persson, B. (1969). Plasma levels of FFA, Glycerol, β -Hydroxybutyrate and blood glucose during the postnatal development of the pig. *Journal of Nutrition* **97**, 311-315.
- Besser, T.E., Garmedia, A.E., McGuire, T.C. e Gay, C.C. (1985). Effect of colostrum immunoglobulin G₁ and immunoglobulin M concentrations on immunoglobulin absorption in calves. *Journal of Dairy Science* **68**, 2033-2037.
- Beyer, M., e Jentsch, W. (1994). Relationship between milk production of the sow and growth performance in piglets. In: Proceedings of the VIth International Symposium on Digestive Physiology in Pigs, vol.1. Eds. Souffrant W.B., Hagemester H. EAAP-Publication N°80, Dummerstorf. pp. 226-229.
- Bidanel, J.P., Caritez, J.C. e Legault, C. (1990). Ten years of experiments with Chinese pigs in France. 1. Breed evaluation. *Pig News and Information* **11** (3), 345-348.
- Birkenfeld, C., Doberenz, J., Kluge, H. e Eder, K. (2006). Effect of L-Carnitine supplementation of sows on L-carnitina status, body composition and concentrations of lipids in liver and plasma of their piglets at birth and during the suckling period. *Animal Feed Science and Technology* **129**, 23-38.
- Bland, I. e Rooke, J.A. (1998). Effects of sow, udder section and time on colostrum immunoglobulin G (IgG) concentration and piglet colostrum intake. *Proceedings of the British Society of Animal Science*, 1998, p.158.
- Bland, I.M., Rooke, J.A., Bland, V.C., Sinclair, A.G. e Edwards, S.A. (1999). The acquisition of IgG from colostrum by piglets. *Proceedings of the British Society of Animal Science*, 1999, p. 189.
- Bland, I.M., Rooke, J.A., Bland, V.C., Sinclair, A.G. e Edwards, S.A. (2003). Appearance of Immunoglobulin G in the plasma of piglets following intake of colostrum, with or without a delay in sucking. *Animal Science* **77**, 277-286.
- Bland, I.M., Rooke, J.A., Sinclair, A.G., Bland V.C. e Edwards, S.A. (2001). Effect of supplementing the maternal diet with vitamins and vaccinating the sow on immunoglobulin G concentration in piglet plasma. *Proceedings of the Nutrition Society* **60**, 72A.
- Blecha, F. e Kelley, K.W. (1981). Cold stress reduces the acquisition of colostrum immunoglobulin in piglets. *Journal of Animal Science* **52** (3), 594-600.

- Bonneau M., Mourot J., Noblet J., Lefaucheur L., Bidanel J.P. (1990). Tissue development in Meishan pigs: muscle and fat development and metabolism and growth hormone regulation by somatotropic hormone. In: 41st EAAP Annual Meeting. Satellite Symposium on Chinese Pigs, Toulouse 5-6 July (Eds. Molénat M. and Legault C.). pp. 199-213.
- Bontempo, V., Sciannimanico, D., Pastorelli, G., Rossi, R., Rosi, F. e Corino, C. (2004). Dietary conjugated linoleic acid positively affects immunologic variables in lactating sows and piglets. *Journal of Nutrition* **134**, 817-824.
- Borges, V.F., Bernardi, M.L., Bortolozzo, F.P. e Wentz, I. (2005). Risk factors for stillbirth and foetal mummification in four Brazilian swine herds. *Preventive Veterinary Medicine* **70**, 165-176.
- Bouquet, A., Ligonésche, B., Canario, L. e Bidanel, J-P. (2006). Variabilité génétique des caractéristiques numériques de la portée et de la croissance des porcelets en allaitement dans une population Landrace Français. *Journées Recherche Porcine* **38**, 125-130.
- Bourne, F.G. (1976). Humoral immunity in the pig. *The Veterinary Record* **98**, 499-501.
- Bourne, F.G. e Curtis, J. (1973). The transfer of immunoglobulins IgG, IgA and IgM from serum to colostrum and milk in the sow. *Immunology* **24**, 157-162.
- Bourne, F.G., Newby, T.J., Evans, P. e Morgan, K. (1978). The immune requirements of the newborn pig and calf. *Annales de Recherches Vétérinaires* **9** (2), 239-244.
- Bourne, F.J. (1969a). Studies on colostrum and milk whey proteins in the sow. 1. The transition of mammary secretion from colostrum to milk with natural suckling. *Animal Production* **11**, 337-343.
- Bourne, F.J. (1969b). Studies on colostrum and milk whey proteins in the sow. 2. the effect of delayed suckling on colostrum and milk whey proteins. *Animal Production* **11**, 345-349.
- BPEX (2008). BPEX annual technical report 2007-2008. Disponível on-line: <http://www.bpex.org.uk/downloads/295923/284956/BPEX%20Technical%20Annual%20Report%202007-2008%20-%20BPEX.pdf> (acedido em 02/07/2009).
- Brismar, K., Fernqvist-Forbes, E., Wahren, J., e Hall, K. (1994) Effect of insulin on the hepatic production of Insulin- Like Growth Factor-Binding Protein- 1 (IGFBP- 1), IGFBP-3, and IGF-I in Insulin-Dependent Diabetes. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* **79** (3), 872-878.
- Brooks, C.C., Fontenot, J.P., Viperman, P.E., Thomas, H.R. e Graham, P.P. (1964). Chemical composition of the young pig carcass. *Journal of Animal Science* **23** (4), 1022-1026.
- Brooks, P.H, Demecková, V. e Tsourgianis, C. (2004). Immunoglobulin, lysozyme, protein and amino-acid content of colostrum of sows fed liquid feed fermented with porcine *Lactobacillus salivarius*. *Proceedings of the British Society of Animal Science*, 2004, p. 216.
- Burrin, D.G, Dudley, M.A., Reeds, P.J., Shulman, R.J., Perkinson, S. e Rosenberger, J. (1994). Feeding colostrum rapidly alters enzymatic activity and the relative isoform abundance of jejunal lactase in neonatal pigs. *Journal of Nutrition* **124**, 2350-2357.
- Burrin, D.G., Davis, T.A., Ebner, S., Schoknecht, P.A., Fiorotto, M.L., Reeds, P.J. e McAvoy, S. (1995). Nutrient-independent and nutrient-dependent factors stimulate protein synthesis in colostrum-fed newborn pigs. *Pediatric Research* **37**, 593-599.
- Burrin, D.G., Davis, T.A., Ebner, S., Schoknecht, P.A., Fiorotto, M.L. e Reeds, P.J. (1997). Colostrum enhances the nutritional stimulation of vital organ protein synthesis in neonatal pigs. *Journal of Nutrition* **127**, 1284-1289.

- Burrin, D.G., Shulman, R.J., Reeds, P.J., Davis, T.A. e Gravitt, K.R. (1992). Porcine colostrum and milk stimulate visceral organ and skeletal muscle protein synthesis in neonatal piglets. *Journal of Nutrition* **122**, 1205-1213.
- Campaniço L.F.C., Nunes J.L.T. (2006). Influência dos frutos de *Quercus rotundifolia* e *Quercus suber* sobre as performances productivas e perfil de ácidos gordos da gordura subcutânea em suínos de raça Alentejana. *Solo Cerdo Ibérico* **15** (Abril), 25-31.
- Campion, D.R., Hausman, G.J., Stone, R.T. e Klindt, J. (1988). Influence of maternal obesity on fetal development in pigs. *Journal of Animal Science* **66**: 28-3.
- Canario, L. (2006). Aspects génétiques de la mortalité des porcelets à la naissance et en allaitement précoce – relations avec les aptitudes maternelles des truies et la vitalité des porcelets. Thèse Doctorale en génétique et comportement. Institut National Agronomique Paris-Grignon. França. 343 pp.
- Canario, L., Billon, Y., Caritez, J.C., Bidanel, J.P. e Laloë, D. (2009). Comparison of sow farrowing characteristics between a Chinese breed and three French breeds. *Livestock Science* **125**, 132-140.
- Canario, L., Cantoni, E., Le Bihan, E., Caritez, J.C., Billon, Y., Bidanel, J.P. e Foulley, J.L. (2006a). Between-breed variability of stillbirth and its relationship with sow and piglets characteristics. *Journal of Animal Science* **84**, 3185-3196.
- Canario, L., Foulley, J-L., Cantoni, E., Le Bihan, E., Caritez, J-C., Billon, Y. e Bidanel J.P. (2007a). Analyse des facteurs de variation de la mortalité des porcelets. *Journées Recherche Porcine* **39**, 273-280.
- Canario, L., Gruand, J., Roy, N., Caritez, J-C., Billon, Y., Tribout, T. e Bidanel, J-P. (2004). Variabilité entre types génétiques et intra-race de la durée de mise bas. Relations avec la taille de la portée et la mortalité périnatale des porcelets. *Journées Recherche Porcine* **36**, 293-300.
- Canario, L., Moigneau, C., Billon, Y. e Bidanel, J.P. (2008). Comparison of maternal abilities of Meishan and Large-White breeds in a loose-housing system. 58th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Session 16- Poster 10. 6 pp.
- Canario, L., Père, M.C., Tribout, T., Thomas, F., David, C., Gogué, J., Herpin, P., Bidanel, J.P. e Le Dividich, J. (2007b). Estimation of genetic trends from 1977 to 1998 of body composition and physiological state of Large-White Pigs at birth. *Animal* **1** (10), 1409-1413.
- Canario, L., Roy, N., Gruand, J. e Bidanel, J.P. (2006b). Genetic variation of farrowing kinetics traits and their relationship with litter size and perinatal mortality in French Large White sows. *Journal of Animal Science* **84**, 1053-1058.
- Canario, L., Rydhmer, L., Gogué, J. e Bidanel J.P. (2007c). Evolutions génétiques, entre 1977 et 1998, des caractéristiques des porcelets et du comportement de la truie à la mise bas en race Large White. *Journées Recherche Porcine* **39**, 257-264.
- Canario, L., Rydhmer, L., Gogué, J., Tribout, T. e Bidanel, J.P. (2007d). Estimation of Genetic Trends from 1977 to 1998 for Farrowing Characteristics in French Large-White Breed using frozen Semen. *Animal* **1** (7), 929-938.
- Canario, L., Tribout, T., Thomas, F., David, C., Gogué, J., Herpin, P., Bidanel, J.P., Père, M-C. e Le Dividich, J. (2005). Estimation, par utilisation de semence congelée, des effets de la sélection réalisée entre 1977 et 1998 dans la population Large White sur la composition corporelle et l'état physiologique du porc nouveau-né. *Journées Recherche Porcine* **37**, 427-434.
- Cariolet, R., Le Digherher, G., Julou, P., Rose, N., Ecobichon, P., Bougeard, S. e Madec, F. (2004). Survie et croissance des porcelets au stade maternité dans l'unité EOPS de l'AFSSA Ploufragan. *Journées Recherches Porcine* **36**, 435-442.

- Cariolet, R., Oswald, I.P., Le Diguerher, G., Bougerad, S., Cossalter, P., Le Dividich, J. (2007). Acquisition de l'immunité passive chez des porcelets issus de truies Exemptes d'Organismes Pathogènes Spécifiques (EOPS). *Journées Recherche Porcine* **39**, 429-430.
- Casellas, J., Casas, X., Piedrafita, J. e Manteca, X. (2005). Effect of medium- and long-chain triglyceride supplementation on small newborn-pig survival. *Preventive Veterinary Medicine* **67**, 213-221.
- Casellas, J., Noguera, J.L., Varona, L., Sánchez, A., Arqué, M. e Piedrafita, J. (2004a). Viability of Iberian x Meishan F₂ newborn pigs. II. Survival analysis up to weaning. *Journal of Animal Science* **82**, 1925-1930.
- Casellas, J., Rauw, W.M., Piedrafita, J., Sánchez, A., Arqué, M. e Noguera, J.L. (2004b). Viability of Iberian x Meishan F₂ newborn Pigs. I. Analysis of physiological and vitality variables. *Journal of Animal Science* **82**, 1919-1924.
- Casellas, J., Varona, L., Muñoz, G., Ramírez, O., Barragán, C., Tomás, A., Martínez-Giner, M., Óvilo, C., Sánchez, A., Noguera, J.L. e Rodríguez, M.C. (2008). Empirical Bayes factor analyses of quantitative trait loci for gestation length in Iberian x Meishan F₂ sows. *Animal* **2** (2), 177-183.
- Castrén, H., Algers, B., De Passillé, A.M., Rushen, J. e Uvnäs-Moberg, K. (1993). Early milk ejections, prolonged parturition and periparturient oxytocin release in the pig. *Animal Production* **57**, 465-471.
- Caugant, A. e Guéblez, R. (1993). Influence du poids à la naissance du porcelet sur les performances ultérieures. *Journées de la Recherche Porcine en France* **25**, 123-128.
- Cerisuelo, A., Sala, R., Gasa, J., Chapinal, N., Carrión, D., Coma, J. e Baucells, M.D. (2008). Effects of extra feeding during mid-pregnancy on gilts productive and reproductive performance. *Spanish Journal of Agricultural Research* **6** (2), 219-229.
- Charneca, R. (2001). Estudo Comparativo da Composição Química do Colostro e do Leite de Porcas de Raça Alentejana e Porcas Large-White X Landrace (Efeitos sobre a sobrevivência neo-natal, o crescimento e a composição corporal dos leitões). Tese de Mestrado. Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa. 88 pp.
- Chatterton, D.E.W., Smithers, G., Roupas, P. e Brodkorb, A. (2006). Bioactivity of β -lactoglobulin and α -lactalbumin – Technological implications for processing. *International Dairy Journal* **16**, 1229-1240.
- Cho, S-J., Dlamini, B.J., Klindt, J., Schwabe, C., Jacobson, C.D., e Anderson, L.L. (1998). Antiporcine relaxin (antipRLX540) treatment decreases relaxin plasma concentration and disrupts delivery in late pregnant pigs. *Animal Reproduction Science* **52**, 303-316.
- Cieslak, D. G., Leibbrandt, V. D. e Benevenga, N. J. (1983). Effect of a high fat supplement in late gestation and lactation on piglet survival and performance. *Journal of Animal Science* **57**, 954-959.
- Clarke, R.M. e Hardy, R.N. (1971). Histological changes in the small intestine of the young pig and their relation to macromolecular uptake. *Journal of Anatomy* **108**, 63-77.
- Close, W.H., Le Dividich, J. e Duée, P.H. (1985). Effect of environmental temperature on glucose tolerance and insulin response in the new-born piglet. *Biology of the Neonate* **47**, 84-91.
- Coalson, J. e Lecce, J. (1973). Influence of nursing intervals on changes in serum-proteins (immunoglobulins) in neonatal pigs. *Journal of Animal Science* **36**, 381-385.
- Coffey, M., Yates, J. e Combs, G. (1987). Effects of feeding sows fat or fructose during late gestation and lactation. *Journal of Animal Science* **65**, 1249-1256.
- Coffey, M.T., Seerley, R.W. e Mabry, J.W. (1982). The effect of source of supplemental dietary energy on sow milk yield, milk composition and litter performance. *Journal of Animal Science* **55** (6), 1388-1394.

- Collier, R.J., McNamara, J.P., Wallace, C.R. e Dehoff, M.H. (1984). A review of endocrine regulation of metabolism during lactation. *Journal of Animal Science* **59** (2),498-510.
- Cosentino, E., Morano, F., Cappuccio, A. e Freschi, P. (2003). Zootechnical performances of Calabrese pigs reared in free range management. *Italian Journal of Animal Science* **2** (Supl.1): 403-405.
- Crooks, A.C., Hurd, H.S., Dargatz, D.A. e Hill, G. W. (1993). Economic cost of preweaning mortality: A report of the NAHMS national swine Survey. *Swine Health and Production* **1** (3), 15-21.
- Csapó, J. ; Csapó-Kiss, Zs and Martin, T.G.. (1994a). Fat Content and Fatty Acid Composition of Sow's Colostrum and Milk. Proceedings of 45th Meeting of the European Association for Animal Production. Edinburgh, 5-8. September, 1994.
- Csapó, J., Csapó-Kiss, Zs and Martin, T.G. (1994b). Protein content, amino acid composition and biological value of sow's colostrum and milk. Proceedings of 45th Meeting of the European Association for Animal Production. Edinburgh, 5-8. September, 1994.
- Csapó, J., Martin, T. G., Csapó-Kiss, Z. S. e Házás, Z. (1996). Protein, fat, vitamin and mineral concentrations in porcine colostrum and milk from parturition to 60 days. *International Dairy Journal* **6**, 881-902.
- Curtis, J. e Bourne, F.J. (1973). Half-lives of immunoglobulins IgG, IgA and IgM in the serum of new-born pigs. *Immunology* **24**,147-155.
- Curtis, S.E., Heidenreich, C.J. e Harrington, R.B. (1967). Age dependent changes of thermostability in neonatal pigs. *American Journal of Veterinary Research* **28** (127), 1887-1890.
- Dallaire, A., Bisailon, A. e DeRoth, L. (1980). Evaluation du Degre de Developpement du Porcelet Nouveau-Né Hypothrepsique. *Canadian Journal of Animal Science* **60**, 73-78.
- Damm, B.I., Pedersen, L.J., Heiskanen, T. e Nielsen, N.P. (2005). Long-Stemmed Straw as an additional nesting material in modified schmid pens in a commercial breeding unit: effects on sow behaviour, and on piglet mortality and growth. *Applied Animal Behaviour Science* **92**, 45-60.
- Darragh, A.J. e Moughan, P.J. (1998). The composition of colostrum and milk. In: The Lactating Sow. 1 Vol. Eds. Verstegen, M.W.A. ; Moughan, P.J. and Schrama, J.W. Wageningen Press: Wageningen, The Netherlands. pp. 3-21.
- Daughaday, W.H., Mariz I.K. e Blethen S.L. (1980). Inhibition of access of bound somatomedin to membrane receptor and immunobinding sites: a comparison of radioreceptor assay and radioimmunoassay of somatomedin in native and acid-ethanol extracted serum. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* **51**, 781-788.
- Daza, A., Riopérez, J. e Centeno, C. (2004). Changes in the composition of sows'milk between days 5 to 26 of lactation. *Spanish Journal of Agricultural Research*, **2** (3), 333-336.
- De Juana Sardón, A. (1954). El cerdo de tipo ibérico en la provincia de Badajoz. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Departamento de Zootecnia, Córdoba, España. 213 pp.
- De Passilé, A.M.B. e Rushen, J. (1989). Using early suckling behavior and weight gain to identify piglets at risk. *Canadian Journal of Animal Science* **69**, 535-544.
- De Passilé, A.M.B., Rushen, J. e Pelletier, G. (1988). Sucking behaviour and serum immunoglobulin levels in neonatal piglets. *Animal Production* **47**, 447-456.
- De Passilé, A.M.B., Rushen, J., Foxcroft, G.R., Aherne, F. X. e Schaefer, A. (1993). Performance of young pigs: relationships with periparturient progesterone, prolactin, and insulin of sows. *Journal of Animal Science* **71**, 179-184.

- De Passillé, A.M.B. e Hartsock, T.G. (1979). Within- and between-litter variation of proximate composition in newborn and 10-day-old Landrace swine. *Journal of Animal Science* **49** (6), 1449-1457.
- De Roth, L. e Downie, H.G. (1976). Evaluation of viability of neonatal swine. *Canadian Veterinary Journal* **17** (11), 275-279.
- Delouis, C., Dijiane, J., Houdebine, L.M. e Terqui, M. (1980). Relation between hormones and mammary gland function. *Journal of Dairy Science* **63**, 1492-1513.
- Devillers, N. (2004). Variabilité de la production de colostrum chez la truie. Origine et conséquences pour la survie du porcelet. Thèse doctorale. Université de Rennes 1. pp.177.
- Devillers, N., Farmer, C., Le Dividich, J. e Prunier, A. (2007). Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. *Animal* **1** (7), 1033-1041.
- Devillers, N., Farmer, C., Mounier, A-M., Le Dividich, J. e Prunier, A. (2004a). Hormones, IgG and lactose changes around parturition in plasma, and colostrum or saliva of multiparous sows. *Reproduction Nutrition Development* **44**, 381-396.
- Devillers, N., Le Dividich, J. e Prunier, A. (2006). Physiologie de la production de colostrum chez la truie. *INRA Productions Animales* **19** (1), 29-38.
- Devillers, N., Le Dividich, J., Farmer, C., Mounier, A-M., Lefebvre, M. e Prunier, A. (2005). Origine et conséquences de la variabilité de la production de colostrum par la truie et de la consommation de colostrum par les porcelets. *Journées Recherche Porcine* **37**, 435-442.
- Devillers, N., van Milgen, J., Prunier, A. e Le Dividich, J. (2004b). Estimation of colostrum intake in the neonatal pig. *Animal Science* **78**, 305-313.
- Dobao, M.T., Rodrigañez, J. e Silió, L. (1983) Seasonal influence on fecundity and litter performance characteristics in Iberian pigs. *Livestock Production Science* **10** (6), 601-610.
- Dobao, M.T., Rodrigañez, J., Silió, L. e Toro, M.A. (1988). Iberian pig production in Spain. *Pigs News and Information* **9** (3), 277-282.
- Donovan, S.M., Hartke, J.L., Monaco, M.H. e Wheeler, M.B. (2004). Insulin-like Growth Factor-I and piglet intestinal development. *Journal of Dairy Science* **87** (E. Supl.): E47-E54.
- Donovan, S.M., McNeil, L.K., Jiménez-Flores, R. e Odle, J. (1994). Insulin-like growth factors and insulin-like growth factor binding proteins in porcine serum and milk throughout lactation. *Pediatric Research* **36**, 159-168.
- Dourmad J-Y., Etienne, M. e Noblet, J. 1991. Contribution à l'étude des besoins en acides aminés de la truie en lactation. *Journées Recherche Porcine en France* **23**, 61-68.
- Dourmad, J.Y., Étienne, M. e Noblet, J. (2001). Mesurer l'épaisseur de lard dorsal des truies pour définir leurs programmes alimentaires. *INRA Productions Animales* **14** (1), 41-50.
- DPPAR (2008). Danish Pig Production Annual Report. Disponible on-line: http://www.danishpigproduction.dk/Annual_reports/index.aspx?id=7e26423f-5852-4893-a3ac-f4b6557095f2 (Acedido em 04/09/09).
- Drew, M.D. e Owen, B.D. (1988). The provision of passive immunity to colostrum-deprived piglets by bovine or porcine serum immunoglobulins. *Canadian Journal of Animal Science* **68**, 1277-1284.
- Dubroca, S., Boulot, S., Quiniou, N., Charpiat, O. e Ruelland, P.Y. (2006). Incidence de l'utilisation d'une ocytocine de synthèse sur le déroulement de la mise bas, les performances et l'état de santé de la truie et de sa portée. *Journées Recherche Porcine* **38**, 467-474.

- Duée, P.H., Pégorier, J.P., Le Dividich, J. e Girard, J. (1988). Metabolic and hormonal response to acute cold exposure in newborn pig. *Journal of Developmental Physiology* **10**, 371-381.
- Dyck, G.W. e Swierstra, E.E. (1987). Causes of piglet Death from Birth to Weaning. *Canadian Journal of Animal Science* **67**, 543-547.
- Dyck, G.W., Swierstra, E.E., Mckay, R.M. e Mount, K. (1987). Effect of location of the teat suckled, breed and parity on piglet growth. *Canadian Journal of Animal Science* **67**, 929-939.
- Eales, F.A. e Small, J. (1981). Effect of colostrum on summit metabolic rate in Scottish Blackface lambs at five hours of age. *Research in Veterinary Science* **30**, 266-269.
- Ebner, K.E. e Brodbeck, U.R.S. (1968). Biological role of α -lactalbumin: a review. *Journal of Dairy Science* **51** (3), 317-322.
- Edwards S.A. (2005). Product quality attributes associated with outdoor pig production. *Livestock Production Science* **94**, 5-14.
- Edwards, S.A. (2002). Perinatal mortality in the pig: Environmental or physiological solutions? *Livestock Production Science* **78**, 3-12.
- Edwards, S.A., Smith, W.J., Fordyce, C. e MacMenemy, F. (1994). An analysis of the causes of piglet mortality in a breeding herd kept outdoors. *The Veterinary Record* **135**, 324-327.
- Edwards, S.A. e Rooke, J. A. (1999). Effects of management during the suckling period on post-weaning performance of pigs. Proceedings of the 50th Annual Meeting of the European Association of Animal Production, Zuriq, Suiça. p. 166.
- Elliot, J., Senft, B., Erhardt, G. E Fraser, D. (1984). Isolation of lactoferrin and its concentration in sows colostrum and milk during a 21-day lactation. *Journal of Animal Science* **59**, 1080-1084.
- Elliot, J.I. e Lodge, G.A. (1977). Body composition and glycogen reserves in the neonatal pig during the first 96 hours postpartum. *Canadian Journal of Animal Science* **57**, 141-150.
- Elliot, R.F., Vander Noot, G.W., Gilbreath, R.L. e Fisher, H. (1971). Effect of dietary protein level on composition changes in sow colostrum and milk. *Journal of Animal Science* **32** (6), 1128-1137.
- English, P.R., Morrison, V. (1984). Causes and prevention of piglet mortality. *Pig News and Information* **5** (4), 369-375.
- Etienne, M., Dourmad, J.Y. e Noblet, J. (1998). The influence of some sow and piglet characteristics and of environmental conditions on milk production. In: The Lactating Sow. 1 Vol. Eds. Verstegen, M.W.A., Moughan, P.J. e Schrama, J.W. Wageningen Press, Wageningen, The Netherlands. pp. 285-299.
- Étienne, M., Legault, C., Dourmad, J.Y. e Noblet, J. (2000). Production laitière de la truie : Estimation, composition, facteurs de variation et évolution. *Journées Recherche Porcine* **32**, 253-264.
- Ezekwe, M.O. (1981). Effects of maternal starvation on some blood metabolites, liver glycogen, birth weight and survival of piglets. *Journal of Animal Science* **53**, 1504-1510
- Ezekwe, M.O. (1986). Effect of streptozotocin-induced diabetes in primiparous swine on subsequent reproductive performance. *Journal of Animal Science* **62**, 1005-1011.
- Ezekwe, M.O. e Martin, R.J. (1978). Influence of maternal alloxan diabetes or insulin injections on fetal glycogen reserves, muscle and liver development of pigs (*Sus Domesticus*). *Journal of Animal Science* **47** (5), 1121-1127.

- Fahmy, M.H. (1972). Comparative study of colostrum and milk composition of seven breeds of swine. *Canadian Journal of Animal Science* **52**, 621-627.
- Fahmy, M.H. e Flipot, P. (1981). Duration of farrowing and birth and nursing order in relation to piglet growth and survival. *World Review of Animal Production* **17**, 17-25
- Farmer, C. (2001). The role of prolactin for mammogenesis and galactopoiesis in swine. *Livestock Production Science* **70**, 105-113.
- Farmer, C. e Quesnel, H. (2009). Nutritional, hormonal and environmental effects on colostrum in sows. *Journal of Animal Science* **87**, 56-64.
- Farmer, C., Petitclerc, D., Pelletier, G., Gaudreau, P. e Brazeau, P. (1992). Carcass composition and resistance to fasting in neonatal piglets born of sows immunized against somatostatin and/or receiving growth hormone-releasing factor injections during gestation. *Biology of the Neonate* **61**, 110-117.
- Farmer, C., Petitclerc, D., Sorensen, M.T., Vignola, M. e Dourmad, J.Y. (2004). Impacts of dietary protein level and feed restriction during prepuberty on mammogenesis in gilts. *Journal of Animal Science* **82**, 2343-2351.
- Farmer, C., Robert S. e Rushen, J. (1998). Bromocriptine given orally to periparturient or lactating sows inhibits milk production. *Journal of Animal Science* **76**, 750-757.
- Farnworth, E.R. e Kramer, K.G. (1988). Fetal pig development in sows fed diets containing different fats. *Canadian Journal of Animal Science* **68**, 249-256.
- Farnworth, E.R. e Kramer, J.K.G. (1989). Changes in the lipid composition of the internal organs of fetal pigs from sows fed different dietary fats. *Canadian Journal of Animal Science* **69**, 441-448.
- Fernández, A., Rodríguez, J., Zuzúarregui, J., Rodríguez, M.C. e Silió, L. (2008b). Genetic parameters for litter size and weight at different parities in Iberian pigs. *Spanish Journal of Agricultural Research* **6** (Special issue), 98-106.
- Fernández, A., Rodríguez, J., Rodríguez, M.C. e Silió, L. (2008a). Heterosis for litter size of Iberian sows is limited to second and latter parities. Proc. 6th International Symposium on the Mediterranean Pig. Ed. Nanni Costa L., Zambonelli P., Russo V. Messina – Capo d'Orlando, Itália, Outubro 11-13, 2007. pp.23- 26. Available on-line : <http://amsacta.cib.unibo.it/archive/00002513/>.
- Fiorotto, M.L., Davis, T.A., Reeds, P.J. e Burrin, D.G. (2000). Nonnutritive factors in colostrum enhance myofibrillar protein synthesis in the newborn pig. *Pediatric Research* **48** (4), 511-517.
- Fiske, C.H. e Subbarow, Y. (1925). The colorimetric determination of phosphorus. *Journal of Biological Chemistry* **66**, 375-400.
- Flecknell, P.A., Wootton, R. e John, M. (1980). Total body glucose metabolism in the conscious, unrestrained piglet and its relation to body-and organ weight. *British Journal of Nutrition* **44**, 193-203
- Folch, J.; Lees, M.M. e Sloane-Stanley, G.H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* **226**, 497-509.
- Foley, C.W., Seerley, R.W., Hansen, W.J. e Curtis, S.E. (1971). Thermoregulatory responses to cold environment by neonatal wild and domestic piglets. *Journal of Animal Science* **32** (5), 926-929.
- Fraser, D. e Rushen, J. (1992). Colostrum intake by newborn piglets. *Canadian Journal of Animal Science* **72**, 1-13.
- Fraser, D., Phillips, P.A. e Thompson, B.K. (1997). Farrowing behaviour and stillbirth in two environments: an evaluation of the restraint-stillbirth hypothesis. *Applied Animal Behaviour Science* **55**, 51-66

- Frazão, T. L. (1984). O porco Alentejano melhorado. *Boletim Pecuário*. Ano L: 5-75.
- Frazão, T.L. (1965). O porco Alentejano. *Boletim Pecuário*, nº 4, ano XXXIII: 3-33.
- Freire, J.P.B., Mourot, J., Cunha, L.F., Almeida, J. A.A. e Aumaitre, A. (1998). Effects of the source of dietary fat on postweaning lipogenesis in lean and fat pigs. *Annals of Nutrition & Metabolism* **42**, 90-95.
- Freitas, A.B. (1998). Influência do nível alimentar em pré-acabamento sobre o crescimento e desenvolvimento do porco Alentejano e suas repercussões sobre o acabamento em montanha e com alimento comercial. Tese de Doutoramento. Universidade de Évora, Portugal. 305pp.
- Freitas, A.B., Neves, J., Charneca, R., Tirapicos Nunes, J. e Martins, J.M. (2007). Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics of Alentejano pigs. *CIHEAM Journal "Options Méditerranéennes" – Serie A : Séminaires Méditerranéennes* **76**, 109-113.
- Friend, D.W. e Cunningham, H.M. (1966). Piglet birthweights and the order of farrowing. *Canadian Journal of Comparative Medicine and Veterinary Science* **30**, 179-182
- Gallagher, D.P., Cotter, P.F. e Mulvihill, D.M. (1997). Porcine milk proteins: A Review. *International Dairy Journal* **7**, 99-118.
- Gallo, M. e Buttazzoni, L. (2008). Ruolo del registro anagrafico per la conservazione dei tipi genetici autoctoni. Proc. 6th International Symposium on the Mediterranean Pig. Ed. Nanni Costa L., Zambonelli P., Russo V. Messina – Capo d'Orlando, Itália, Outubro 11-13, 2007. pp. 429- 434. Available on-line : <http://amsacta.cib.unibo.it/archive/00002513/>.
- Gerfault, V., Mourot, J., Étienne, M. e Mounier, A. (1999). Influence de la nature des lipides dans le régime de gestation de la truie sur ses performances et la composition corporelle des porcelets à la naissance. *Journées Recherche Porcine en France* **31**, 191-197.
- Girard, J. (1986). Gluconeogenesis in late fetal and early neonatal life. *Biology of the Neonate* **50**, 237-258.
- Girard, J., Ferré, P., Pégorier, J-P. e Duée, P-H. (1992). Adaptations of glucose and fatty acid metabolism during perinatal period and suckling-weaning transition. *Physiological Reviews* **72** (2), 507- 562
- Goldblum, R.M. (1990). The role of IgA in local immune protection. *Journal of Clinical Immunology* **10** (6) (Supl), 64S-71S.
- Gomez, G., Phillips O. e Goforth, R. (1998). Effect of immunoglobulin source on survival, growth, and hematological and immunological variables in pigs. *Journal of Animal Science* **76**, 1-7.
- González, F., Vargas, J.D., Robledo, J., Prieto, L., Andrada, J.A. e Aparício, M.A. (2008). Influence of environmental conditions in Iberian pig rearing systems. Proc. 6th International Symposium on the Mediterranean Pig. Ed. Nanni Costa L., Zambonelli P., Russo V. Messina – Capo d'Orlando, Itália, Outubro 11-13, 2007. pp. 153- 160.
- Gonzalez-Añover, P., Encinas, T., Gomez-Izquierdo, E., Sanz, E., Letelier, C., Torres-Rovira, L., Pallares, P., Sanchez-Sanchez, R., Gonzalez-Bulnes, A. (2009). Advanced onset of puberty in gilts of thrifty genotype (Iberian Pig). *Reproduction in Domestic Animals*. doi:10.1111/j.1439-0531.2009.01476.x
- Good, C.A., Kramer, H. e Somogyi, M. (1933). The determination of glycogen. *Journal of Biological Chemistry* **100**, 485.
- Göransson, L. (1990). The effect of late pregnancy feed allowance on the milk composition of the sow's colostrum and milk. *Acta Veterinaria Scandinavica* **31**, 109-115.

- Greenwood, P.L., Hunt, A.S., Slepetic, R.M., Finnerty, K.D., Alston, C., Beermann, D.H. e Bell, A.W. (2002). Effects of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep: III. Regulation of energy metabolism. *Journal of Animal Science* **80**, 2850-2861.
- Hakkarainen, J. (1975). Developmental changes of protein, RNA, DNA, lipid and glycogen in the liver, skeletal muscle, and brain of the piglet. Tese de Doutorado. *Acta Veterinaria Scandinavica*, supl. 59, 198pp.
- Hanenberg, E.H.A.T., Knol, E.F. e Merks, J.W.M. (2001). Estimates of genetic parameters for reproduction traits at different parities in Dutch Landrace pigs. *Livestock Production Science* **69**, 179-186.
- Hansen, M., Lund, M.S., Pedersen, J. e Christensen, L.G. (2004). Gestation length in Danish Holsteins has weak genetic associations with stillbirth, calving difficulty, and calf size. *Livestock Production Science* **91**, 23-33.
- Harper, A.E. (1965). Determination of glucose-6-phosphatase. In: *Methods of Enzymatic Analysis*. Ed. Bergmeyer H.U. Academic Press, NY. pp. 788-792.
- Hartman P.A., Hays, V.W., Baker, R.O., Neagle, L.H. e Catron, D.V. (1961). Digestive enzyme development in the young pig. *Journal of Animal Science* **20**, 114-123.
- Hartman, P.E., Bird, P.H. e Holmes, M.A. (1989). Neonatal mortality: the influence of lactation on piglet survival. In: *Manipulating Pig Production II*. Eds. Barnett, J.L., e Hennessy, D.P. Australasian Pig Science Association, Werribee, Victoria, Australia, pp. 116-121.
- Hartmann, P.E., Smith, N.A., Thompson, M.J., Wakeford, C.M. e Arthur, P.G. (1997). The lactation cycle in the sow: physiological and management contradictions. *Livestock Production Science* **50**, 75 - 87.
- Hartman, P.E. e Holmes, M.A. (1989). Sow lactation. In: *Manipulating Pig Production II*. Proceedings of the Australasian Pig Science Association, Ed. J.L. Barnett e D.P. Hennessy, Australasian Pig Science Association, Werribee. pp. 72 - 97.
- Hartsock, T.G. e Graves, H.B. (1976). Neonatal behavior and nutrition-related mortality in domestic swine. *Journal of Animal Science* **42** (1), 235-241.
- Hausman, G. J., Kasser, T. R. e Martin, R. J. (1982). The effect of maternal diabetes and fasting on fetal adipose tissue histochemistry in the pig. *Journal of Animal Science* **55**, 1343-1350.
- Hausman, G.J., Champion, D.R. e Buonomo, F.C. (1991). Concentration of insulin growth factors (IGF-1 and IGF-II) in tissues of developing lean and obese pig fetuses. *Growth Development & Aging* **55** (1), 43-52.
- Hemsworth, P.H., Winfield, C.G. e Mullaney, P.D. (1976). A study of the development of the teat order in piglets. *Applied Animal Ethology* **2**, 225-233.
- Hendrix, W.F., Kelley, K.W., Gaskins, C.T. e Hinrichs, D.J. (1978). Porcine neonatal survival and serum gamma globulins. *Journal of Animal Science* **47** (6), 1281-1286.
- Herpin, P. e Le Dividich, J. (1998). Conséquences de l'augmentation de la prolificité des truies sur la survie et la croissance du porcelet. *Productions Animales* **11**, 253-255.
- Herpin, P., Damon, M. e Le Dividich, J. (2002a). Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. *Livestock Production Science* **78**, 25-45.
- Herpin, P., e Le Dividich, J. (1995). Thermoregulation and the environment. In: *The Neonatal Pig: Development and Survival*. Ed. M. A. Varley. CAB International, Wallingford. pp. 57-95.
- Herpin, P., Le Dividich, J. e Amaral, N. (1993). Effect of selection for lean tissue growth on body composition and physiological state of the pig at birth. *Journal of Animal Science* **71**, 2645-2653.

- Herpin, P., Le Dividich, J. e van Os, M. (1992b). Contribution of colostral fatty acids to thermogenesis and glucose homeostasis in the newborn pig. *Journal of Developmental Physiology* **17**, 133-141.
- Herpin, P., Le Dividich, J., Berthon, D. e Hulin, J.C. (1994). Assessment of thermoregulatory and postprandial thermogenesis over the first 24 hours after birth in pigs. *Experimental Physiology* **79**, 1011-1019.
- Herpin, P., Le Dividich, J., Duchamp, C. e Dauncey, M.J. (1992a). Relation between plasma concentration of Insuline-Like Growth Factor-I and birth-weight in Pigs. *Journal of Physiology* **446**, pp. 276.
- Herpin, P., Le Dividich, J., Hulin, J.C., Fillaut, M., De Marco, F. e Bertin, R. (1996). Effects of the level of asphyxia during delivery on viability at birth and early postnatal vitality of newborn pigs. *Journal of Animal Science* **74**, 2067-2075.
- Herpin, P., Lossec, G., Schmidt, I., Cohen-Adad F., Duchamp, C., Lefaucheur, L., Goglia, F. e Lanni, A. (2002b). Effect of age and cold exposure on morphofunctional characteristics of skeletal muscle in neonatal pigs. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology* **444**, 610-618.
- Herpin, P., Louveau, I., Damon, M. e Le Dividich, J. (2005). Environmental and hormonal regulation of energy metabolism in early development of the pig. In: *Biology of metabolism in growing animals. Biology of growing animals series, volume 3*. Eds. D.G. Burrin e H.J. Mersmann. Elsevier. pp. 353-374.
- Herpin, P., Wosiak, F., Le Dividich, J. e Bertin, R. (1998). Effects of acute asphyxia at birth on subsequent heat production capacity in newborn pigs. *Research in Veterinary Science* **66**, 45-49..
- Hoffman, E.C., Wangsness, P.J., Hagen, D.R. e Etherton, T.D. (1983). Fetuses of lean and obese swine in late gestation: body composition, plasma hormones and muscle development. *Journal of Animal Science* **57** (3), 609-620.
- Holyoake, P.K., Dial, G.D., Trigg, T. e King, V.L. (1995). Reducing pig mortality through supervision during the perinatal period. *Journal of Animal Science* **73**, 3543-3551.
- Hosmer, D. W. e S. Lemeshow, S. (1989). *Applied Logistic Regression*. J. Wiley and Sons Inc., NY.
- Houdebine, L-M; Djiane J; Dusanter-Fourt I; Martel P; Kelly PA; Devinoy E e Servely J-L (1985). Hormonal action controlling mammary activity. *J. Dairy Sci.*, 68: 489-500.
- Houle, V.M., Schroeder, E.A., Odle, J. e Donovan, S.M. (1997) Small intestinal disaccharidase activity and ileal villus height are increased in piglets consuming formula containing recombinant human insulin-like growth factor-I. *Pediatric Research* **42**, 78-86.
- Hoy, S., Lutter, C., Wähner, M. e Puppe, B. (1994). The effect of birth weight on the early postnatal vitality of piglets. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* **101** (10), 393-396
- Hrupka, B.J., Leibbrandt, V.D., Crenshaw, C.D. e Benevenga, N.J. (1998). The effect of farrowing crate heat lamp location on sow and pig patterns of lying and pig survival. *Journal of Animal Science* **76**, 2995-3002.
- Hühn, U. (2008). Reducing losses in piglet rearing. *Neue Landwirtschaft*. N° 8, 58-61.
- Husted, S., Tygesen, M.P. e Nielsen, M.O. (2005). Nutritional restriction of ewes during late gestation compromises colostrum production and postnatal growth of the offspring. International Meeting on milk-fed farm and companion animals: basic aspects and practice for the future. February, 10-12. University of Berne, Switzerland. (poster).
- IFIP – GTTT (2008). GTTT – Evolution des résultats moyens nationaux de 1970 à 2007 (Average National GTTT results from 1970 to 2007). Institut du Porc. Disponible on-line : <http://www.itp.asso.fr/eco/resultat/pdf/retro/00gttt.pdf>. (Acedido em 03/11/2008).

- IFIP-GTTT (2009). Evolution des résultats moyens nationaux de 1970 à 2008 (Average National GTTT results from 1970 to 2008). Disponível on-line: <http://www.itp.asso.fr/eco/resultat/pdf/retro/00gttt.pdf>. (Acedido em 02/07/2009)
- Ilsley, S.E., Broom, L.J., Miller, H.M., Toplis, P. (2003). Birth weight and weaning weight as predictors of pig weight at slaughter. In: *Manipulating Pig Production IX*. Ed. J.E. Paterson. Australasian Pig Science Association (INC), Werribee, Victoria, Australia. pp 31
- INE – Instituto nacional de estatística. Estatísticas Agrícolas 2008. Disponível em: <http://www.ine.pt>. Acedido em 22/12/2009.
- Inoue, T. (1981a). Possible factors influencing immunoglobulin A concentration in swine colostrum. *American Journal of Veterinary Research* **42** (3), 533-536.
- Inoue, T. (1981b). Possible factors influencing immunoglobulin M concentration in swine colostrum. *American Journal of Veterinary Research* **42** (8), 1429-1432.
- Inoue, T., Kitano, K. e Inoue, K. (1980). Possible factors influencing immunoglobulin G concentration in swine colostrum. *American Journal of Veterinary Research* **41** (7), 1134-1136.
- Jackson, J.R., Hurley, W.R., Easter, A., Jensen, A.H. e Odle, J. (1995). Effects of induced or delayed parturition and supplemental dietary fat on colostrum and milk composition in sows. *Journal of Animal Science* **73**, 1906-1913.
- Jensen, A. R., Elnif, J., Burrin, D.G. e Sangild, P.T. (2001). development of intestinal immunoglobulin absorption and enzyme activities in neonatal pigs is diet dependent. *Journal of Nutrition* **131**, 3259-3265.
- Jensen, P.T. e Pedersen, K.B. (1979). Studies on immunoglobulins and trypsin inhibitor in colostrum and milk from sows and in serum of their piglets. *Acta Veterinaria Scandinavica* **20**, 60-72.
- Johnson, R.K., Nielsen, M.K. e Casey, D.S. (1999). Responses in ovulation rate, embryonal survival, and litter traits in swine to 14 generations of selection to increase litter size. *Journal of Animal Science* **77**, 541-557.
- Kanitz, E., Tuchscherer, M. e Brüßow, K-P. (1994). Concentrations of EGF, IGF-I and insulin in porcine milk and their effects on piglets. Proceedings of the VIth International Symposium on Digestive Physiology in Pigs. Eds. Souffrant W.B., Hagemester EAAP-Publication, N°80, Dummerstorf. pp. 212-215
- Keenan T.W. (2001). Milk lipid globules and their surrounding membrane: a brief history and perspectives of future research. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia* **6**, 365-371.
- Kelley, K.M. (1982). Environmental effects on the immune system of pigs. *Pig News and Information* **3** (4), 395-399.
- King, R.H, Pettigrew, J.E., McNamara, J.P., McMurtry, J.P. e Henderson, T.L, Hathaway, M.R. e Sower, A.F. (1996). The effect of exogenous prolactin on lactation performance of first-litter sows given protein-deficient diets during the first pregnancy. *Animal Reproduction Science* **41**, 37-50.
- King, R.H., Le Dividich, J., Dunshea, F.R. (1998). Lactation and neonatal growth. In: *A Quantitative Biology of the Pig*. Ed. I. Kyriazakis. CABI Publishing, UK. pp 155-180.
- King, R.H., Mullan, B.P., Dunshea, F.R. e Dove, H. (1997). The influence of piglet body weight on milk production of sows. *Livestock Production Science* **47**, 169 - 174.
- King, R.H., Toner, M.S., Dove, H., Atwood, C.S. e Brown, W.G. (1993). The response of first-litter sows to dietary protein level during lactation. *Journal of Animal Science*, **71**, 2457-2463.

- Klaver, J., van Kempen, G.J.M., de Lange, P.G.B., Verstegen, M.W.A. e Boer, H. (1981). Milk composition and daily yield of different milk components as affected by sow condition and lactation/feeding regimen. *Journal of Animal Science* **52** (5), 1091-1097.
- Klobasa F. e Butler, J.E. (1987). Absolute and relative concentrations of immunoglobulins G, M and A, and albumin in the lacteal secretion of sows of different lactation numbers. *American Journal of Veterinary Research* **48** (2), 176-182.
- Klobasa, F. e Werhahn, E. (1996). The interdependence between parameters of milk composition and reproduction performance in relation to lactation number in sows. *Züchtungskunde*, **68** (4) S.297-304
- Klobasa, F., Habe, F. e Werhahn, E. (1991). Experiments on the absorption of colostral immunoglobulins in newborn piglets. II Communication: Influence of weaner or glucose solution on the intestinal permeability in newborn piglets. *Berliner Und Munchener Tierärztliche Wochenschrift* **104**, 37-41.
- Klobasa, F., Schröder, C., Stroot, C. e Henning, M. (2004). Passive immunization in neonatal piglets in natural rearing – effects of birth order, birth weight, litter size and parity. *Berliner Und Munchener Tierärztliche Wochenschrift* **177**, 19-23.
- Klobasa, F., Werhahn, E. e Butler, J.E. (1987). Composition of sow milk during lactation. *Journal of Animal Science* **64**, 1458-1466.
- Knight, B., Shields, B.M., Turner, M., Powell, R.J., Yajnik, C.S. e Hattersley, A.T. (2005). Evidence of genetic regulation of fetal longitudinal growth. *Early Human Development* **81**, 823-831.
- Koblasa, F., Werhahn, E. e Butler, J.E. (1981). Regulation of humoral immunity in the piglet by immunoglobulins of maternal origin. *Research in Veterinary Science* **31**, 195-206
- Kveragas, C.L., Seerley, R.W., Martin, R.J. e Vandergrift, W.L. (1986). Influence of exogenous growth hormone and gestational diet on sow blood and milk characteristics and on baby pig blood, body composition and performance. *Journal of Animal Science* **63**, 1877-1887.
- Labarca, C. e Paigen, K. (1980). A simple, rapide and sensitive DNA assay procedure. *Analytical Biochemistry* **102**, 344-352.
- Larson, B.K., Heary Jr., H.K. e Devery, J.E. (1980). Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *Journal of Dairy Science* **63**, 665-671.
- Lauridsen, C. e Danielsen, V. (2004). Lactational dietary fat levels and sources influence milk composition and performance of sows and their progeny. *Livestock Production Science* **91**, 95-105.
- Laws, J., Amusquivar, E., Laws, A., Herrera, E., Lean, I.J., Dodds, P.F. e Clarke, L. (2009). Supplementation of sows diets with oil during gestation: sow body condition, milk yield and milk composition. *Livestock Science* **123**, 88-96.
- Lay, D.C., Matteri, R.L., Carroll, J.A., Fangman, T.J. e Safranski, T.J. (2002). Prewaning survival in swine. *Journal of Animal Science* **80** (E. Suppl.1), E74-E86.
- Le Cozler, Y., Guyomarc'h, C., Pichodo, X., Quinio, P-Y. e Pellois, H. (2002). Factors associated with stillborn and mummified piglets in high-prolific sows. *Animal Research* **51**, 261-268.
- Le Cozler, Y., Pichodo, X., Roy, H., Guyomarc'h, C., Pellois, H., Quiniou, N., Louveau, I., Lebret, B., Lefaucheur, L. e Grondet, F. (2004). Influence du poids individuel et de la taille de la portée à la naissance sur la survie du porcelet, ses performances de croissance et d'abattage et la qualité de la viande. *Journées Recherche Porcine* **36**, 443-450.

- Le Dividich, J and Herpin, P. (1996). Nutritional significance of colostrum for the newborn pig. Actas do VI Congresso de Zootecnia. 7-9 Novembro, Évora. Portuga. pp. 121-131.
- Le Dividich, J. (1999). A review – Neonatal and Weaned Pig : Management to Reduce Variation. Apresentada na « VIIth Biennial Conference » of the Australasian Pig Science Association. Adelaide, South Australia. 28 Novembro – 1 Dezembro.
- Le Dividich, J. e Noblet, J. (1981a). Colostrum intake and thermoregulation in the neonatal pig in relation to environmental temperature. *Biology of the Neonate* **40**, 167-174.
- Le Dividich, J. e Noblet, J. (1981b). Prise de colostrum, thermoregulation et production de chaleur chez le porcelet nouveau-né en relation avec le milieu thermique. *Journées de la Recherche Porcine en France* **13**, 11-16.
- Le Dividich, J. e Noblet, J. (1984). Effect of colostrum intake on metabolic rate and plasma glucose in the neonatal pig in relation to environmental temperature. *Biology of the Neonate* **46**, 98-104.
- Le Dividich, J. e Rooke, J. (2006). Piglets Survival: importance for efficient productivity. “Nutritional approaches to arresting the decline in fertility of pigs and poultry”. Ed. J.A. Taylor-Pickard e L. Noblet. Wageningen Academic Publishers. 53-71.
- Le Dividich, J., Esnault, Th., Lynch, B., Hoo-Paris, R., Castex, Ch., e Peiniau, J. (1991a). Effect of colostrum fat level on fat deposition and plasma metabolites in the newborn pig. *Journal of Animal Science* **69**, 2480-2488.
- Le Dividich, J., Herpin, P. e Rosario-Ludovino, R.M. (1994b). Utilization of colostrum energy by the newborn pig. *Journal of Animal Science* **72**, 2082-2089.
- Le Dividich, J., Herpin, P., Geraert, P.A. e Vermorel, M. (1992). Cold Stress. In: Farm Animals and the Environment. Eds. Clive Phillips e David Piggins. CAB International. pp. 3-25.
- Le Dividich, J., Herpin, P., Mourot, J. e Colin, A. (1994a). Effect of low-fat colostrum on fat accretion and lipogenic enzyme activities in adipose tissue in the 1-day-old pig. *Comparative Biochemistry and Physiology* **108A**, 663-671.
- Le Dividich, J., Herpin, P., Paul, E. e Strullu, F. (1997). Effect of fat content of colostrum on voluntary colostrum intake and fat utilization in newborn pigs. *Journal of Animal Science* **75**, 707-713.
- Le Dividich, J., Marion, J. e Thomas, F. (2007). Energy and nitrogen utilisation of sow colostrum and milk by the piglet. *Canadian Journal of Animal Science* **87**, 571-577.
- Le Dividich, J., Martel-Kennes, Y. e Coupel, A. (2009). Effets d’une supplementation de l’aliment de la truie reproductrice en mannane oligosaccharides (MOS) sur les performances des porcelets allaités. *Journées Recherche Porcine* **41**, 249-250.
- Le Dividich, J., Martineau, G.P., Thomas, F., Demay, H., Renoult, H., Homo, C., Boutin, D., Gaillard, L., Surel, Y., Bouétard, R. e Massard, M. (2004). Acquisition de L’immunité Passive chez les Porcelets et Production de Colostrum chez la Truie. *Journées Recherche Porcine* **36**, 451-456.
- Le Dividich, J., Mormède, P., Catheline, M. e Caritez, J.C. (1991b). Body composition and cold resistance of the neonatal pig from European (Large White) and Chinese (Meishan) breeds. *Biology of the Neonate* **59**, 268 - 277.
- Le Dividich, J., Noblet, J., Herpin, P., van Milgen, J. e Quiniou, N. (1998). Thermoregulation. In: "Progress in Pig Science". Eds. J. Wiseman, M.A. Varley and J.P. Chadwick. Nottingham University Press. pp. 229-263
- Le Dividich, J., Rooke, J. e Herpin, P. (2005a). Nutritional and immunological importance of colostrum for the new-born pig. *Journal of Agricultural Science* **143**, 469-485.

- Le Dividich, J., Thomas, F., Renoult, H. e Oswald, I. (2005b). Acquisition de l'immunité Passive chez le Porcelet: rôle de la quantité d'immunoglobulines ingérées et de la perméabilité intestinale. *Journées de la Recherche Porcine* **37**, 443-448.
- Leary, H., e Lecce, J. (1978). Effect of feeding on the cessation of transport of macromolecules by enterocytes of neonatal piglet intestine. *Biology of the Neonate* **34**, 174-176.
- Lecce J.G. e Morgan, D.O. (1962). Effect of dietary regimen on cessation of intestinal absorption of large molecules (closure) in the neonatal pig and lamb. *Journal of Nutrition* **78**, 263-268.
- Lee, C.S., McCauley, I. e Hartman, P.E. (1983). Light and electron microscopy of cells in pig colostrum, milk and involution secretion. *Acta Anatomica* **117** (3), 270-280.
- Leenhouwers, J., Knol, E., de Groot, P., Vos, H. e van der Lende, T. (2002a). Fetal development in the pig in relation to genetic merit for piglet survival. *Journal of Animal Science* **80**, 1759-1770.
- Leenhouwers, J., van der Lende, T. e Knol, E. (1999). Analysis of stillbirth in different lines of pig. *Livestock Production Science* **57**, 243-253.
- Leenhouwers, J.I., de Almeida Junior, C.A., Knol, E.F. e van der Lende, T. (2001). Progress of farrowing and early postnatal pig behavior in relation to genetic merit for pig survival. *Journal of Animal Science* **79**, 1416-1422.
- Leenhouwers, J.I., Knol, E.F. e van der Lende, T. (2002b). Differences in the late prenatal development as an explanation for genetic differences in piglet survival. *Livestock Production Science* **78**, 57-62.
- Leenhouwers, J.L., Wissink, P., van der Lende, T., Paridaans, H. e Knol., E.F. (2003). Stillbirth in the pig in relation to genetic merit for farrowing survival. *Journal of Animal Science* **81**, 2419-2424.
- Legault, C. (1978). Genetique et reproduction chez le porc. *Journées de la Recherche Porcine en France* **10**, 43-60.
- Legault, C. (1979). Importance relative des composants de la productivité numérique des truies dans les élevages français en 1977. *Journées de la Recherche Porcine en France* **11**, 347-354.
- Legault, C. e Caritez, J.C. (1982). Premier bilan de l'expérimentation sur le porc chinois en France. 1.- Performances de reproduction en race pure et en croisement. *Journées Recherche Porcine en France* **14**, 127-136.
- Lin, C., Mahan, D.C., Wu, G. e Kim, S.W. (2009). Protein digestibility of porcine colostrum by neonatal pigs. *Livestock Science* **121**, 182-186.
- Linzell, J.L., Mephram, T.B., Annison, E.F. e West, C.E. (1969). Mammary metabolism in lactating sows: arteriovenous differences of milk precursors and mammary metabolism of [¹⁴C]glucose and [¹⁴C]acetate. *British Journal of Nutrition* **23**, 319 – 332.
- Lodge, G.A., Sarkar, N.K. e Kramer, K.G. (1978). Fat deposition and fatty acid composition in the neonatal pig. *Journal of Animal Science* **47** (2), 497-504.
- Long, S. (2001). Abnormal development of the conceptus and its consequences. In: Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics. Eds. Noakes D.E., Parkinson T.J. e England G.C.W. Editora W.B. Saunders. pp.119-143.
- Lopez-Bote, C.J. (1998). Sustained utilization of the Iberian pig breed. *Meat Science* **48**, N° Suppl. 1, S17-S27.
- Lossec, G., Herpin, P. e Le Dividich, J. (1998a). Thermoregulatory responses of the newborn pig during experimentally induced hypothermia and rewarming. *Experimental Physiology* **83**, 667-678.

- Louveau, I. e Bonneau, M. (1996). Effect of growth hormone infusion on plasma Insuline-Like Growth Factor-I in Meishan and Large-White pigs. *Reproduction Nutrition Development* **36**, 301-310.
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L. e Rondall, R.J. (1951). Protein measurement with the Folin Phenol Reagent. *Journal of Biological Chemistry* **193**, 265-275.
- Lucia Jr., T., Corrêa, M.N., Deschamps, J.C., Bianchi, I., Donin, M.A., Machado, A.C., Meincke, W. e Matheus, J.E.M. (2002). Risk factors for stillbirths in two swine farms in the south of Brazil. *Preventive Veterinary Medicine* **53**, 285-292.
- Machado-Neto, R., Graves, C.N. e Curtis S.E. (1987). Immunoglobulins in piglets from sows heat stressed prepartum. *Journal of Animal Science* **65**, 445-455.
- Mahan, D.C e Peters, J.C. (2004). Long-term effects of dietary organic and inorganic selenium sources and levels on reproducing sows and their progeny. *Journal of Animal Science* **82**, 1343-1358.
- Mahan, D.C. (1998). Relationship of gestation protein and feed intake level over a five-parity period using a high-producing sow genotype. *Journal of Animal Science* **76**, 533-541.
- Mahan, D.C. (2000). Effect of organic and inorganic selenium sources and levels on sow colostrum and milk selenium content. *Journal of Animal Science* **78**, 100-105.
- Marchant, J.N., Rudd, A.R., Mendi, M.T., Broom, D.M., Meredith, M.J., Corning, S., Simmins, P.H. (2000). Timing and causes of piglet mortality in alternative and conventional farrowing systems. *Veterinary Record* **147**, 209-214.
- Marques, P., Tirapicos Nunes, J.L., Colaço, J., Almeida, J.A., 1996. Influence de la mortalité dans la productivité de la truie Alentejana. *Produzione Animale*. Volume IX – III Série – Numero Speciale, 19-22.
- Marques, P.N.G. (2001). Características produtivas e reprodutivas do porco Alentejano–Influências genéticas e ambientais. Tese de doutoramento, Universidade de Évora. 223 pp.
- Martin, C.E., Hartmann, P.E. e Gooneratne, A.(1978). Progesterone and corticosteroids in the initiation of lactation in the sow. *Australian Journal of Biological Sciences* **31** (5), 517-525.
- Martin, R.J., Ramsay, T.G., Champion, D.R. e Hausman, G.J. (1985). Fetal hormone and metabolite levels in lean and obese pigs. *Growth* **49**, 400-407.
- McPherson, R.L., Ji, F., Wu, G., Blanton, J.R. e Kim, S.W. (2004). Growth and compositional changes of fetal tissues in pigs. *Journal of Animal Science* **82**, 2534-2540.
- Mellor, D.J. e Cockburn, C. (1986). A comparison of energy metabolism in the newborn infant, piglet and lamb: a review. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, **71**, 361- 379.
- Mellor, D.J. e Murray, L. (1985). Effects of maternal nutrition on udder development during late pregnancy and on colostrum production in Scottish Blackface ewes with twin lambs. *Research in Veterinary Science* **39**, 230-234.
- Mellor, D.J. e Murray, L. (1986). Making the most of colostrum at lambing. *Veterinary Record* **118**, 351-353.
- Mengling, W.L., Lager, K.M. e Vorwlad, A.C. (2000). The effect of porcine parvovirus and porcine reproductive and respiratory syndrome virus on porcine reproductive performance. *Animal Reproduction Science* **60-61**, 199-210.
- Mesa, H., Safranski, T.J., Cammack, K.M., Weaver, R.L. e Lamberson, W.R. (2006). Genetic and phenotypic relationships of farrowing and weaning survival to birth and placental weights in pigs. *Journal of Animal Science* **84**, 32-40.

- Milligan, B.N., Fraser, D. e Kramer, D.L. (2002). Within-litter birth weight variation in the domestic pig and its relation to pre-weaning survival, weight gain, and variation in weaning weights. *Livestock production Science* **76**, 181-191.
- Milon, A., Aumaitre, A., Le Dividich, J., Franz, J. e Metzger, J.J. (1983). Influence of birth prematurity on colostrum composition and subsequent immunity of piglets. *Annales de Recherches Vétérinaires* **14** (4), 533-540.
- Mitre, R., Etienne, M., Martinais, S., Salmon, H., Allaume, P., Legrand, P. e Legrand, A.B. (2005). Humoral defence improvement and haematopoiesis stimulation in sows and offspring by oral supply of shark-liver oil to mothers during gestation and lactation. *British Journal of Nutrition* **94**, 753-762.
- Monteiro M.H.G.V. (1999). Aspectos reprodutivos de fêmeas da raça suína Alentejana. Tese de Mestrado. Faculdade de Medicina Veterinária. Universidade Técnica de Lisboa. 97 pp.
- Morrison, W.R. e Smith, L.M.. (1964). Preparation of fatty acid methyl esters and dimethyl acetals from lipids with boron fluoride-methanol. *Journal of Lipid Research* **5**, 600-608.
- Motsi. P., Sakuhuni, C., Halimani, T.E., Bhebhe, E., Ndiweni, P.N.B., Chimonyo, M. (2006). Influence of parity, birth order, litter size and birth weight on duration of farrowing and birth intervals in commercial exotic sows in Zimbabwe. *Animal Science* **82**, 569-574.
- Mount, L.E. (1968). The climatic physiology of the pig. Monographs of the Physiological Society, nº 18. Ed. Edwards Anold. London
- Munro, H.N. e Fleck, A. (1969). Analysis of tissues and body fluids for nitrogenous constituents. In: Mammalian Protein Metabolism nº3. Ed. Munro H.N.). Academic Press, NY. pp. 423-525.
- Murata, H. e Namioka, S. (1977). The duration of colostrum immunoglobulin uptake by the epithelium of the small intestine of neonatal piglets. *Journal of Comparative Pathology* **87** (3), 431-439.
- Neves, J.A., Sabio, E., Freitas, A.B. e Almeida, J.A. (1996). Déposition des lipides intramusculaires dans le porc Alentejano. L'effet du niveau nutritif pendant la croissance et du régime alimentaire pendant l'engraissement. *Produzione Animale*. Volume IX – III Série – Numero Speciale, 93-96.
- Newcomb, M.D., Harmon, D.L., Nelssen, J.L., Thulin, A.J. e Ale, G.L. (1991). Effect of energy source fed to sows during late gestation on neonatal blood metabolite homeostasis, energy stores and composition. *Journal of Animal Science* **69**, 230-236.
- Nguyen D.A., Parlow, A.F., Neville, M.C. (2001). Hormonal regulation of tight junction closure in the mouse mammary epithelium during the transition from pregnancy to lactation. *Journal of Endocrinology* **170**, 347-356.
- Nguyen, D. e Neville, M. (1998). Tight junction regulation in the mammary gland. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia* **3**, 233-246.
- Nieto, R., Miranda, A., Garcia, M.A. e Aguilera, J.F. (2002). The effect of dietary protein content and feeding level on the rate of protein deposition and energy utilization in growing Iberian pigs from 15 to 50kg body weight. *British Journal of Nutrition* **88**, 39-49.
- Noblet, J e Etienne, M. (1989). Estimation of sow milk nutrient output. *Journal of Animal Science* **67**, 3352 – 3359.
- Noblet, J. e Etienne, M. (1986). Effect of energy level in lactating sows on yield and composition of milk and nutrient balance of piglets. *Journal of Animal Science* **63**, 1888 – 1896.

- Noblet, J. e Le Dividich, J. (1981). Energy metabolism of the newborn pig during the first 24h of life. *Biology of the Neonate* **40**, 175-182.
- Noblet, J., Le Dividich, J. e van Milgen, J. (2001). Termal Environment and Swine Nutrition. In: Swine Nutrition. Eds. Austin J. Lewis e L. Lee Southern. CRC Press LLC. pp. 519-544.
- Nunes, J.L.T. (1993). Contributo para reintegração do porco Alentejano no Montado. Tese de Doutoramento. Universidade de Évora. 230 pp.
- O'Doherty, J.V. e Crosby, T.F. (1996). The effect of diet in late pregnancy on progesterone concentration and colostrum yield in ewes. *Theriogenology* **46**, 233-241.
- Odle, J., Zijlstra, R.T. e Donovan, S.M. (1996). Intestinal effects of milkborne growth factors in neonates of agricultural importance. *Journal of Animal Science* **74**, 2509-2522.
- Ojamaa, K.M., Elliot, J.I. e Hartsock, T.G. (1980). Effects of gestation feeding level on glycogen reserves and blood parameters in the newborn pig. *Journal of Animal Science* **51** (3), 620-628.
- Okai, D.B., Aherne, F.X. e Hardin, T. (1977). Effects of sow nutrition in late gestation on the body composition and survival of neonatal pig. *Canadian Journal of Animal Science* **57**, 439-448.
- Okai, D.B., Wyllie, D., Aherne, F.X. e Ewan, R.C. (1978). Glycogen reserves in the fetal and newborn pig. *Journal of Animal Science* **46** (2), 391-401.
- Okere, C., Hacker, R.R. e Werchola, G. (1997). Relationships between serum IGF-1 concentrations and piglet development or neonatal viability following porcine somatotropin (pST) and insulin administration to gestating gilts. *Theriogenology* **47**, 1403-1412.
- Omtvedt I.T., Stanislaw C.M. e Whatley Jr., J.A. (1965). Relationship of gestation length, age and weight at breeding, and gestation gain to sow productivity at farrowing. *Journal of Animal Science* **24**, 531-535.
- Orgeur, P., Le Dividich, J., Saez, E., Salaün, C. e Le Roux, T. (2004). La taille de la portée influe sur le comportement des porcelets à la mamelle et sur leur croissance. *Journées Recherche Porcine* **36**, 457-462.
- Padalikova, D e Jezkova, D. (1984). Chemical composition of bodies and organs of pig fetuses in the last forty days of intrauterine life. *Acta Veterinaria Brno* **53**, 19-30.
- Parker, R.O., Williams, P.E.V., Aherne, F.X. and Young, B.A. 1980. Serum concentration changes in protein, glucose, urea, thyroxine and triiodothyronine and thermostability of neonatal pigs farrowed at 25 and 10°C. *Canadian Journal of Animal Science* **60**, 503-509.
- Pastorelli, G., Neil, M. e Wigren, I. (2009). Body composition and muscle glycogen contents of piglets of sows fed diets differing in fatty acids profile and contents. *Livestock science* **123**, 329-334.
- Pattinson, S.E. e Thomas, E.W. (2004). The effect of sire breed on colostrum production of crossbred ewes. *Livestock Production Science* **86**, 47-53.
- Pattinson, S.E., Davies, D.A.R. e Winter, A.C. (1995). Changes in the secretion rate and production of colostrum by ewes over the first 24h postpartum. *Animal Science* **61**, 63-68.
- Pégorier, J-P., Duée, P-H., Nunes, C.L., Peret, J. e Girard, J. (1984). Glucose turnover and recycling in unrestrained and unanesthetized 48-h-old fasting or post-absorptive newborn pigs. *British Journal of Nutrition* **52**, 277-287.
- Pejsak, Z. (1984). Some pharmacological methods to reduce intrapartum death of piglets. *Pig News and Information* **5** (1), 35-37.
- Père, M.C. e Etienne, M. (2000). Uterine blood flow in sows : effects of pregnancy stage and litter size. *Reproduction Nutrition Development* **40**, 369-382.

- Perino, L.J., Wittum, T.E. e Ross, G.S. (1995). Effects of various risk factors on plasma protein and serum immunoglobulin concentrations of calves at postpartum hours 10 and 24. *American Journal of Veterinary Research* **56**, 1144-1148.
- Pettigrew, J.E. Jr. (1981). Supplemental dietary fat for periparturient sows: a review. *Journal of Animal Science* **53** (1), 107-117.
- Pettigrew, J.E., Sower, A.F., Cornelius, S.G. e Moser, R.L. (1985). A comparison of isotope dilution and weigh-suckle-weigh methods for estimating milk intake by pigs. *Canadian Journal of Animal Science* **65**, 989-996.
- Pettigrew, J.E., Zimmerman D.R. e Ewan, R.C. (1971). Plasma carbohydrate levels in the neonatal pig. *Journal of Animal Science* **32**, 895-899.
- Pinelli-Saavedra, A. (2003). Vitamin E in immunity and reproductive performance in pigs. *Reproduction Nutrition Development* **43**, 397-408.
- Pluske, J.R. e Dong, G.Z. (1998). Factors influencing the utilisation of colostrum and milk. In: *The Lactating Sow*. 1 Vol. Eds. Verstegen, M.W.A. ; Moughan, P.J. e Schrama, J.W. Wageningen Press: Wageningen, The Netherlands. pp. 45 – 70.
- Pluske, J.R., Williams, I.H., Zak, L.J., Clowes, E.J., Cegielski, A.C. e Aherne, F.X. (1998). Feeding lactating primiparous sows to establish three divergent metabolic states: III. Milk production and pig growth. *Journal of Animal Science* **76**, 1165 – 1171.
- Pond, W.G. e Mersmann, H.J. (1988). Comparative response of lean or genetically obese swine and their progeny to severe feed restriction during gestation. *Journal of Nutrition* **118**, 1223-1231.
- Pond, W.G., Mersmann, H.J. e Yen, J-T. (1985). Severe feed restriction of pregnant swine and rats: effects on postweaning growth and body composition of progeny *Journal of Nutrition* **115**, 179-189.
- Pond, W.G., Strachan, D.N., Sinha, Y.N., Walker Jr., E.F., Dunn, J.A. e Barnes, R.H. (1969). Effect of protein deprivation of swine during all or part of gestation on birth weight, postnatal growth rate and nucleic acid content of brain and muscle of progeny. *Journal of Nutrition* **99**, 61-67.
- Pond, W.G., Yen, J.T., Maurer, R.R. e Christenson, R.K. (1981). Effect of doubling daily energy intake during the last two weeks of pregnancy on pig birth weight, survival and weaning weight. *Journal of Animal Science* **52** (3), 535-541.
- Porter, D.G., Friendship, R.M., Ryan, P.L. e Wasnidge, C. (1992). Relaxin is not associated with poor milk yield in the postpartum sow. *Canadian Journal of Veterinary Research* **56**, 204-207.
- Porter, P. e Hill, I.R. (1970). Serological changes in immunoglobulins IgG, IgA and IgM and *Escherichia coli* antibodies in the young pig. *Immunology* **18**, 565-573.
- Povoas Janeiro, J. (1944). A suinicultura em Portugal. Boletim Pecuário nº2. Ano XII. 192pp.
- Póvoas Janeiro, J. (1953). Ritmo de crescimento, em pêso, dos leitões alentejanos até as 8 semanas. II Congreso Internacional Veterinario de Zootecnia. Madrid 21 a 28 Octubre, 1951. Separata de los “Trabajos del II Congreso Internacional Veterinario de Zootecnia”. Madrid 1953. Sociedad Veterinaria de Zootecnia. Madrid. 118, 1-15.
- Prieto, L., Aparicio, M.A. e Vargas, J.D. (2005). Características productivas del cerdo ibérico en función del sistema de explotación durante el periodo de cría. Actas jornadas sobre la gestión ambiental y económica do ecossistema dehesa/montado na península ibérica. 9-11 Novembro, Badajoz. Espanha. pp. 279-282.
- Prieto, L., Prathalingam, N.S., Tarongi, A., Davison, F.M., English, P.R., Rooke, J.A., Ewen, M. e Edwards, S.A. (1999). The effect of parity, litter size and sow body reserves on Ig content of sow colostrum. Proceedings of the British Society of Animal Science, 1999. pp. 188.

- Quesnel, H. e Prunier, A. (1995). Endocrine bases of lactational anoestrus in the sow. *Reproduction Nutrition Development* **35**, 395-414.
- Quesnel, H., Renaudin, A., Le Floch, N., Jondreville, C., Père, M.C., Talor-Pickard, J.A. e Le Dividich, J. (2008). Effect of organic and inorganic selenium sources in sow diets on colostrum production and piglet response to a poor sanitary environment at weaning. *Animal* **2**, 859-866.
- Quiniou, N., Dagorn, J. e Gaudré, D. (2002). Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. *Livestock Production Science* **78**, 63-70.
- Quiniou, N., Mourot, J., Richard, S., Etienne, M. e Coudray, L. (2005). Influence de la nature de l'énergie allouée à la truie pendant la gestation et la lactation sur ses performances de lactation et celles de sa portée et sur la composition corporelle des porcs au sevrage et à l'abattage. *Journées Recherche Porcine* **37**, 203-210.
- Ramsay, T.G., Karousis, J., White, M.E. e Wolverson, C.K. (1991). Fatty acids metabolism by the porcine placenta. *Journal of Animal Science* **69**, 3645-3654.
- Randall G.C.B. e L'Ecuyer, C. (1976). Tissue glycogen and blood glucose and fructose levels in the pig fetus during the second half of gestation. *Biology of the Neonate* **28** (1-2), 74-82.
- Randall, G.C.B. (1977). Daily changes in the blood of conscious pigs with catheters in foetal and uterine vessels during late gestation. *The Journal of Physiology* **270**, 719-731.
- Rehfeldt, C. e Kuhn, G. (2006). Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. *Journal of Animal Science* **84** (E. Suppl.), E113-E123.
- Revell, D., Williams, I., Mullan, B., Ranford, J. e Smits, R. (1998). Body composition at farrowing and nutrition during lactation affect the performance of primiparous sows. II. Milk composition, milk yield, and pig growth. *Journal of Animal Science* **76**, 1738-1743.
- Rey A.I., Lopez-Bote C.J., Sanz Arias R. (1997). Effect of extensive feeding on α -tocopherol concentration and oxidative stability of muscle microsomes from Iberian pigs. *Animal Science* **65**, 515-520.
- Robledo, J., Vargas J.D., González, F., Prieto, L., Andradas, J.A. e Aparicio, M. (2008). Animal welfare and production in the Iberian pig. Proc. 6th International Symposium on the Mediterranean Pig. Ed. Nanni Costa L., Zambonelli P., Russo V. Messina – Capo d'Orlando, Itália Outubro 11-13, 2007. pp.146- 152. Disponível on-line: <http://amsacta.cib.unibo.it/archive/00002513/>.
- Roehe, R. e Kalm, E. (2000). Estimation of genetic and environmental risk factors associated with pre-weaning mortality in piglets using generalized linear mixed models. *Animal Science* **70**, 227-240.
- Rohde Parfet, K.A. e Gonyou, H.W. (1988). Effect of creep partitions on teat-seeking behavior of newborn piglets. *Journal of Animal Science* **66**, 2165-2173.
- Rooke, J.A. e Bland, I.M. (2002). The acquisition of passive immunity in the new-born piglet. *Livestock Production Science* **78**, 13-23.
- Rooke, J.A., Carranca, C., Bland, I.M., Sinclair, A.G., Ewen, M., Bland, V.C. e Edwards, S.A. (2003). Relationship between passive absorption of immunoglobulin G by the piglet and plasma concentrations of immunoglobulin G at weaning. *Livestock Production Science* **81**, 223-234.
- Rooke, J.A., Sinclair, A.G. e Edwards, S.A. (2001). Feeding tuna oil to the sow at different times during pregnancy has different effects on piglet long-chain polyunsaturated fatty acid composition at birth and subsequent growth. *British Journal of Nutrition* **86**, 21-30.

- Rosfjord, E.C. e Dickson, R.B. (1999). Growth factors, apoptosis, and survival of mammary epithelial cells. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia* **4** (2), 229-237.
- Rossi, R., Pastorelli, G., Bontempo, V. e Corino, C. (2004). Effects of dietary conjugated linoleic acid (CLA) on immunoglobulin concentration in sow colostrum and piglet serum. *Veterinary Research Communications* **28**, 241-244.
- Rousseau, P., Levasseur, P., Le Dividich, J. e Vaudelet, J.C. (1998). Comportement thermorégulateur du porcelet nouveau-né. *Journées Recherches Porcine* **30**, 311 - 317.
- Ruwe, P.J., Wolverson, C.K., White, M.E. e Ramsay, T.G. (1991). Effect of maternal fasting on fetal and placental lipid metabolism in swine. *Journal of Animal Science* **69**, 1935-1944.
- Rydhmer, L., N. Lundeheim, e Canário, L. (2008). Genetic correlations between gestation length, piglet survival and early growth. *Livestock Science* **115**, 287-293
- Sangild, P.T., Fowden, A.L. e Trahair, J.F. (2000). How does the foetal gastrointestinal tract develop in preparation for enteral nutrition after birth? *Livestock Production Science* **66**, 141-150.
- Sangild, P.T., Holtug, K., Diernæs, L., Schmidt, M., Skadhauge, E. (1997). Birth and prematurity influence intestinal function in the newborn pig. *Comparative Biochemistry and Physiology* **118A**, 359–362.
- Sangild, P.T., Trahair, J.F., Loftager, M.K., Fowden, A.L., (1999). Intestinal macromolecule absorption in the fetal pig after infusion of colostrum in utero. *Pediatric Research* **45**, 595–602.
- Sargentini, C., Acciaioli, A., Bianchi, M. e Ania, G. (2003). Maternal aptitude of Cinta Senese sows and behaviour of piglets throughout suckling. *Italian Journal of Animal Science*, **2** (supl.1), 391-393.
- SAS – Statistical Analysis Systems Institute. Versão 5.2. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Sasaki, Y. e Koketsu, Y. 2007. Variability and repeatability in gestation length related to litter performance in female pigs on commercial farms. *Theriogenology* **68**, 123-127.
- Scheel, D.E., Graves, H.B. e Sherritt, G.W. (1977). Nursing order, social dominance and growth in swine. *Journal of Animal Science* **45** (2), 219-229.
- Schmidt I. e Herpin P. (1998). Carnitine palmitoyltransferase I (CPT I) activity and its regulation by malonyl-CoA are modulated by age and cold exposure in skeletal muscle mitochondria from newborn pigs. *Journal of Nutrition* **128**, 886-893.
- Schulze, F. e Müller, G. (1980). Lysozyme in sow's milk and its importance to bacterial population of the gastrointestinal tract in suckling piglets. *Archiv für experimentelle Veterinärmedizin* **34**(3), 317-324.
- Seerley, R.W. (1989). Survival and postweaning performance of pigs from sows fed fat during late gestation and lactation. *Journal of Animal Science* **67**, 1889-1894.
- Seerley, R.W., Griffin, F.M. e McCampbell, H.C. (1978). Effect of sow's dietary energy source on sow's milk and piglet carcass composition. *Journal of Animal Science* **46** (4), 1009-1016..
- Seerley, R.W., Pace, T.A., Foley, C.W. e Scarth, R.D. (1974). Effect of energy intake prior to parturition on milk lipids and survival rate, thermostability and carcass composition of piglets. *Journal of Animal Science* **38**, 64-70.
- Seerley, R.W., Synder, R.A e McCampbell, H.C. (1981). The influence of sow dietary lipids and choline on piglet survival, milk and carcass composition. *Journal of Animal Science* **52**, 542-550.
- Shibata, M., Otake, M., Tsuchiya, S., Chikyu, M., Horiuchi, A. e Kawarasaki, T. (2006). Reproductive and growth performance in Jin Hua pigs cloned from somatic cell nuclei and the meat quality of their offspring. *Journal of Reproduction and Development* **52** (5), 583-590.

- Shields Jr., R.G., Mahan, D.C. e Graham, P.L. (1983). Changes in swine body composition from birth 145 kg. *Journal of Animal Science* **57** (1), 43 – 53.
- Simmen, F.A., Whang, K.Y., Simmen, R.C.M., Peterson, G.A., Bishop, M.D. e Irvin, K.M. (1990). Lactational variation and relationship to postnatal growth of insulin-like growth factor-I in mammary secretions from genetically diverse sows. *Domestic Animal Endocrinology* **7** (2), 199-206.
- Sinclair, A.G., Shaw, J.M., Edwards, S.A., Hoste, S. e McCartney, A. (1999). The effect of dietary protein level on milk yield and composition and piglet growth and composition of the Meishan Synthetic and European white breeds of sow. *Animal Science* **68**, 701-708.
- Sjögren, K., Liu, J-L., Blad, K., Skrtic, S., Vidal, O., Wallenius, V., Leroith, D., Törnell, J., Isaksson, O.G.P., Jansson, J-O. e Ohlsson, C. (1999). Liver-derived Insulin-like growth factor I (IGF-I) is the principal source of IGF-I in blood but is not required for postnatal body growth in mice *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, **96**, 7088–7092.
- Speer, V.C. e Cox, D.F. (1984). Estimating milk yield of sows. *Journal of Animal Science*, **59** (5), 1281-1285.
- SPSS (2007). Statistical package for Social Sciences. Versão 16.0, SPSS Inc., Chicago, IL, EUA.
- Stanton, H.C. e Carroll, J.K. (1974). Potential mechanisms responsible for prenatal and perinatal mortality or low viability of swine. *Journal of Animal Science* **38** (5), 1037 – 1044.
- Stone, R.T. (1984). Relationship of alpha-fetoprotein and albumin in fetuses and neonates from genetically lean and obese swine. *Biology of the Neonate* **46**, 122-130.
- Stone, R.T. e Christenson, R.K. (1982). The relationship of fetal weight to serum albumin and alpha-fetoprotein in swine. *Journal of Animal Science* **55** (4), 818-825.
- Stone, R.T.; Champion, D.R.; Klindt, J. e Martin, R.J. (1985). Blood parameters and body composition in fetuses from reciprocal crosses of genetically lean and obese swine. *Proceeding of the Society for Experimental Biology and Medicine* **180**, 191-195.
- Svendsen, J., Weström, B.R., Olsson, A.Ch. (2005). Intestinal macromolecular transmission in newborn pigs: implications for management of neonatal pig survival and health. *Livestock Production Science* **97**, 183-191.
- Svendsen, L.S., Weström, B.R., Svendsen, J., Ohlsson, B.G., Ekman, R. e Karlsson, B.W. (1986). Insulin involvement in intestinal macromolecular transmission and closure in neonatal pigs. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* **5**, 299-304.
- Swatland, H. J. (1973). Muscle growth in fetal and neonatal pig. *Journal of Animal Science* **37** (2), 536-545.
- Taverne, M.A.M e van der Weijden, G.C. (2008). Parturition in domestic animals: targets for future research. *Reproduction in domestic animals* **43** (supl 5), 36- 42.
- Thompson, B.K. e Fraser, D. (1988). Variation in piglet weights: weights gains in the first days after birth and their relationship with later performance. *Canadian Journal of Animal Science* **68**, 581-590.
- Thulin, A.J., Alle, G.L., Harmon, D.L. e Davis, D.L. (1989). Utero-placental transfer of octanoic palmitic, and linoleic acids during late gestation in gilts. *Journal of Animal Science* **67**, 738-745.
- Trayhurn, P., Temple, N.J. e van Aerde J. (1989). Evidence from immunoblotting studies on uncoupling protein that brown adipose tissue is not present in the domestic pig. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology* **67**, 1480-1485.

- Tribout, T., Caritez, J-C., Gogué, J., Gruand, J., Billon, Y., Bouffaud, M., Lagant, H., Le Dividich, J., Thomas, F., Quesnel, H., Guéblez, R., e Bidanel, J-P. (2003). Estimation, par utilisation de semence congelée, du progrès génétique réalisé en France entre 1977 et 1998 dans la race porcine Large White : résultats pour quelques caractères de reproduction femelle. *Journées Recherche Porcine* **35**, 285-292.
- Tuchscherer, M., Puppe, B. e Tuchscherer, A. (1994). Composition of sow milk during lactation and its influence on parameters of energy metabolism, immune status and body weight of piglets. Proceedings of the VIth International Symposium on Digestive Physiology in Pigs, vol.1. Eds. Souffrant W.B., Hagemester H. EAAP - Publication, N 80, Dummerstorf. pp. 212-215.
- Tuchscherer, M., Puppe, B., Tuchscherer, A. (2006). Effects of teat position on milk composition of primiparous sows during lactation. *Berliner Und Munchener Tierarztliche Wochenschrift* **119** (1-2), 74-80.
- Tyler, J.W., Cullor, J.S., Thurmond, M.C., Douglas, V.L. e Parker, K.M. (1990). Immunologic factors related to survival and performance in neonatal swine. *American Journal of Veterinary Research* **51** (9), 1400-1406.
- UNIAPRA - União das Associa es de Criadores do Porco de Ra a Alentejana. Disponível em: <http://209.161.110.175//uniapra/home.asp>. Acedido em 02/09/2009.
- Valera, M., Blesa, F., Dos Santos, R. e Molina, A. (2006). Genetic study of gestation length in Andalusian and Arabian mares. *Animal Reproduction Science* **95**, 75-96.
- Valros, A., Rundgren, M., Spinka, M., Saloniemi, H., Hult n, F., Uvn s-Moberg, K., Tom nek, M., Krejci, P e Algers, B. (2004). Oxytocin, prolactin and somatostatin in lactating sows: Associations with mobilisation of body resources and maternal behaviour. *Livestock Production Science* **85**, 3-13.
- Valros, A., Rundgren, M., Spinka, M., Saloniemi, H., Rydhmer, L., Hult n, F., Uvn s-Moberg, K., Tom nek, M., Krejci, P. e Algers, B. (2003). Metabolic state of the sow, nursing behaviour and milk production. *Livestock Production Science* **79**, 155-167.
- van der Lende, T. e van Rens, B.T.T.M. (2003). Critical periods for foetal mortality in gilts identified by analysing the length ditribution of mummified foetuses and frequency of non-fresh stillborn pigltes. *Animal Reproduction Science* **75**, 141-150.
- Van der Steen, H.A.M. e de Groot, P.N. (1992). Direct and maternal breed effects on growth and milk intake of piglets : Meishan versus Dutch breeds. *Livestock Production Science* **30**, 361 - 373.
- van Dijk, A.J., van Rens B.T.T.M., van der Lende, T. e Taverne, M.A.M. (2005). Factors affecting duration of the expulsive stage of parturition and piglet birth intervals in sows with uncomplicated, spontaneous farrowings. *Theriogenology* **64**, 1573-1590.
- van Rens, B.T.T.M., Koning, G., Bergsman, R. e van der Lende, T. (2005). Prewaning piglet mortality in relation to placental efficiency. *Journal of Animal Science* **83**, 144-151.
- van Rens, B.T.T.M., van der Lende, T. (2004). Parturition in Gilts: duration of farrowing, birth intervals and placenta expulsion in relation to maternal, piglet and placental traits. *Theriogenology* **62**, 331-352.
- Varley, M.A., Wilkinson, R.G. e Mattland, A. (1987). Artificial rearing of baby piglets: The effect of colostrum on survival and plasma concentrations of IgG. *British Veterinary Journal* **143**, 369:378.
- Vázquez, C., Menaya, C., Benito, J., Ferrera, J.L., García Casco, J.M. (1994). The influence of parity and season on the prolificacy and maternal ability of Iberian sows. *Pig News and Information* **15** (4), 121-124.
- Ventura, M.R. (1986). Ensaio preliminares   reintegra o do porco Alentejano na "Montanha". Trabalho de fim de curso. Universidade de  vora.

- Voisin, E. (2005). Estimation de la qualité immune du colostrum de truie en élevage. Thèse doctorale. Université Paul-Sabatier de Toulouse. 93 pp.
- Wagstorm, E.A., Yoon, K-J. e Zimmerman, J.J. (2000). Immune components in porcine mammary secretions. *Viral Immunology*, **13** (3), 383-397.
- Weary, D.M., Pajor, E.A., Thompson, B.K. e Fraser, D. (1996). Risky behaviour by piglets: a trade off between feeding and risk of mortality by maternal crushing? *Animal Behaviour* **51**, 619-624.
- Werhahn, E., Klobasa, F. e Butler, J.E. (1981). Investigations of some factors which influence the absorption of IgG by the neonatal piglet. *Veterinary Immunology and Immunopathology* **2**, 35-51.
- Weström, B.R., Ohlsson, B.G., Svendsen, J., Tagesson, C. e Karlsson, B.W. (1985). Intestinal transmission of macromolecules (BSA and FITC-Dextran) in the neonatal pig: enhancing effect of colostrum, proteins and proteinase inhibitors. *Biology of the Neonate* **47**, 359-366.
- Westrom, B.R., Svendsen, J. e Karlsson, B.W. (1982). Protease inhibitor levels in porcine mammary secretions. *Biology of the Neonate* **42**, 185-194.
- Weström, B.R., Svendsen, J., Ohlsson, B.G., Tagesson, C., Karlsson, B.W. (1984). Intestinal transmission of macromolecules (BSA and FITC labelled dextrans) in the neonatal pig. Influence of age of piglet and molecular weight of markers. *Biology of the Neonate* **46**, 20-26.
- White, C.E., Head, H.H., Bachman, K.C. e Bazer, F.W. (1984). Yield and composition of milk and weight gain of nursing pigs from sows fed diets containing fructose or dextrose. *Journal of Animal Science* **59** (1), 141-150.
- White, K.R., Anderson, D.M. e Bate, L.A. (1996). Increasing piglet survival through an improved farrowing management protocol. *Canadian Journal of Animal Science* **76**, 491-495.
- Widdowson, E.M., Colombo, V.E. e Artavanis, C.A. (1976). Changes in the organs of pigs in response to feeding for the first 24h after birth. II. The digestive tract. *Biology of the Neonate* **28**, 272-281.
- Wigmore, P.M. e Stickland, N.C. (1983). Muscle development in large and small pig fetuses. *Journal of Anatomy* **137** (2), 235-245.
- Wise, T., Stone, R.T. e Vernon, M.W. (1991). Relationships of serum estriol, cortisol and albumin concentrations with pig weight at 110 days of gestation and at birth. *Biology of the Neonate* **59**, 114-119.
- Witter, R.C. e Rook, J.A.F. (1970). The influence of the amount and nature of dietary fat on milk fat composition in the sow. *British Journal of Nutrition* **24**, 749-760.
- Wittum, T.E. e Perino, L.J. (1995). Passive immune status at postpartum hour 24 and long-term health and performance of calves. *American Journal of Veterinary Research* **56**, 1149-1154
- Wu, G., Ott, T.L., Knabe, D.A. e Bazer, F.W. (1999). Amino acid composition of the fetal pig. *Journal of Nutrition* **129**, 1031-1038.
- Wu, M.C., Hentzel, M.D., e Dziuk, J. (1988). Effect of stage of gestation, litter size and uterine space on the incidence of mummified fetuses in pigs. *Journal of Animal Science* **66**, 3202-3207.
- Wülbers-Mindermann, M., Algers, B., Berg, C., Lundehein, N. e Sigvardsson, J. (2002). Primiparous and multiparous maternal ability in sows in relation to indoor and outdoor farrowing systems. *Livestock Production Science* **73**, 285-297

- Xu, R.J., Sanglid, P.T., Zhang, Y.Q. e Zhang, S.H. (2002). Bioactive compounds in porcine colostrum and milk and their effects on intestinal development in neonatal pigs. In: *Biology of the intestine in growing animals*. Eds. R. Zabielski, P.C. Gregory e B. Weström. Amsterdam. Netherlands. Elsevier. pp. 169-192.
- Yaguchi, H., Murata, H., Kagota, K. e Namiora, S. (1980). Studies on the relationship between the serum gamma globulin levels of neonatal piglets and their mortality during the first two months of life: an evaluation for the ammonium sulphate reaction. *British Veterinary Journal* **136**, 63-70.
- Yang, Y., Heo, S., Jin, Z., Yun, J., Shinde, P., Choi, J., Yan, B. e Chae, B. (2008). Effects of dietary energy and lysine intake during late gestation and lactation on blood metabolites, hormones, milk composition and reproductive performance in multiparous sows. *Archives of Animal Nutrition* **62**, 10-21.
- Yen, J.T., Eichner, R.D., Arnold, R.J. e Pond, W.G. (1982). Tissue glycogen levels in dams and fetuses as affected by fasting and refeeding pregnant sows. *Journal of Animal Science* **54** (4), 796-799.
- Zaleski, H.M. e Hacker, R.R. (1993). Variables related to the progress of parturition and probability of stillbirth in swine. *Canadian Veterinary Journal* **34**, 109-113.
- Zaleski, H.M., Winn, R.J., Ennings, R.L. e Sherwood, O.D. (1996). Effects of relaxin on lactational performance in ovariectomized gilts. *Biology of Reproduction* **55**, 671-675.
- Zhou, Q., He, R.G., Li, X. e Liao, S.R. (2003). Protease inhibitors in porcine colostrum: potency assessment and initial characterization. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **16** (12), 1822-1829.
- Zou, S., McLaren, D.G. e Hurley, W.L. (1992). Pig colostrum and milk composition: comparisons between Chinese Meishan and US Breeds. *Livestock Production Science* **30** (1-2), 115-127.

ANEXOS

ANEXO 1 – Composição dos alimentos de porcas e leitões

Composição do alimento comercial **de gestação** fornecido às porcas durante os ensaios.

Exploração	Mitra (E)	Torrão (Pa)	Ota (Pm)
Características analíticas		Trigo*	
Energia digestível (ED)	13,4 MJ	-	13,0 MJ
Proteína bruta (PB)	16%	-	14%
Gordura bruta	3,8%	-	**
Celulose bruta	6,2%	-	**
Cinza total	6,7%	-	**
Lisina	0,7%	-	0,62%
Aditivos por Kg de Alimento		-	
Vitamina A	9000 UI	-	**
Vitamina D3	1500 UI	-	**
Vitamina E (Alfatocoferol)	33 mg	-	**
Cobre	24 mg	-	**

* não analisado; ** não disponível

Composição do alimento comercial **de lactação** fornecido às porcas durante os ensaios.

Exploração	Mitra (E)	Torrão (Pa)	Ota (Pm)
Características analíticas			
Energia digestível (ED)	13,8 MJ	13,8 MJ	13,8 MJ
Proteína bruta (PB)	17%	16%	18%
Gordura bruta	4,3%	4%	**
Celulose bruta	4,1%	6%	**
Cinza total	7,5%	5,5%	**
Lisina	1,05%	0,82%	1,0%
Aditivos por Kg de Alimento			
Vitamina A	12000 UI	20000 UI	**
Vitamina D3	2000 UI	2000 UI	**
Vitamina E (Alfatocoferol)	29 mg	25 mg	**
Cobre	25 mg	12,5 mg	**

** não disponível

Composição do alimento comercial **pré-iniciação** fornecido aos leitões durante os ensaios.

Exploração	Mitra (E)	Torrão (Pa)	Ota (Pm)
Características analíticas			
Energia digestível (ED)	14,2 MJ	14,24 MJ	15,1 MJ
Proteína bruta (PB)	19%	18%	19,4%
Gordura bruta	5,0%	5,2%	6,6%
Celulose bruta	3,6%	3,2%	2,0%
Cinza total	5,5%	4,2%	5,6%
Lisina	1,24%	1,08%	1,52%
Aditivos por Kg de Alimento			
Vitamina A	12600 UI	20000 UI	25000 UI
Vitamina D3	2100 UI	2000 UI	2000 UI
Vitamina E (Alfatocoferol)	105 mg	25 mg	120 UI
Cobre	165 mg	160 mg	160 mg

ANEXO 2 – Ficha de trabalho de campo

ANEXO 3 – Versão final do artigo aceite para publicação no Spanish
Journal of Agricultural Research

1 **Body composition and blood parameters of newborn piglets from Alentejano and**
2 **conventional (Large White × Landrace) genotype**

3
4 R. Charneca^{1*} J. L. T. Nunes¹ and J. Le Dividich²

5
6 ¹Universidade de Évora. Departamento de Medicina Veterinária. Apartado 94. 7002-554
7 Évora. Portugal.

8 ²INRA UMR1079 Systèmes d'Élevage, Nutrition Animale et Humaine, F-35590 Saint-Gilles.
9 France

10
11 *Corresponding author: E-mail: rmcc@uevora.pt; Telephone: + 351266760800

12
13 4 tables

14
15 **Topic:** Animal production

16 **Short title:** Body composition of Alentejano and crossbred piglets

17 Received: 28-04-09

18
19 **Abstract**

20 This study aimed to compare the body composition and some blood parameters [(glucose,
21 albumin and insulin-like growth factor 1 (IGF-1)] of newborn piglets farrowed by unselected
22 Alentejano (AL) or conventional genotype [(Large-White × Landrace (LL)]. Carcasses (12 of
23 each genotype) and blood samples were obtained from a total of 34 litters (18 AL, 16 LL).
24 Gestation length was 4d shorter in AL sows compared with LL sows. When adjusted for birth
25 weight, carcasses of AL piglets showed higher percentages of dry matter ($P<0.05$) and crude
26 protein ($P<0.01$) and tended to have higher lipid content ($P = 0.091$) than carcasses of LL
27 piglets. Relative to body weight, the AL piglets had heavier livers ($P<0.05$) than LL piglets
28 but glycogen content was similar in both genotypes. *Longissimus dorsi* muscle of AL piglets
29 contained more protein ($P<0.01$), but glycogen, DNA and RNA contents were similar in both
30 genotypes. The blood from the AL piglets had higher levels of glucose ($P<0.01$), albumin
31 (when adjusted for birth weight) ($P<0.05$) and IGF-1 ($P<0.05$) than blood from the LL
32 piglets. On the bases of body composition and studied blood parameters, AL piglets seem to
33 be more mature at birth than LL piglets despite a shorter gestation length.

34 **Additional key words:** body protein, energy stores, Iberian neonatal pig, maturity, plasma
35 parameters.

36

37 **Resumen**

38 **Composición corporal y parámetros sanguíneos de lechones Alentejanos y**

39 **Large White × Landrace recién nacidos**

40 El objetivo de este estudio fue comparar la composición corporal y los parámetros sanguíneos
41 [albúmina, glucosa y factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1)] de lechones recién
42 nacidos procedentes de cerdas de raza no seleccionada Alentejana (AL) y de genotipo
43 convencional [(Large-White × Landrace (LL))]. Se analizaron muestras de sangre y canal (12
44 de cada genotipo) de un total de 34 camadas (18 AL y 16 LL). Las cerdas AL presentaron
45 gestaciones 4 días más cortas que las cerdas LL. Cuando se ajustaron para el peso al
46 nacimiento, las canales de los lechones AL presentaron mayores porcentajes de materia seca
47 ($P<0,05$) y proteína bruta ($P<0,01$) y tendieron a presentar un mayor contenido en grasa ($P=$
48 $0,091$) que las canales de los lechones LL. Con relación al peso corporal, los lechones AL
49 tuvieron hígados más pesados ($P<0,05$), pero su contenido en glicógeno fue similar en los dos
50 genotipos. El músculo *Longissimus dorsi* (LD) de los lechones AL contuvo más proteínas
51 ($P<0,01$) que el LD de los lechones LL. Sin embargo, el contenido en glicógeno, ADN y
52 ARN fue similar para los dos genotipos. Los lechones AL presentaron mayores
53 concentraciones plasmáticas de glucosa ($P<0,01$), albúmina (ajustada para el peso al
54 nacimiento) ($P<0,05$) e IGF-1 ($P<0,05$) que los lechones LL. A pesar de la gestación más
55 corta, teniendo en consideración la composición corporal y los parámetros sanguíneos
56 estudiados, los lechones AL parecen ser más maduros al nacimiento que los lechones LL.

57 **Palabras clave adicionales:** cerdo Ibérico neonato, madurez, reservas energéticas, parámetros
58 plasmáticos, proteína corporal.

59

60 **Abbreviations used:** AL (Alentejano breed), BFT (backfat thickness), CP (crude protein),
61 DE (digestible energy), DM (dry matter), G6-Pase (glucose-6-phosphatase), IB (Iberian
62 breed), IGF-1 (insulin-like growth factor 1), LD (*Longissimus dorsi* muscle), LL (Large-
63 White × Landrace), LR (Landrace), LW (Large-White), Pi (inorganic phosphate), SEM
64 (standard error of mean).

65

66

67 **Introduction**

68 Alentejano swine (AL) is a primitive Iberian breed (IB) raised all over the Southwest
69 region of the Iberian Peninsula. The AL breed is well-adapted to utilise acorns and is raised
70 mainly in an extensive system, under oak canopy (green and cork) in Alentejo region
71 (Portugal). In most farms, sows are raised in outdoor parks. Due to the seasonal and annual
72 variations in natural resources in the Mediterranean *Quercus* woodland ecosystem (acorns
73 production from October to March, pasture in autumn and spring), they are usually
74 supplemented with standard commercial feeds.

75 Iberian breeds have a remarkable ability to deposit fat as intramuscular and external fat
76 (Lopez-Bote, 1998) but a reduced potential for protein deposition (Nieto *et al.*, 2002).
77 Nevertheless, they have an important commercial value in the local economy through their
78 long dried cured hams and sausages. However it is not known whether their ability to deposit
79 fat is already expressed at birth. Further, compared to conventional breeds (*e.g.*, Large White),
80 reproductive performance of the IB breeds is quite low. Litter size ranges from 7.4 to 8.4 total
81 born (Dobao *et al.*, 1988; Marques, 2001) while pre-weaning mortality of piglets can be as
82 high as 28-29% (Marques *et al.*, 1996; Robledo *et al.*, 2008). Iberian sows have a gestation
83 length by approximately 4d shorter than conventional sows (De Juana Sardón, 1954; Nunes,
84 1993). In pigs, growth rate of the foetuses (McPherson *et al.*, 2004), and vital deposition of
85 energy reserves (Okai *et al.*, 1978) accelerate markedly during the last few days of gestation.
86 However, to what extent these are affected by the shorter gestation length of the IB sows has
87 not been determined.

88 Less is known on the early stages of development of the IB pig. Usually, premature birth
89 (4-5d before the normal term) reduces birth weight of piglets and enhances post-natal
90 mortality (Yamada *et al.*, 1982). Compared to the genetically obese Ossabaw (Stone *et al.*,
91 1985) or Meishan piglets (Herpin *et al.*, 1993), newborns from lines selected for lean tissue
92 growth have less dry matter and protein concentrations in their body and lower liver weight.
93 Further, 21 years of genetic selection of the French Large-White (LW) on lean growth and
94 litter size also resulted in similar effects on the newborns (Canario *et al.*, 2007b).

95 This study aims to compare the body composition and some blood parameters of
96 newborn piglets farrowed by the unselected AL, reared as in practice, or by a more
97 conventional [LW × Landrace (LR)] genotype sow.

98

99

100 **Material and methods**

101 **Animals and facilities**

102 The experiment was conducted according to the European Community regulations
103 concerning the production of experimental animals (European Communities Council
104 Directive 86/609/EEC). The experiment was carried out in the Experimental Centre of Mitra
105 of the University of Évora (Portugal) from February 2005 to August 2006. The AL sows were
106 mated by AL boars whereas Large-White × Landrace (LL) sows were mated by a LW boar.
107 Sow parity number ranged from 3.7 ± 0.6 to 4.0 ± 0.6 for AL and LL sows, respectively. Litters
108 were followed until 28d post-partum.

109 During the whole gestation, LL sows were kept in groups of 3 to 4 sows, as
110 homogeneous as possible in live-weight and age, in indoor facilities on concrete flooring. To
111 control mating and to determine the duration of gestation, AL sows were kept in group of 3 to
112 4 sows in indoor facilities until gestation was confirmed by ultrasonic (Aloka; Model: SSD-
113 210DX II, with a 5 Mhz linear probe) diagnosis (~ d 28 after mating). Thereafter, they were
114 moved to and raised in groups of 12 - 15 sows in an outdoor park (4.5 ha) where they had
115 access to floorless huts. Alentejano sows farrowed in conventional farrowing crates (indoor
116 farrowing house) due to experimental purposes (piglets slaughter and bleeding, colostrum and
117 milk samples collection). Sows were fed with commercial diets for gestating and lactating
118 sows. Diets were based on cereals and soybean meal and contained (per kg diet, calculated
119 values) 160 g crude protein (CP), 7 g lysine and 13.4 MJ digestible energy (DE) (gestation)
120 and 170 g CP, 10.5 g lysine and 13.8 MJ DE (lactation). During gestation, LL sows were fed
121 twice daily at the rate of 2.5 - 3.0 kg d⁻¹ until farrowing. Alentejano sows were fed with the
122 same commercial diets as LL sows, at the exception that the rate of feeding was restricted to
123 1.5 - 2 kg d⁻¹ during gestation. However, for 6 out of the 18 AL sows which had access to
124 acorns, feed supply was restricted to 1 kg d⁻¹. For both genotypes no feed was provided during
125 the farrowing day, after which feed supply was gradually increased until *ad libitum*. In the
126 outdoor park they were fed once daily the same type and amount of feed. Feed was spread in
127 the field in order to reduce competition between sows. At mating and one day before the
128 expected farrowing date, AL and LL sows weighed 127 ± 12 kg and 161 ± 14 kg, and 173 ± 9 kg
129 and 227 ± 11 kg, respectively. Due to the fact that sows were kept in groups, individual feed
130 intake was not determined. In all facilities, water was available from a low-pressure nipple-
131 drinker.

132

133 **Measurements**

134 A total of 34 litters (18 AL, 16 LL) were used for the determination of body
135 composition and blood sampling at birth. Sows farrowed naturally and all farrowings were
136 supervised. On the day after farrowing the backfat thickness (BFT) was determined on P2 site
137 (Dourmad *et al.*, 2001). The body composition of piglets at birth was determined on 12 AL
138 and 12 LL piglets (one piglet per litter). Of the 12 AL piglets, six were farrowed by AL sows
139 which had access to acorns during gestation. At birth, randomly chosen piglets were dried,
140 weighed and exsanguinated. Duration of these operations did not exceed 3 to 4 min. The
141 digestive tract, lungs, heart and liver were removed and the liver (without gall bladder) was
142 weighed. *Longissimus dorsi* muscle (LD) samples (5-6 g) were taken. The liver and LD
143 samples were frozen in liquid N₂ and stored at -20°C until analysed. Piglet carcasses without
144 the digestive tract, liver, lungs and heart were also frozen and stored at -20°C until subsequent
145 mincing and homogenization. Blood samples (~1.0-1.5 mL) were collected into heparinised
146 tubes after umbilical cutting for the determination of glucose, albumin and insulin-like growth
147 factor 1 (IGF-1). Samples were immediately centrifuged at 1400 g during 10 min and the
148 plasma removed and stored at -20°C until analysed. Glucose was determined on 63 AL piglets
149 from 15 litters and on 91 LL piglets from 14 litters. Albumin was determined on 89 piglets
150 (45 AL and 44 LL piglets from 13 and 10 litters, respectively). Piglets were chosen so that
151 within each genotype they had the same gestational age, *i.e.*, 111±1 and 115±1d for AL and
152 LL piglets, respectively. Within a litter, piglets having a birth body weight higher than litter
153 average birth body weight were considered heavy and the others were considered light. For
154 IGF-1, samples were from 3 piglets per litter (5 AL and 6 LL litters) chosen as being heavy,
155 medium (a medium piglet had the closest birth body weight to the litter mean birth weight) or
156 light within litter.

157

158 **Analyses**

159 Dry matter (DM), CP, lipid, fatty acids and ash content of the ground carcasses were
160 determined. The DM was determined after drying at 102°C until constant weight. The CP (N
161 × 6.25) was determined according to Dumas method using a LECO (Ref. FP-528, LECO
162 Corporation, St Joseph MI, USA) nitrogen/protein determinator. Total lipid content was
163 measured according to Folch *et al.* (1957) and methyl esters were obtained. Fatty acids were
164 determined by gas phase chromatography (Chromatographer: GC-FID HP 6809 Series). The
165 ash content was determined after incineration at 550°C for 3 h. Glycogen concentration of
166 liver and LD was measured as previously described by Le Dividich *et al.* (1991). Glucose-6-

167 phosphatase activity (G6-Pase), a key gluconeogenic enzyme, was measured according to
168 Harper (1965). The inorganic phosphate (Pi) released was determined as described by Fiske
169 and Subbarow (1925). The total CP, DNA and RNA contents of LD were determined by the
170 methods of Lowry *et al.* (1951), Labarca and Paigen (1980) and Munro and Fleck (1969),
171 respectively. Plasma concentration of glucose and albumin were determined using
172 commercial kits (Sentinel Diagnostics, Milan, Italy) and by bromocresol colorimetry (Roche
173 Diagnostics GmbH, Mannheim, Germany. Kit. no. 1970569). Plasma IGF-1 concentrations
174 were determined by radioimmunoassay according to Louveau and Bonneau (1996) after
175 formic acid and ethanol extraction.

176

177 **Statistical analyses**

178 All data were analysed using the SPSS software, vers. 16.0 (SPSS, 2007). Because of
179 the small number of the samples of sows, parity was not taken into account.

180 Sows reproductive traits, BFT, carcass traits, liver and LD composition and plasma
181 concentrations of glucose, albumin and IGF-1 data were analysed using the general linear
182 model (GLM) procedure with the one-way analysis of variance (ANOVA) using genotype as
183 a fixed effect. The effects of gestation diet (access to acorns *vs* no access to acorns) on
184 carcasses fatty acid composition were analysed according to a similar procedure using
185 genotype and diet as fixed effects. Because birth weight has been reported to have an effect on
186 body composition both between and within-litter (de Passillé and Hartsock, 1979; Rehfeldt
187 and Kuhn, 2006), data of body composition and blood plasma were adjusted by covariance
188 using birth weight as covariate.

189 For plasma glucose concentrations analysis of covariance was performed using genotype
190 as a fixed effect and the time since the onset of farrowing as a covariate. For plasma albumin
191 and IGF-1 concentrations, a GLM ANOVA was performed using two (light or heavy) and
192 three (light, medium or heavy) birth weight classes for albumin and IGF-1, respectively, as a
193 fixed effect.

194 Differences were considered significant at $P < 0.05$ whereas values between 0.05 and
195 0.10 were considered as trends. When adequate, means were separated by Tukey test.

196

197 **Results**

198 Backfat thickness at farrowing was not significantly different between genotypes
199 (21.6 ± 1.3 mm *vs* 20.5 ± 1.4 mm for AL and LL sows, respectively; $P > 0.05$). Reproductive and

200 productive traits of AL and LL sows are shown in Table 1. The AL sows had shorter gestation
201 length ($P<0.001$) than LL sows but no differences were detected between genotypes for
202 farrowing duration. Litter size (total and born alive), litter weight of piglets born alive
203 ($P<0.001$) as well as individual birth weight ($P<0.02$) were also lower in AL than in LL sows.
204 Mortality rate (% born alive) between birth and 28d of age was higher in AL than in LL litters
205 (25.1 vs 13.3%, $P<0.05$).

206 The AL piglets used for the body composition study were lighter at birth and had lighter
207 carcasses compared with LL piglets (1181±36 g vs 1319±36 g, $P<0.05$ for birth weight and
208 953±31 g vs 1088±31 g, $P<0.01$ for carcasses). Data on carcass composition of piglets at birth
209 are shown in Table 2. With the exception of ash, when adjusted for birth weight, carcasses of
210 AL piglets had higher percentage of dry matter ($P<0.05$) and protein ($P<0.01$) than carcasses
211 of LL piglets. The carcasses of AL piglets tended ($P<0.10$) to have higher lipid content than
212 carcasses of LL piglets. However, AL piglets had similar body fat content whether gestating
213 sows had access to acorns. The LD of AL piglets contained more protein than the LD of LL
214 piglets (95.4±2.8 mg g⁻¹ vs 79.7±3.1 mg g⁻¹ ($P<0.01$)). The difference tended to persist
215 ($P<0.10$) when data were adjusted for birth weight. However, DNA and RNA were unaffected
216 by genotype even after adjustment for birth weight. In AL piglets, non-adjusted data for DNA
217 and RNA were 1.77±0.09 mg g⁻¹ and 1.10±0.04 mg g⁻¹, respectively. Corresponding values
218 for LL piglets were 1.81±0.10 mg g⁻¹ and 1.05±0.04 mg g⁻¹, respectively. There was a
219 tendency for the RNA/protein ratio to be lower in AL piglets than in LL piglets (11.6±0.6 µg
220 g⁻¹ vs 13.2±0.7 µg g⁻¹, $P<0.10$). Genotype had no effect on muscle glycogen concentrations
221 averaging 8.8%. At the exception of fatty acids composition of the body lipids, there was no
222 significant difference between piglets farrowed by AL sows having access or not to acorns
223 during gestation. Data on fatty acid composition of the body lipids extracts are given in Table
224 3. When piglets born to sows exclusively fed the commercial diets (AL sows deprived of
225 acorns and LL sows) are compared, AL piglets had less C14:0 ($P<0.05$) and C18:3 ($P<0.02$).
226 Within AL piglets, those born to sows having access to acorns during gestation had more
227 C18:1 ($P<0.01$) and less C16:0 ($P<0.02$) than those farrowed by sows without access to
228 acorns. Data on liver weights, glycogen contents and G-6-Pase activity are presented in Table
229 4. Genotype has no significant effect on the absolute weight of the liver. However, relative to
230 birth weight, liver was 12.1% ($P<0.05$) heavier in AL piglets. No significant difference
231 between genotypes was observed on hepatic glycogen contents or G6-Pase activity.

232 In both genotypes, blood glucose concentration was not dependent on birth weight, but
233 in both genotypes, blood glucose concentration was positively correlated with the time
234 elapsed since the onset of farrowing ($r=0.276$; $P<0.001$). Values adjusted for the time since
235 the onset of farrowing were 637 ± 22 and 541 ± 19 mg mL⁻¹ ($P<0.01$) in AL and LL piglets,
236 respectively.

237 Plasma albumin concentrations adjusted to birth weight averaged 6.6 ± 0.3 mg mL⁻¹ in
238 AL piglets that was higher ($P<0.05$) than the 5.5 ± 0.3 mg mL⁻¹ found in LL piglets. Values for
239 plasma albumin concentrations of light (1026 ± 35 g) and heavy (1288 ± 31 g) AL piglets were
240 5.2 ± 0.5 and 7.1 ± 0.4 mg mL⁻¹ ($P<0.01$), respectively. In LL piglets no significant differences
241 were observed between birth weight categories. In AL but not in LL piglets, there was a
242 positive within-litter correlation between plasma albumin concentrations and birth weight
243 ($r=0.34$, $P<0.01$).

244 Plasma IGF-1 concentrations were higher in AL than in LL piglets (19.7 ± 2.9 vs
245 11.5 ± 2.7 ng mL⁻¹, $P<0.05$). In both genotypes, plasma IGF-1 concentrations did not depend
246 on birth weight.

247

248 Discussion

249 The gestational feeding regimens were different between genotypes and individual
250 ingestion was not measured. During most part of the gestation period AL sows were reared
251 under typical production system of the breed in Alentejo region, in outdoor extensive
252 conditions without control of their physical activity. However, with the exception of an
253 extremely low level of feeding, *i.e.*, 0.45 kg d⁻¹ from d 85 to farrowing (Ojamaa *et al.*, 1980),
254 or a severe protein deficiency (Pond *et al.*, 1969), most of the studies (Yen *et al.*, 1982;
255 Hausman *et al.*, 1991; Ruwe *et al.*, 1991) reported no significant influence of gestational
256 feeding (frequency, quantity, composition) both on birth weight or body composition of
257 newborn piglets. The only exception is the fatty acids composition that can be influenced by
258 the gestational feeding composition in fatty acids (Gerfault *et al.*, 1999; Rooke *et al.*, 2001) as
259 has been observed in the current trial. Therefore, the observed differences between newborn
260 of the two genotypes studied, should be largely attributed to differences in production systems
261 (genotype + environment) and not to the different feeding regimens. Also, despite differences
262 in feeding quantities and physical activity, body condition at farrowing of AL sows, estimated
263 from the depth of subcutaneous fat just after farrowing was similar to that of LL sows.

264 On the whole, reproductive performance results of AL sows in this experiment are
265 largely similar to those reported by Charneca (2001) and by Marques (2001). Briefly, AL
266 sows are less prolific than LL sows, have a lower duration of gestation (Nunes, 1993) while
267 piglets are lighter at birth and present a higher mortality rate until weaning.

268 Whereas carcass chemical composition of the LL piglets agrees with those previously
269 reported for this genotype (Herpin *et al.*, 1993; Canario *et al.*, 2007b), results of this study
270 indicate that AL piglets differ markedly at birth from LL piglets on body composition, plasma
271 glucose, albumin and IGF-1 concentrations. After adjustment for birth weight, the AL
272 newborns possess more dry matter and protein contents than LL piglets while body fat only
273 tends to be higher in AL piglets. It is relevant to notice that despite the capacity for protein
274 synthesis estimated from the RNA/protein ratio (Attaix *et al.*, 1988) tended to be lower in AL
275 piglets, the percentage of body protein was higher than in LL piglets. This and the modest
276 difference in the percentage of body fat between AL and LL piglets are the reverse of what
277 has been reported for these pigs at seven weeks of age (Freire *et al.*, 1998) and older (Nunes,
278 1993; Nieto *et al.*, 2002). Perhaps, as in the Meishan pig (Bonneau *et al.*, 1990), protein
279 deposition in older AL pigs is limited by the number of muscle fibers which is fixed at birth.
280 The Meishan pig has less muscle fibers at birth. This remains to be determined in AL piglet.
281 However that may be present results are largely similar to those reported when foetuses from
282 obese and lean strains of pigs (Hoffman *et al.*, 1983; Stone *et al.*, 1985) and, newborns from
283 Meishan breed and those from a line highly selected for muscle growth are compared (Herpin
284 *et al.*, 1993). Genetic selection on lean growth and litter size from 1977 to 1998 also resulted
285 in similar differences in the body composition of the newborns (Canario *et al.*, 2007b).

286 Although total body fat content at birth was similar in AL piglets, those born from sows
287 which consume acorns had more C18:1 in their body fat than those born to AL sows deprived
288 of acorns or LL piglets. Acorns contain high level of C18:1 (higher than 60% of fatty acids,
289 Rey *et al.*, 1997). This would suggest that some dietary fatty acids could cross the porcine
290 placenta, in agreement with Gerfault *et al.* (1999) and Rooke *et al.* (2001). Further, colostrum
291 from sows fed acorns during gestation is found to contain more fat with a higher proportion of
292 C18:1 (Charneca, 2001). These and the fact that oleic acid is the most readily fatty acid
293 oxidized by the newborn pig (Schmidt and Herpin, 1998) suggest that feeding acorns to
294 gestating sows would be of interest for the energy metabolism of the newborn pig.

295 In this study, AL piglets had relative heavier livers but there was no significant effect of
296 genotype on liver glycogen stores. Indeed, hepatic gluconeogenic capacity is not affected by
297 genotype as illustrated by the activity of the G6-Pase. Further, muscle glycogen concentration

298 is not affected by genotype. Therefore, despite a 4 days difference in gestation length,
299 glycogen reserves are similar in both genotypes. These results agree with those reported when
300 comparing piglets born from obese Meishan sows to those born from a line highly selected for
301 muscle growth (Herpin *et al.*, 1993) while genetic selection for lean growth and litter size
302 from 1977 to 1998 also resulted in a decrease in the relative weight of the liver (Canario *et al.*,
303 2007b).

304 There was an effect of genotype on plasma glucose, albumin and IGF-1 concentrations,
305 all being higher in AL piglets. These results agree with what has been observed when
306 comparing piglets born to obese Meishan sows to those born to a line highly selected for
307 muscle growth (Herpin *et al.*, 1992, 1993). Genetic selection for lean growth and litter size
308 from 1977 to 1998 also resulted in similar changes in plasma parameters (Canario *et al.*,
309 2007b). Plasma glucose concentrations are variable at birth, increasing during the course of
310 parturition (Herpin *et al.*, 1996). However, in this study data were adjusted to birth time.
311 Therefore, the higher plasma glucose concentrations found in AL piglets might be a trait of
312 this breed. In some studies, the within-litter plasma albumin (Stone and Christenson, 1982;
313 Wise *et al.*, 1991) and IGF-1 concentrations (Herpin *et al.*, 1992) are positively related to
314 birth weight. In the present study only the within-litter plasma concentration of albumin was
315 positively correlated to birth weight in AL piglets, suggesting that plasma albumin and IGF-1
316 concentrations are not invariably correlated with birth weight.

317 Overall, both vital deposition of energy reserves and chemical body composition are not
318 impaired in Alentejo newborns despite a shorter gestation length. Further, increased body
319 protein at birth, relative liver weight (Herpin *et al.*, 1993; Canario *et al.*, 2007b) and plasma
320 albumin (Stone and Christenson, 1982; Wise *et al.*, 1991) are considered as good indexes of
321 development and maturity. Similarly, level of plasma IGF-1 is considered to be indicative of
322 the maturity of the IGF axis (Greenwood *et al.*, 2002). On these bases, piglets born to
323 Alentejano sows are expected to be more mature at birth than those born to conventional
324 sows. Further, similar to the Meishan female (Legault and Caritez, 1983), the onset of puberty
325 occurs earlier in the IB female (Gonzalez-Añover *et al.*, 2009) than in modern commercial
326 crosses (LW × LR) when fed similarly. This and the greater maturity at birth would indicate
327 that the IB swine is more precocious than conventional swine. Genetic selection for lean
328 growth and litter size from 1977 to 1998 also resulted in a shorter, but to a lesser extend,
329 duration of gestation (Canario *et al.*, 2007a). However, this shorter gestation length was
330 associated with a less maturation of piglets (Canario *et al.*, 2007b). Therefore, a shorter
331 gestation length may be specific for the Alentejano breed.

332 In conclusion, the shorter gestation length of AL sows has no negative effect on the
333 energy stores of the newborn. However, the body protein content at birth is markedly higher
334 in AL than in LL piglets suggesting that studies are required to determine the muscle
335 histochemical and biochemical characteristics at birth. This would help to understand the low
336 potential of the growing animal to deposit protein. Further, the reduction of piglet mortality is
337 an important goal during the neonatal period. In this respect, future research should focus on
338 the early nutrition (colostrum consumption) and the acquisition of passive immunity of piglets
339 as well on the mothering ability of the sows.

340

341 **Acknowledgements**

342 The authors wish to thank the Fundação Eugénio de Almeida (Portugal) for the
343 scholarship assigned to the first author that partially financed this study. The technical
344 assistance of Françoise Thomas for analysing several samples is also acknowledged.

345

346 **References**

347 ATTAIX D., AUROUSSEAU E., BAYLE G., ROSOŁOWSKA-HOSZCZ D., ARNAL M.,
348 1988. Respective influences of age and weaning on skeletal and visceral muscle protein
349 synthesis in the lamb. *Biochem J* 256, 791-795.

350 BONNEAU M., MOUROT J., NOBLET J., LEFAUCHEUR L., BIDANEL J.P., 1990. Tissue
351 development in Meishan pigs: muscle and fat development and metabolism and growth
352 hormone regulation by somatotropic hormone. In: 41st EAAP Annual Meeting. Satellite
353 Symposium on Chinese Pigs, Toulouse, 5-6 July (Molénat M. and Legault C., eds), pp
354 199-213.

355 CANARIO L., RYDHMER L., GOGUÉ J., TRIBOUT, T., BIDANEL J.P., 2007a. Estimation
356 of genetic trends from 1977 to 1998 for farrowing characteristics in French Large-White
357 breed using frozen semen. *Animal* 1, 929-938.

358 CANARIO L., PÈRE M.C., TRIBOUT T., THOMAS F., DAVID C., GOGUÉ J., HERPIN
359 P., BIDANEL J.P., LE DIVIDICH J., 2007b. Estimation of genetic trends from 1977 to
360 1998 of body composition and physiological state of Large-White pigs at birth. *Animal*
361 1, 1409-1413.

362 CHARNECA R., 2001. Estudo comparativo da composição química do colostro e do leite de
363 porcas de raça alentejana e porcas Large-White × Landrace (efeitos sobre a
364 sobrevivência neo-natal, o crescimento e a composição corporal dos leitões). Master's

- 365 thesis. Superior Institute of Agronomy. Technical University of Lisbon. 88 pp. [In
366 Portuguese].
- 367 DE JUANA SARDÓN A., 1954. El cerdo de tipo ibérico en la provincia de Badajoz. Cons.
368 Sup. Inv. Cient. (CSIC), Dept. Zootecnia, Córdoba. [In Spanish].
- 369 DE PASSILLÉ A.M.B., HARTSOCK T.G., 1979. Within-and between-litter variation of
370 proximate composition in newborn and 10-day-old Landrace swine. *J Anim Sci* 49,
371 1449-1457.
- 372 DOBAO M.T., RODRIGAÑEZ J., SILIO L., TORO M.A., 1988. Iberian pig production in
373 Spain. *Pigs News and Information* 9 (3), 277-282.
- 374 DOURMAD J.Y., ÉTIENNE M., NOBLET J., 2001. Mesurer l'épaisseur de lard dorsal des
375 truies pour définir leurs programmes alimentaires. *INRA Productions Animales* 14(1),
376 41-50. [in French].
- 377 FISKE C.H., SUBBAROW Y., 1925. The colorimetric determination of phosphorus. *J Biol*
378 *Chem* 66, 375-400.
- 379 FOLCH J., LEES M.M., SLOANNE-STANLEY G.H., 1957. A simple method for the
380 isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226, 497-509.
- 381 FREIRE J.P.B., MOUROT J., CUNHA L.F., ALMEIDA J.A.A., AUMAITRE A., 1998.
382 Effects of the source of dietary fat on postweaning lipogenesis in lean and fat pigs. *Ann*
383 *Nutr Metab* 42, 90-95.
- 384 GERFAULT V., MOUROT J., ETIENNE M., MOUNIER A., 1999. Influence de la nature
385 des lipides dans le régime de gestation de la truie sur ses performances et la composition
386 corporelle des porcelets à la naissance. *Journées de la Recherche Porcine en France* 31,
387 191-197. [In French].
- 388 GONZALEZ-AÑOVER P., ENCINAS T., GOMEZ-IZQUIERDO E., SANZ E., LETELIER
389 C., TORRES-ROVIRA L., PALLARES P., SANCHEZ-SANCHEZ R., GONZALEZ-
390 BULNES A., 2009. Advanced onset of puberty in gilts of Thrifty genotype (Iberian
391 Pig). *Reprod Domest Anim*. doi:10.1111/j.1439-0531.2009.01476.x.
- 392 GREENWOOD P.L., HUNT A.S., SLEPETIS R.M., FINNERTY K.D., ALSTON C.,
393 BEERMAN D.H., BELL A.W., 2002. Effects of birth weight and postnatal nutrition on
394 neonatal sheep: III Regulation of energy metabolism. *J Anim Sci* 80, 2850-2861.
- 395 HARPER A.E., 1965. Determination of glucose-6-phosphatase. In: *Methods of enzymatic*
396 *analysis* (Bergmeyer H.U., ed.), Academic Press, NY. pp. 788-792.

- 397 HAUSMAN D.B., SEERLEY R.W., MARTIN R.J., 1991. Effect of excess dietary fat during
398 the third trimester of pregnancy on maternal, placental, and fetal metabolism in the pig.
399 Biol Neonate 59, 257-267.
- 400 HERPIN P., LE DIVIDICH J., DUCHAMP C., DAUNCEY M.J., 1992. Relation between
401 plasma concentration of insuline-like growth factor-1 and birth-weight in pigs. J Physiol
402 446, 276.
- 403 HERPIN P., LE DIVIDICH J., AMARAL N., 1993. Effect of selection for lean tissue growth
404 on body composition and physiological state of the pig at birth. J Anim Sci 71, 2645-
405 2653.
- 406 HERPIN P., LE DIVIDICH J., HULIN J.C., FILLAUT M., DE MARCO F., BERTIN R.,
407 1996. Effects of the level of asphyxia during delivery on viability at birth and early
408 postnatal vitality of newborn pigs. J Anim Sci 74, 2067-2075.
- 409 HOFFMAN E.C., WANGSNESS P.J., HAGEN D.R., ETHERTON T.D., 1983. Fetuses of
410 lean and obese swine in late gestation: body composition, plasma hormones and muscle
411 development. J Anim Sci 57, 609-620.
- 412 LABARCA C., PAIGEN K., 1980. A simple, rapide and sensitive DNA assay procedure.
413 Anal Biochem 102, 344-352.
- 414 LE DIVIDICH J., MORMÈDE P., CATHELIN M., CARITEZ J.C., 1991. Body
415 composition and cold resistance of the neonatal pig from European (Large White) and
416 Chinese (Meishan) breeds. Biol Neonate 59, 268 - 277.
- 417 LEGAULT C., CARITEZ J.C., 1983. L'expérimentation du porc chinois en France. I-
418 Performances de reproduction en race pure et en croisement. Génét Sél Evol 15(2), 225-
419 240. [In French].
- 420 LOPEZ-BOTE C.J., 1998. Sustained utilization of the Iberian pig breed. Meat Sci 49, Suppl
421 1, S17-S27.
- 422 LOUVEAU I., BONNEAU M., 1996. Effect of growth hormone infusion on plasma insuline-
423 like growth factor-1 in Meishan and Large-White pigs. Reprod Nutr Dev 36, 301-310.
- 424 LOWRY O.H., ROSEBROUGH N.J., FARR A.L., RONDALL R.J., 1951. Protein
425 measurement with the Folin phenol reagent. J Biol Chem 193, 265-275.
- 426 MARQUES P.N.G., 2001. Características produtivas e reprodutivas do porco Alentejano-
427 Influências genéticas e ambientais. Doctoral thesis. University of Évora, Portugal. 223
428 pp. [In Portuguese].

- 429 MARQUES P., TIRAPICOS NUNES J.L., COLAÇO J., ALMEIDA J.A., 1996. Influence de
430 la mortalité dans la productivité de la truie Alentejana. *Produzione Animale IX* (III
431 Série, Num Spec), 19-22. [In French].
- 432 McPHERSON R.L., JI F., WU G., BLANTON J.R., KIM S.W., 2004. Growth and
433 compositional changes of fetal tissues in pigs. *J Anim Sci* 82, 2534-2540.
- 434 MUNRO H.N., FLECK A., 1969. Analysis of tissues and body fluids for nitrogenous
435 constituents. In: *Mammalian Protein Metabolism n° 3* (Munro H.N., ed.). Academic
436 Press, NY. pp. 423-525.
- 437 NIETO R., MIRANDA A., GARCÍA M.A., AGUILERA J.F., 2002. The effect of dietary
438 protein content and feeding level on the rate of protein deposition and energy utilization
439 in growing Iberian pigs from 15 to 50kg body weight. *Brit J Nutr* 88, 39-49.
- 440 NUNES J.L.T., 1993. Contributo para a reintegração do porco Alentejano no Montado.
441 Doctoral Thesis. Univ Évora, Portugal. 230 pp. [In Portuguese]
- 442 OJAMAA K.M., ELLIOT J.I., HARTSOCK T.G., 1980. Effects of gestation feeding level on
443 glycogen reserves and blood parameters in the newborn pig. *J Anim Sci* 51, 620-628.
- 444 OKAI D.B., WYLLIE D., AHERNE F.X., EWAN R.C., 1978. Glycogen reserves in the fetal
445 and newborn pig. *J Anim Sci* 46(2), 391-401.
- 446 POND W.G., STRACHAN D.N., SINHA Y.N., WALKER Jr. E.F., DUNN J.A., BARNES
447 R.H., 1969. Effect of protein deprivation of swine during all or part of gestation on birth
448 weight, postnatal growth rate and nucleic acid content of brain and muscle of progeny. *J*
449 *Nutr* 99, 61-67.
- 450 REHFELDT C., KUHN G., 2006. Consequences of birth weight for postnatal growth
451 performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. *J Anim Sci* 84 (E.
452 Suppl.), E113-E123.
- 453 REY A.I., LOPEZ-BOTE C.J., SANZ ARIAS R., 1997. Effect of extensive feeding on α -
454 tocopherol concentration and oxidative stability of muscle microsomes from Iberian
455 pigs. *Anim Sci* 65, 515-520.
- 456 ROBLEDO J., VARGAS J.D., GONZÁLEZ F., PRIETO L., ANDRADAS J.A., APARICIO
457 M., 2008. Animal welfare and production in the Iberian pig. Proc. 6th International
458 Symposium on the Mediterranean Pig. Messina – Capo d’Orlando. Italy October 11-13,
459 2007 (Nanni Costa L., Zambonelli P., Russo V., eds). pp. 146- 152 [on line]. Available
460 in <http://amsacta.cib.unibo.it/archive/00002513/> [18 July, 2009].

- 461 ROOKE J.A., SINCLAIR A.G., EDWARDS S., 2001. Feeding tuna oil to the sow at different
462 times during pregnancy has different effects on piglet long-chain polyunsaturated fatty
463 acid composition at birth and subsequent growth. *Brit J Nutr* 86, 21-30.
- 464 RUWE P.J., WOLVERTON C.K., WHITE M.E., RAMSAY T.G., 1991. Effect of maternal
465 fasting on fetal and placental lipid metabolism in swine. *J Anim Sci* 69, 1935-1944.
- 466 SCHMIDT I., HERPIN P., 1998. Carnitine palmitoyltransferase I (CPT I) activity and its
467 regulation by malonyl-CoA are modulated by age and cold exposure in skeletal muscle
468 mitochondria from newborn pigs. *J Nutr* 128, 886-893.
- 469 SPSS, 2007. Statistical package for the social sciences. Version 16.0, SPSS Inc., Chicago, IL.
- 470 STONE R.T., CHRISTENSON R.K., 1982. The relationship of fetal weight to serum albumin
471 and alpha-fetoprotein in swine. *J Anim Sci* 55, 818-825.
- 472 STONE R.T., CAMPION D.R., KLINDT J., MARTIN R.J., 1985. Blood parameters and
473 body composition in fetuses from reciprocal crosses of genetically lean and obese swine.
474 *Proceeding of the Society for Experimental Biology and Medicine* 180, 191-195.
- 475 WISE T., STONE R.T., VERNON M.W., 1991. Relationships of serum estradiol, cortisol and
476 albumin concentrations with pig weight at 110 days of gestation and at birth. *Biol*
477 *Neonate* 59, 114-119.
- 478 YAMADA Y., AUMAITRE A., LE DIVIDICH J., 1982. Influence d'une naissance
479 prématurée sur les taux de protéines et d'albumine du serum sanguin des porcelets. *Ann*
480 *Zootech* 31(3), 301-310. [In French].
- 481 YEN J.T., EICHNER R.D., ARNOLD R.J., POND W.G., 1982. Tissue glycogen levels in
482 dams and fetuses as affected by fasting and refeeding pregnant sows. *J Anim Sci* 54(4),
483 796-799.
- 484
- 485

486 **Table 1.** Alentejano (AL) and Large-White × Landrace (LL) sows reproductive and
 487 productive traits.

Traits	AL (n=18)	LL (n=16)	<i>P</i> -value
Gestation length (d)	111.1±0.3	115.1±0.3	1.2×10^{-11}
Duration of farrowing (min)	143±19	190±20	0.162
Litter size (n litter ⁻¹)			
—Total born	7.9±0.7	13.3±0.8	1.1×10^{-5}
—Born alive	7.7±0.6	11.8±0.7	1.2×10^{-4}
—Stillbirths	0	0.9±0.3	0.016
—Mummified	0.2±0.2	0.6±0.2	0.093
Litter weight (g) ¹	8999±790	15648±837	2.1×10^{-6}
Individual birth weight (g) ¹	1185±39	1339±42	0.019

488 Each value represents the least squares mean±SEM for each genotype. ¹Live born piglets

489

490

491 **Table 2.** Carcass composition at birth of Alentejano (AL) and Large White × Landrace piglets
 492 (LL)¹

493

Variable	AL	LL	<i>P</i> -value
<i>Without adjustment for piglet weight</i>			
Dry matter (%)	22.3±0.34	21.4±0.34	0.092
Protein (%)	13.1±0.27	12.3±0.27	0.061
Lipids (%)	1.65±0.08	1.50±0.08	0.200
Ash (%)	4.37±0.14	4.55±0.1	0.401
<i>With adjustment for piglet weight</i>			
Dry matter (%)	22.53±0.34	21.15±0.34	0.015
Protein (%)	13.29±0.27	12.09±0.27	0.009
Lipids (%)	1.69±0.09	1.46±0.09	0.091
Ash (%)	4.43±0.17	4.50±0.17	0.795

494 Each value represents the least squares mean±SEM. for each genotype. ¹Measurements were
 495 made on 12 piglets per genotype at the exception of ash (7 piglets per genotype)

496

497

498 **Table 3.** Fatty acid composition of lipid fraction in carcasses of AL (Alentejano breed) and
 499 LL (Large White × Landrace crossbred) piglets at birth.

Fatty acids (%) ¹	AL (12)		LL (12)	P-value
	Acorns during gestation			
	+ (6)	- (6)	-	
C14:0	3.33±0.13 ^{ab}	3.09±0.13 ^a	3.54±0.09 ^b	0.031
C16:0	31.88±0.53 ^a	34.03±0.53 ^b	33.69±0.37 ^b	0.016
C16:1	6.63±0.26	6.13±0.26	6.49±0.19	0.390
C18:0	13.26±0.52	14.51±0.52	13.55±0.37	0.218
C18:1	33.43±0.64 ^a	30.89±0.64 ^b	30.36±0.45 ^b	0.003
C18:2	4.44±0.28	4.32±0.28	4.79±0.20	0.335
C18:3	0.45±0.04 ^{ab}	0.32±0.04 ^b	0.49±0.03 ^a	0.014
C20:1	0.45±0.02	0.44±0.02	0.45±0.02	0.936
C20:2	0.58±0.05	0.59±0.05	0.63±0.04	0.701
C20:4	5.55±0.26	5.67±0.26	6.02±0.18	0.293

500

501 Each value represents least squares mean±SEM for each genotype. ¹ % of the identified fatty

502 acids

503

504

505

506 **Table 4.** Liver weights, glycogen contents and glucose-6-phosphatase (G6-Pase) activity of
 507 AL (Alentejano breed) and LL (Large White × Landrace crossbred) piglets at birth.

Trait ¹	AL	LL	<i>P</i> -value
Weight (g)	41.0±1.6	39.9±1.6	0.627
Weight (g) ²	42.4±1.5	38.5±1.5	0.099
Weight (g kg birth weight ⁻¹)	34.7±1.1	30.5±1.1	0.024
Glycogen (%)	15.5±1.0	14.8±1.0	0.619
Glycogen (%) ²	15.5±1.0	14.8±1.0	0.683
Glycogen (g kg birth weight ⁻¹)	5.4±0.4	4.6±0.4	0.214
G6-Pase activity (μmol P min ⁻¹ g ⁻¹)	13.1±2.7	11.9±2.9	0.771

508 Each value represents least squares mean±SEM for each genotype. ¹There were 12 piglets per
 509 genotype, at the exception of G-6-Pase activity (6 piglets per genotype). ²Adjusted for birth
 510 weight

511

ANEXO 4 – “Odds ratios” dos factores mais influenciadores da mortalidade dos leitões (capítulo IV.5)

“Odds ratios” dos principais factores que influenciam a mortalidade dos leitões AL e C

“Odds ratios” no período A – 0 - 24h

Parâmetro	GENÓTIPO	
	AL	C
DGEST	-	0.474
TNNV	-	0.802
PN	0.995	0.999
GP24HR	0.989	0.981

DGEST – duração da gestação; TNNV – tamanho da ninhada, nascidos vivos; PN – peso ao nascimento; GP24HR – ganho de peso entre o nascimento e as 24h (ou até à morte se anterior) por kg de PN

“Odds ratios” no período B – 24h – 21 dias

Parâmetro	GENÓTIPO	
	AL	C
PN	-	0.999
PNR	0.996	-
GP24HR	0.991	0.990

PN – peso ao nascimento; PNR – Peso ao nascimento relativo (diferença entre o peso do leitões e o peso médio dos leitões da sua ninhada); GP24HR – ganho de peso entre o nascimento e as 24h (ou até à morte se anterior) por kg de PN