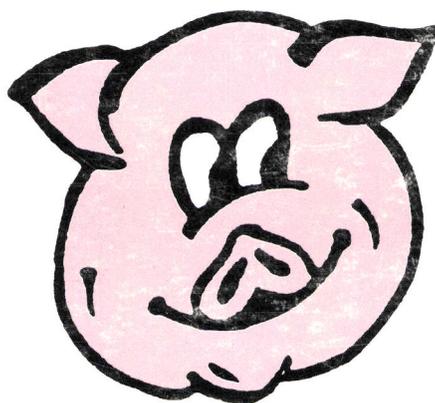


UNIVERSIDADE DE ÉVORA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

**INFLUÊNCIA DA ESTAÇÃO DO ANO
SOBRE AS PERFORMANCES DO PORCO
EM FASE DE CRESCIMENTO E ACABAMENTO
EM RELAÇÃO COM A DENSIDADE DE ALOJAMENTO
E A CONCENTRAÇÃO ENERGÉTICA DA DIETA**

Dissertação de Doutoramento no Ramo de Engenharia Agrícola
Especialidade de Construções Rurais



Vasco Manuel Fitas da Cruz

ÉVORA

1996

VASCO MANUEL FITAS DA CRUZ

**INFLUÊNCIA DA ESTAÇÃO DO ANO
SOBRE AS PERFORMANCES DO PORCO
EM FASE DE CRESCIMENTO E ACABAMENTO
EM RELAÇÃO COM A DENSIDADE DE ALOJAMENTO
E A CONCENTRAÇÃO ENERGÉTICA DA DIETA**



83 422

Dissertação apresentada à Universidade de Évora para a
obtenção do grau de Doutor no ramo de Engenharia Agrícola,
especialidade de Construções Rurais

Évora
1996

60.11(6) 21
60.11(6) 21

À Jeannine

2.A.II.1. Adaptação ao frio	13
2.A.II.2. Adaptação ao calor	14
2.A.II.3. Adaptações morfológicas	15
2.A.III. EFEITO DA TEMPERATURA NAS PERFORMANCES DE PORCOS EM CRESCIMENTO E ENGORDA	15
2.A.III.1. Efeito da temperatura nas necessidades de manutenção	17
2.A.III.2. Efeito da temperatura na eficiência de utilização da energia metabolizável	18
2.A.III.3. Efeito da temperatura nas performances de crescimento	19
2.A.III.4. Efeito da temperatura na composição corporal	21
2.A.III.5. Interação com o tipo de alimento	22
2.A.III.6. Significado de uma temperatura óptima	24
2.B. A IMPORTÂNCIA DOS ALOJAMENTOS NA DEFINIÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO	25
2.B.I. TIPOS DE ALOJAMENTOS DESTINADOS À SUINICULTURA	25
2.B.II. O AMBIENTE TÉRMICO NOS ALOJAMENTOS PARA SUÍNOS	26
2.B.II.1. Temperatura do ar	27
2.B.II.2. Velocidade do ar	27
2.B.II.3. Humidade relativa	28
2.B.II.4. Temperatura efectiva	28
2.B.III. TIPO DE PAVIMENTO	28
2.B.IV. DENSIDADE DE ALOJAMENTO E TAMANHO DO GRUPO	29
2.B.V. CONDICIONAMENTO AMBIENTAL	30
2.B.V.1. Balanço térmico	30
2.B.V.2. Isolamento térmico	31
2.B.V.3. Ventilação	31
2.B.V.4. Aquecimento	32
2.B.V.5. Arrefecimento	33

2.C. RELAÇÃO ENTRE CLIMA E PRODUÇÃO DE SUÍNOS	
EM PORTUGAL	34
2.C.I. IMPORTÂNCIA E DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO DE SUÍNOS	34
2.C.II. BREVE CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA	35
2.C.II.1. A Região Alentejo	36
2.C.II.1.1. O Clima	36
2.C.II.1.2. O condicionamento ambiental das construções utilizadas na produção de suínos	36
2.D. CONCLUSÃO E OBJECTIVOS DO TRABALHO EXPERI- MENTAL	38
3. TRABALHO EXPERIMENTAL	40
3.A. MATERIAIS E MÉTODOS	40
3.A.I. LOCAL DE REALIZAÇÃO	40
3.A.I.1. Construção	40
3.A.I.2. Clima exterior	41
3.A.II. ANIMAIS UTILIZADOS	41
3.A.II.1. Proveniência	41
3.A.II.2. Genótipo e sexo	42
3.A.II.3. Constituição dos lotes	42
3.A.II.4. Identificação	42
3.A.III. MEDIÇÕES	43
3.A.III.1. Medições efectuadas nos animais	43
3.A.III.1.1. Pesagens e ganho médio diário de peso vivo	43
3.A.III.1.2. Temperatura rectal	43
3.A.III.2. Medições efectuadas após o abate dos animais	44
3.A.III.2.1. Breve descrição do abate e preparação das carcaças	44
3.A.III.2.2. Peso da carcaça	44
3.A.III.2.3. Rendimento de carcaça	45

3.A.III.2.4. Comprimento de carcaça	45
3.A.III.2.5. Peso da gordura perirenal	45
3.A.III.2.6. Percentagem de músculo e percentagem de gordura	46
3.A.III.2.7. Espessura da gordura dorsal	47
3.A.IV. ALIMENTAÇÃO	47
3.A.IV.1. Medição da ingestão alimentar e da ingestão de energia	48
3.A.IV.2. Índice de conversão alimentar (IC) e índice de conversão da energia (ICE)	48
3.A.V. CÁLCULO DOS PARÂMETROS DE CONDICIONAMENTO AMBIENTAL	49
3.A.V.1. Temperatura ambiental	49
3.A.V.2. Equações utilizadas nas simulações para as situações de Inverno e de Verão	49
3.A.VI. INTERPRETAÇÃO ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS	52
3.B. EXPERIÊNCIAS	55
3.B.I. EXPERIÊNCIA 1: <i>EFEITO DA ESTAÇÃO DO ANO (INVERNO OU VERÃO) NAS PERFORMANCES DE SUÍNOS EM FASE DE CRESCIMENTO E ACABAMENTO</i>	55
3.B.I.1. OBJECTIVOS	55
3.B.I.2. MATERIAIS E MÉTODOS	55
3.B.I.2.1. Constituição dos lotes e alojamento	55
3.B.I.2.2. Alimentação	56
3.B.I.2.3. Medições efectuadas	56
3.B.I.3. RESULTADOS	56
3.B.I.3.1. Condições ambientais	56
3.B.I.3.2. Temperatura rectal	57
3.B.I.3.3. Performances de crescimento	57
3.B.I.3.3.1. Período de crescimento (dos 25 aos 50 kg p.v.)	57
3.B.I.3.3.2. Período de acabamento (dos 50 aos 98 kg p.v.)	58
3.B.I.3.3.3. Período global de engorda	58
3.B.I.3.4. Composição da carcaça	59

3.B.I.4. DISCUSSÃO	59
3.B.I.4.1. Condições ambientais	59
3.B.I.4.2. Temperatura rectal	60
3.B.I.4.3. Efeito do sexo nas performances de crescimento e na composição da carcaça	61
3.B.I.4.4. Efeito da estação do ano	61
3.B.I.4.4.1. Ingestão alimentar	61
3.B.I.4.4.2. Ganho médio diário	63
3.B.I.4.4.3. Índice de conversão alimentar	64
3.B.I.4.4.4. Composição da carcaça	65
3.B.II. EXPERIÊNCIA 2: <i>EFEITO DA DENSIDADE DE ALOJAMENTO E DA ESTAÇÃO DO ANO (INVERNO OU VERÃO) NAS PERFORMAN- CES DE SUÍNOS EM FASE DE CRESCIMENTO E ACABAMENTO</i>	67
3.B.II.1. OBJECTIVOS	67
3.B.II.2. MATERIAIS E MÉTODOS	67
3.B.II.2.1. Constituição dos lotes e alojamento	67
3.B.II.2.2. Alimentação	68
3.B.II.2.3. Medições efectuadas	68
3.B.II.3. RESULTADOS	69
3.B.II.3.1. Condições ambientais	69
3.B.II.3.2. Temperatura rectal	69
3.B.II.3.3. Performances de crescimento	70
3.B.II.3.3.1. Período de crescimento (dos 26,3 aos 50,0 kg p.v.)	70
3.B.II.3.3.2. Período de acabamento (dos 50 aos 93,3 kg p.v.)	70
3.B.II.3.3.3. Período global de engorda	71
3.B.II.3.4. Composição da carcaça	72
3.B.II.4. DISCUSSÃO	73
3.B.II.4.1. Temperatura rectal	73
3.B.II.4.2. Performances de crescimento	74
3.B.II.4.2.1. Ingestão alimentar	74
3.B.II.4.2.2. Ganho médio diário	75
3.B.II.4.2.3. Índice de conversão alimentar	77

3.B.II.4.3. Composição da carcaça	78
3.B.III. EXPERIÊNCIA 3: EFEITO DA DENSIDADE ENERGÉTICA DA DIETA E DA ESTAÇÃO DO ANO (INVERNO OU VERÃO) NAS PERFORMANCES DE SUÍNOS EM FASE DE CRESCIMENTO E ACABAMENTO	79
3.B.III.1. OBJECTIVOS	79
3.B.III.2. MATERIAIS E MÉTODOS	79
3.B.III.2.1. Constituição dos lotes e alojamento	79
3.B.III.2.2. Alimentação	80
3.B.III.2.3. Medições efectuadas	80
3.B.III.3. RESULTADOS	81
3.B.III.3.1. Condições ambientais	81
3.B.III.3.2. Temperatura rectal	81
3.B.III.3.3. Performances de crescimento	82
3.B.III.3.3.1. Período de crescimento (dos 26,1 aos 50 kg p.v.)	82
3.B.III.3.3.2. Período de acabamento (dos 50 aos 98 kg p.v.)	82
3.B.III.3.3.3. Período global de engorda	83
3.B.III.3.4. Composição da carcaça	84
3.B.III.4. DISCUSSÃO	85
3.B.III.4.1. Temperatura rectal	85
3.B.III.4.2. Performances de crescimento	85
3.B.III.4.2.1. Ingestão alimentar e ingestão de energia	85
3.B.III.4.2.2. Ganho médio diário	87
3.B.III.4.2.3. Índice de conversão alimentar e índice de conversão da energia ...	88
3.B.III.4.3. Composição corporal	89
3.C. DISCUSSÃO GERAL	91
4. CONCLUSÃO	99
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Zona de homeotermia (Adaptado de Klieber, 1961)	4
Figura 2. Produção de calor de um porco de 60 kg p.v. de acordo com a temperatura ambiental (Adaptado de Nienaber e Hahn, 1988)	6
Figura 3. Funcionalidade das glândulas sudoríparas nalgumas espécies animais expostas a 40°C (Fonte: Cossins e Bowler, 1987)	8
Figura 4. Perdas de vapor de água de algumas espécies animais em função da temperatura ambiente (Adaptado de Ingram, 1964)	8
Figura 5. Efeito da temperatura ambiental e da ingestão alimentar nas perdas de calor do suíno (Fonte: Close e Mount, 1978)	8
Figura 6. Efeito da temperatura ambiental na utilização das vias da termólise (Adaptado de Bond et al., 1982)	8
Figura 7. Relação entre t_{ci} e t_{cs} e perdas de calor no suíno (Adaptado de Mount, 1974)	9
Figura 8. Relação entre zona de termoneutralidade, ingestão alimentar e produção de calor no suíno (Fonte: Mangold, 1983)	9
Figura 9. Variação da zona de termoneutralidade com o nível alimentar (Adaptado de Verstegen e Close, 1994)	10
Figura 10. Variação da zona de termoneutralidade com o peso vivo do suíno para animais alojados em grupo com nível alimentar igual a 2M (Adaptado de Verstegen e Close, 1994)	10
Figura 11. Variação da temperatura crítica inferior com o número de animais por grupo em suínos com 15 kg de peso vivo (Fonte: Meneses, 1985) ...	11
Figura 12. Variação da zona de termoneutralidade com a velocidade do ar (Fonte: Meneses, 1985)	11
Figura 13. Variação das perdas de calor com a temperatura ambiente e com a humidade relativa (Fonte: Georgiev et al., 1977)	11

Figura 14. Factores de variação da temperatura crítica inferior (Adaptado de Close, 1981)	12
Figura 15. Variação do isolamento térmico dos tecidos externos do suíno em função da temperatura ambiental (Fonte: Stombauch et al., 1973)	13
Figura 16. Adaptação da zona de termoneutralidade de ruminantes a condições de frio (Fonte: Young et al., 1989)	14
Figura 17. Esquema de partição da energia dos alimentos (Fonte: Charles, 1994)	16
Figura 18. Variação das necessidades de manutenção do suíno em crescimento com a temperatura ambiental	17
Figura 19. Variação do rendimento de utilização de EMi para o crescimento em função da temperatura ambiental	18
Figura 20. Variação da ingestão alimentar com a temperatura ambiental de acordo com o sexo do suíno (Fonte: Massabie et al., 1996)	19
Figura 21. Influência da densidade de alojamento na ingestão alimentar de suínos (Fonte: Kornegay e Notter, 1984)	20
Figura 22. Variação do ganho médio diário e do índice de conversão alimentar de suínos com a temperatura ambiental (Fonte: • Nichols et al., 1982; Δ Nienaber et al., 1983)	20
Figura 23. Efeito da temperatura ambiental na repartição da energia retida como gordura e como proteína (Adaptado de Rinaldo, 1989)	22
Figura 24. Interacção densidade energética da dieta e temperatura ambiental no ganho médio diário de suínos	23
Figura 25. Temperatura óptima para as performances de crescimento	24
Figura 26. Efeito combinado da temperatura ambiental e da velocidade do ar na taxa de crescimento de suínos, em função do peso vivo (Fonte: ASHRAE, 1991)	27
Figura 27. Influência do nível de isolamento térmico e da temperatura exterior na temperatura interior alcançada (Adaptado de Clark e Robertson, 1984)..	31
Figura 28. Efeito da aplicação de nebulizadores na taxa de crescimento de suínos alojados a altas temperaturas ambientais (Fonte: Baccari et al., 1993)	33
Figura 29. Distribuição geográfica percentual dos efectivos suínos em 1990 (Fonte: SIMA, 1991)	34

Figura 30. Temperaturas exteriores de projecto verificadas em cada região de Portugal Continental (Adaptado de Mendes et al., 1989)	35
Figura 3.1. Planta do pavilhão de engorda da pocilga da Herdade Experimental da Mitra	40
Figura 3.2. Corte transversal do pavilhão de engorda da pocilga da Herdade Experimental da Mitra	41
Figura 3.3. Condições climáticas verificadas na Herdade Experimental da Mitra (Fonte: I.N.M.G.)	41
Figura 3.4. Pontos de recolha, na carcaça de suínos, das medidas X ₁ , X ₂ , X ₄ e X ₅ (Fonte: Desmoulin et al., 1984)	46
Figura 3.5. Relação entre a percentagem de músculo estimada pelas equações e a percentagem de músculo obtida por dissecação das carcaças	47
Figura I.1. Condições exteriores de temperatura e humidade relativa (Experiência 1)	55
Figura I.2. Condições interiores de temperatura (Experiência 1)	56
Figura I.3. Temperatura interior e zona de termoneutralidade (Experiência 1)	56
Figura I.4. Evolução da ingestão alimentar com o peso vivo dos suínos de acordo com a estação do ano (Experiência 1)	62
Figura I.5. Evolução do ganho médio diário com o peso vivo dos suínos de acordo com a estação do ano (Experiência 1)	63
Figura I.6. Evolução do índice de conversão alimentar com o peso vivo dos suínos de acordo com a estação do ano (Experiência 1)	65
Figura II.1. Condições interiores de temperatura (Experiência 2)	68
Figura II.2. Temperatura interior e zona de termoneutralidade (Experiência 2)	68
Figura II.3. Repartição da ingestão de alimento pelo período diurno e pelo período nocturno de acordo com a densidade de alojamento e com a estação do ano (Experiência 2)	71
Figura II.4. Interação entre densidade de alojamento e peso vivo no ganho médio diário (Experiência 2)	72
Figura II.5. Evolução da ingestão alimentar com o peso vivo dos suínos de acordo com a densidade de alojamento e com a estação do ano (Experiência 2)	75

Figura III.1. Condições interiores de temperatura (Experiência 3)	80
Figura III.2. Temperatura interior e zona de termoneutralidade (Experiência 3)	80
Figura III.3. Repartição da ingestão de alimento pelo período diurno e pelo período noturno de acordo com a estação do ano (Experiência 3)	83
Figura III.4. Evolução da ingestão diária de energia com o peso vivo de suínos de acordo com a densidade energética e com a estação do ano (Experiência 3)	86
Figura C.1. Caudais de ventilação a praticar na situação de Inverno para condições exteriores de temperatura de 2,0°C e de humidade relativa de 90%	96
Figura C.2. Caudais de ventilação a praticar na situação de Inverno para condições exteriores de temperatura de 6,0°C e de humidade relativa de 90%	96
Figura C.3. Caudais de ventilação a utilizar em situação de Verão (ventilação natural)	98
Figura C.4. Caudais de ventilação a utilizar em situação de Verão (Ventilação dinâmica com arrefecimento adiabático).....	98

ÍNDICE DE QUADROS

	Pág.
Quadro 1 - Temperaturas críticas inferior e superior para suínos de acordo com o seu peso vivo (Adaptado de Verstegen e Close, 1994)	12
Quadro 2 - Influência da temperatura ambiente sobre a variação de ingestão alimentar do porco em crescimento (g/dia/°C)	14
Quadro 3 - Efeito da temperatura ambiental na distribuição da gordura em porcos (Fonte: Le Dividich, 1991)	15
Quadro 4 - Variação das necessidades energéticas de manutenção de um porco de 40 kg p.v. em função da temperatura ambiente para a mesma ingestão alimentar (exemplo de aplicação)	17
Quadro 5 - Efeito da temperatura ambiente na ingestão alimentar (kg/dia) de suínos de acordo com o peso vivo	19
Quadro 6 - Efeito da temperatura ambiental sobre o grau de insaturação e a repartição de gordura de suínos em crescimento (Fonte: Rinaldo e Le Dividich, 1991 ^o)	22
Quadro 7 - Influência da estação do ano e da densidade energética do alimento nas performances de crescimento e na composição da carcaça em suínos (Fonte: Coffey et al., 1982)	23
Quadro 8 - Influência da temperatura ambiental e da densidade energética do alimento na partição da energia retida (kJ/kg ^{0,75}) do porco em crescimento (Fonte: Noblet et al., 1985)	24
Quadro 9 - Influência da velocidade do ar no “ <i>thermus preferendum</i> ” de suínos com 15 a 20 kg p.v. (Fonte: Verstegen et al., 1987)	27
Quadro 10. Temperatura efectiva em função da temperatura do bolbo seco (TDB), temperatura radiante (T _{MRT}) e velocidade do ar (Fonte: Hoff et al., 1993)	28
Quadro 11 - Efeito do tipo de pavimento na temperatura efectiva de suínos relativamente ao pavimento com cama	28
Quadro 12 - Recomendações mínimas para condicionamento espacial de suínos	29

Quadro 13 - Recomendações para o espaço por animal a aplicar em suínos com peso vivo até 100 kg, de acordo com o tipo de pavimento (Fonte: Maton et al., 1985)	29
Quadro 14 - Relação entre as temperaturas recomendadas e a zona de termo-neutralidade para suínos em fase de crescimento e acabamento com as temperaturas de projecto verificadas nas várias regiões de Portugal Continental	36
Quadro I.1 - Pesos vivos médios por lote ao início e no fim da experiência 1	55
Quadro I.2. - Composição em ingredientes da ração utilizada na experiência 1	55
Quadro I.3 - Influência da estação do ano e do sexo dos animais na temperatura rectal (°C) de porcos na fase de crescimento e acabamento	57
Quadro I.4 - Influência da estação do ano e do sexo dos animais nas performances de crescimento de suínos - período de crescimento (dos 25 aos 50 kg p.v.)	57
Quadro I.5 - Influência da estação do ano e do sexo dos animais nas performances de crescimento de suínos - período de acabamento (dos 50 aos 98 kg p.v.)	58
Quadro I.6 - Influência da estação do ano e do sexo dos animais nas performances de crescimento de suínos - período global de engorda (dos 25 aos 98 kg p.v.)	58
Quadro I.7. - Influência da estação do ano e do sexo dos animais na composição de carcaça em porcos abatidos com 98 kg p.v.	59
Quadro II.1 - Pesos vivos médios por lote ao início e no fim da experiência 2	67
Quadro II.2 - Influência da estação do ano e da densidade de alojamento na temperatura rectal (°C) de porcos na fase de crescimento e acabamento	69
Quadro II.3 - Influência da estação do ano e da densidade de alojamento nas performances de crescimento de suínos - período de crescimento (dos 26,3 aos 50 kg p.v.)	70
Quadro II.4 - Influência da estação do ano e da densidade de alojamento nas performances de crescimento de suínos - período de acabamento (dos 50 aos 93,3 kg p.v.)	70
Quadro II.5 - Influência da estação do ano e da densidade de alojamento nas performances de crescimento de suínos - período global de engorda (dos 26,3 aos 93,3 kg p.v.)	71

Quadro II.6 - Influência da estação do ano e da densidade de alojamento na composição de carcaça em porcos abatidos com 93,3kg p.v.	73
Quadro III.1 - Pesos vivos médios por lote ao início e no fim da experiência 3	79
Quadro III.2 - Composição em ingredientes das dietas utilizadas na experiência 3	79
Quadro III.3 - Composição química calculada das dietas utilizadas na experiência 3	79
Quadro III.4 - Influência da estação do ano e da densidade energética da dieta na temperatura rectal (°C) de suínos em fase de crescimento e acabamento	81
Quadro III.5 - Influência da estação do ano e da densidade energética de dieta nas performances de crescimento de suínos - período de crescimento (26,1 a 50 kg p.v.)	82
Quadro III.6 - Influência da estação do ano e da densidade energética de dieta nas performances de crescimento de suínos - período de acabamento (50 a 98 kg p.v.)	82
Quadro III.7 - Influência da estação do ano e da densidade energética de dieta nas performances de crescimento de suínos - período global de engorda (26,1 a 98 kg p.v.)	84
Quadro III.8 - Influência da estação do ano e da densidade energética da dieta na composição de carcaça de suínos abatidos com um peso vivo de 98 kg	85
Quadro C.1. - Efeito da estação do ano nas performances de crescimento de suínos (comparação entre as 3 experiências)	91
Quadro C.2. - Efeito da estação do ano na composição da carcaça de suínos (comparação entre as 3 experiências)	92
Quadro C.3. - Estimação dos custos de oportunidade da energia para aquecimento	97

GLOSSÁRIO DE TERMOS ABREVIADOS

A -	área (m ²) de cada elemento da envolvente
B -	perdas de calor pela envolvente
CO ₂ -	quantidade de dióxido de carbono produzido no interior da construção
CO _{2i} -	quantidade de dióxido de carbono do ar interior
CO _{2o} -	quantidade de dióxido de carbono do ar exterior
CV -	caudal de ventilação
D.A. -	densidade de alojamento
Ded -	densidade energética da dieta
EB -	energia bruta
ED -	energia digestível
EM -	energia metabolizável
EMi -	energia metabolizável ingerida
EMm -	energia metabolizável requerida para manutenção
EMp -	energia metabolizável requerida para produção
ER -	energia retida
F -	deposição lipídica
F' -	coeficiente periférico de transmissão térmica do pavimento
g -	aceleração da gravidade
GMD -	ganho médio diário de peso vivo
HP -	produção de calor

I.A. -	ingestão alimentar
IC -	índice de conversão alimentar
ICE -	índice de conversão de energia
IE -	ingestão de energia
k -	rendimento de utilização da EMI
kf -	rendimento de utilização da EMI para retenção lipídica
kp -	rendimento de utilização da EMI para retenção proteica
M -	nível alimentar de manutenção
Mv -	quantidade de vapor de água produzido no interior da construção
n -	número de observações
N -	energia fornecida pelo aquecimento
Ns -	necessidades suplementares de aquecimento
P -	deposição proteica
P' -	perímetro do pavimento
PC -	peso de carcaça
p.v.-	peso vivo
P/F -	relação músculo/gordura
Q _s -	calor sensível produzido pelos animais
R ² -	coeficiente de determinação
RC -	rendimento de carcaça
S.I. -	sistema internacional de unidades
ta -	temperatura ambiental

tci -	temperatura crítica inferior
tcs -	temperatura crítica superior
tf -	temperatura do ar após passar os painéis evaporativos
ti -	temperatura interior
TNZ -	zona de termoneutralidade
to -	temperatura exterior
To -	temperatura absoluta exterior
TPI -	temperatura exterior de projecto para o Inverno
TPV -	temperatura exterior de projecto para o Verão
tw -	temperatura de bolbo húmido
U -	coeficiente de transmissão térmica global de cada elemento da envolvente
U% -	humidade relativa do ar
V -	perdas de calor devido à ventilação
X ₁ -	espessura da gordura dorsal, ao nível do rim, na linha de corte
X ₂ -	espessura da gordura dorsal entre a 3ª e 4ª vértebra lombar a 8cm da linha de corte
X ₄ -	espessura da gordura dorsal entre a 3ª e 4ª vértebra costal a 6cm da linha de corte
X ₅ -	espessura do músculo longísimus dorsi ao mesmo nível de X ₄
%M -	percentagem de músculo na carcaça
%G -	percentagem de gordura na carcaça
Δh -	diferença entre as alturas das aberturas de entrada e de saída de ar
η -	rendimento do sistema de aquecimento

η' - rendimento do sistema de arrefecimento evaporativo

ρ_i - humidade absoluta do ar interior

ρ_o - humidade absoluta do ar exterior

μ - densidade do ar

AGRADECIMENTOS

A realização do presente trabalho foi possível graças à colaboração de várias pessoas e entidades às quais expresso a minha gratidão.

Ao Dr. J. Le Dividich, Director de Investigação da Station de Recherches Porcines (I.N.R.A.), endereço um reconhecimento muito especial pelo facto de se ter dignado ter aceite a orientação dos trabalhos o que lhe ocupou muito do seu precioso tempo. Ao longo da realização deste trabalho o seu interesse, os seus conselhos, a sua disponibilidade e o seu empenho foram insuperáveis.

Ao Prof. Doutor Manuel Cancela d'Abreu, professor do Departamento de Zootecnia da Universidade de Évora, o meu profundo agradecimento pela aceitação da co-orientação dos trabalhos mostrando uma dedicação e empenhamento que foram fundamentais para que estes atingissem um bom termo. Na elaboração da dissertação a sua colaboração foi autêntica e inexcelável.

Ao Dr. A. Aumaitre o meu grande reconhecimento pela forma como interagiu disponibilizando-se e colaborando no estreitamento das relações entre o I.N.R.A. e a Universidade de Évora.

A todos os colegas do Departamento de Engenharia Rural, uma palavra de gratidão pela ajuda prestada. Neste agradecimento gostaria de realçar o empenho com que os vários Presidentes do Conselho do Departamento (Prof. Doutor Ricardo Serralheiro, Prof. Doutor Alfredo Gonçalves Ferreira e Prof. Doutor Anacleto Pinheiro) e os colegas Fátima Almeida e Eduardo Lucas acompanharam a realização dos trabalhos.

Aos vários ex-finalistas da licenciatura em Engenharia Zootécnica, hoje colegas, Engenheiros Zootécnicos, pela ajuda preciosa na recolha dos dados.

Ao colega Rosil Lizardo pelo imensurável apoio ao nível dos contactos estabelecidos entre mim e o meu orientador, durante a redacção da dissertação.

À D. Sónia Pena Patrão e ao Eng. Téc. Agrário Victor Dimas dos Reis pela forma desinteressada, amiga e persistente com que executaram o grafismo e a apresentação da dissertação, enaltecendo o nível deste trabalho.

Para terminar, uma palavra de gratidão ao senhor Eliseu (tratador dos animais) cuja colaboração e idoneidade profissional foi fundamental para que o trabalho experimental fosse correctamente executado.

A todas as pessoas que desinteressadamente colaboraram na execução deste estudo quero também deixar o meu muito obrigado.

RESUMO

Pretendeu-se com o presente estudo, que compreendeu três experiências, avaliar o efeito do ambiente térmico da estação do ano (Inverno ou Verão) nas performances de suínos em fase de crescimento e acabamento, alojados no Alentejo em construções com fraco nível de condicionamento ambiental (experiência 1) e, examinar as possíveis interações com a densidade de alojamento (experiência 2) e com a densidade energética da dieta (experiência 3).

O ambiente térmico é um factor importante e permanente que afecta a fisiologia, comportamento e produtividade do suíno. A bibliografia indica que a temperatura óptima para a fase de crescimento e acabamento se situa nos 20 a 25°C. Dentro deste intervalo de temperatura as necessidades energéticas de manutenção são mínimas, a taxa de crescimento não é afectada e as carcaças são, em geral, magras.

Nas três experiências os animais, na maior parte do tempo estiveram sujeitos a temperaturas situadas abaixo da temperatura crítica inferior, no Inverno e, muitas vezes superiores à temperatura crítica superior, no Verão.

Na experiência 1 verificou-se que, no Inverno o ganho médio diário foi superior ao do Verão, à custa de uma maior ingestão de alimento o que originou piores índices de conversão alimentar. Houve também um efeito sobre a distribuição da massa adiposa a qual foi depositada preferencialmente nas zonas externas, no Inverno e internamente no Verão.

Na experiência 2 constatou-se que uma baixa densidade de alojamento acentuou os efeitos das baixas temperaturas quer nas performances de crescimento quer na composição corporal. Uma alta densidade de alojamento tornou mais evidentes os efeitos das altas temperaturas nas performances de crescimento, levando em ambas as estações do ano a uma diminuição da adiposidade das carcaças.

Na experiência 3 observou-se que uma dieta de baixa densidade energética é melhor valorizada no Inverno, pois conduziu a melhores taxas de crescimento. No Verão foi a dieta de maior densidade energética que levou, em termos gerais, a melhores performances de crescimento. Verificou-se também que o conteúdo lipídico e o

rendimento de carcaça diminuíram com a diminuição da densidade energética, em ambas as estações do ano.

De um modo geral, os resultados evidenciaram a importância que a temperatura ambiental exerce sobre as performances de suínos em fase de crescimento e acabamento. Demonstraram também que a prática de estratégias relacionadas com o manejo dos animais pode atenuar os efeitos do ambiente térmico. No entanto a sua utilização é de certo modo limitada, pois não permitem ultrapassar os problemas surgidos do facto da temperatura ambiental não se situar dentro das recomendações. Para que isto se verifique é necessário que as construções edificadas nesta zona sejam dotadas de sistemas de condicionamento ambiental, principalmente no que respeita à situação de Verão.

Palavras chave: suíno, temperatura ambiente, adaptação ao frio e ao calor, performances de crescimento, composição corporal, densidade de alojamento, densidade energética da dieta, condicionamento ambiental.

ABSTRACT

In the present research three experiments were carried on with the aims of evaluate the effects of thermal conditions of season (Winter or Summer) on performance of growing-finishing pig raised in Alentejo zone in buildings with low environmental control (experiment 1) and to examine the possible interactions with stocking density (experiment 2) and with dietary energy density (experiment 3).

The thermal environment is an important and permanent factor affecting physiology, behaviour and productivity of swine. It is accepted that the optimal temperature for growing-finishing pig is between 20 and 25°C. Within this temperature range energy requirement for maintenance is minimal whereas growth rate is not affected and carcasses are leaner.

In the three experiments the animals, the major part of the time were subjected to temperatures below the low critical temperature, in Winter and many times higher than upper critical temperature, in Summer.

The results of experiment 1 showed that the average daily gain was higher in Winter than in Summer due to a higher feed intake which caused worst feed efficiency. There was also an seasonal effect on fat partition. Fat was preferentially deposited on external sites, in Winter and internally in Summer.

In experiment 2 a low stocking density made more pronounced the low temperature effects both on growth performance and on body composition. A high stocking density accentuated the effects of high temperatures on growth performances leading, in both seasons, to a decrease of carcass adiposity.

In experiment 3 a low dietary energy density was better used in Winter. With this type of feed the growth rate was better. In Summer it was the higher dietary energy density which leded, in general terms, to better growth performance. This results also showed that dressing percentage and carcass adiposity decreased with the decrease of energy density of diet, in both seasons.

The results obtained evidenced the major importance of environmental temperature on growing-finishing pig performance. They also demonstrated that strategies related to the handling of animals could attenuate the thermal effects. However, the practice of these strategies was limited because they did not guarantee the control of the negative effects of an environmental temperature outside the recommendations. To reach this aim, it is necessary that the buildings located in this zone (Alentejo) were provided with effective systems of environmental control, particularly in Summer.

Keywords: swine, environmental temperature, cold and warm adaptation, growth performance, body composition, stocking density, dietary energy density, environmental control.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos a intensificação da produção suinícola, pressionada por parte do consumidor por uma crescente procura de alimentos de características marcadas, traduziu-se por um aumento da densidade de alojamento, bem como por uma aposta no melhoramento genético. Este, ao buscar elevadas velocidades de crescimento e uma redução da adiposidade da carcaça, tem de ser acompanhado por uma melhoria das condições de manejo dos animais, nomeadamente no que respeita às condições climáticas de alojamento. Tal exigência prende-se com as conhecidas adaptações comportamentais e fisiológicas dos suínos a ambientes adversos (Meunier-Salaun, 1989), as quais têm repercussões nos níveis de produção alcançados.

Construir alojamentos, onde o condicionamento ambiental seja controlado de modo eficaz, envolve investimentos de certa monta particularmente em zonas onde as condições climáticas exteriores são limitantes. O aspecto económico ligado ao custo das instalações e ao seu equipamento de controle ambiental pode, assim, fazer perigar a rentabilidade das explorações.

Parece, assim, interessante analisar quais as consequências das condições climáticas e as suas interacções com algumas variáveis do manejo, sobre as componentes da produtividade animal. Esta análise revela-se de particular interesse em zonas onde as condições climáticas exteriores levam a um grande investimento em equipamento de condicionamento ambiental com o objectivo de garantir um ambiente térmico adequado para a produção suinícola.

A obtenção de elevadas performances de crescimento e de uma máxima utilização dos alimentos está cada vez mais dependente do ambiente térmico no qual os animais se encontram alojados. Se por um lado se realizaram vários estudos sobre o efeito do ambiente térmico em suínos, estes dedicaram-se fundamentalmente à determinação da temperatura crítica inferior (Holmes e Close, 1977; Close e Mount, 1978) e à influência do frio nas performances e comportamento do porco (Verstegen et al., 1978; Le Dividich e Noblet, 1982; Herpin, 1988). Pelo contrário, poucos se têm realizado (Noblet et al., 1987; Rinaldo e Le Dividich, 1991^{ab}) dedicados ao efeito das altas temperaturas e suas

interacções com os factores nutricionais e de manejo sobre as performances do porco em fase de crescimento e engorda.

Os objectivos do presente estudo são: avaliar os efeitos das condições térmicas das estações do ano: (Inverno, com baixas temperaturas ambientais, ou, Verão, com altas temperaturas ambientais) nas performances de suínos em fase de crescimento e engorda e examinar o efeito das suas interacções com:

1. a densidade de alojamento
2. a densidade energética da dieta.

Deste modo, através de uma consulta bibliográfica, será feito o ponto da situação dos conhecimentos adquiridos sobre estes assuntos, sendo em seguida efectuado um trabalho experimental com os objectivos atrás referidos. Na discussão dos resultados obtidos especular-se-á sobre o papel da construção na obtenção do microclima interior.

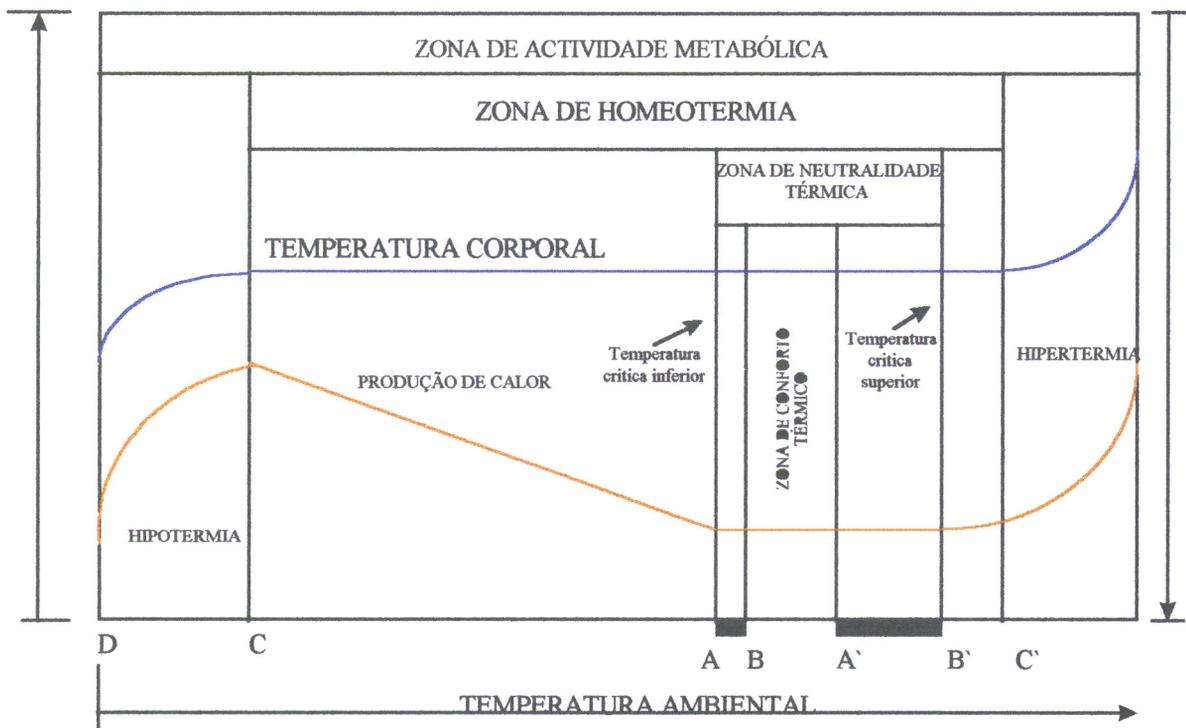


Figura 1. Zona de homeotermia (Adaptado de Kleiber, 1961)

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.A. STRESS TÉRMICO

2.A.I. TERMOREGULAÇÃO

É do conhecimento geral que os factores climáticos (ambientais), tais como a temperatura, humidade relativa e velocidade do ar têm uma marcada influência sobre os animais, com repercussões no seu status comportamental, fisiológico e imunológico, tendo a temperatura do ar um papel primordial na avaliação do ambiente térmico na produção de suínos (Xin e DeShazer, 1991; Verstegen e Close, 1994).

O porco na fase de crescimento e engorda apresenta, a par das suas necessidades de índole nutricional, sanitária, etc, requisitos em termos de condições ambientais. Estes requisitos devem ser cumpridos de modo a que a produtividade animal não seja afectada, tendo a engenharia e o controle do ambiente, como objectivo, a realização das condições ambientais requisitadas.

Tal como todo o ser homeotérmico, o suíno mantém a sua temperatura interna dentro de limites estreitos para variações relativamente importantes de temperatura ambiente (t_a) (Cossins e Bowler, 1987). Esta manutenção da temperatura corporal, mais ou menos constante, é permitida pela termoregulação, a qual assegura o equilíbrio dinâmico entre o calor produzido pelo organismo (produção de calor ou termogénese) ou cedido ao meio ambiente (perdas de calor ou termólise).

O intervalo de temperaturas ambientais onde o animal é capaz de manter a sua temperatura corporal, independentemente da t_a , é a chamada zona de homeotermia (figura 1). Temperaturas mais altas ou mais baixas do que os seus limites causam, respectivamente, situações de hipertermia ou de hipotermia.

Dentro da zona de homeotermia encontra-se a zona de neutralidade térmica (TNZ), na qual a produção de calor não é afectada pela t_a , podendo no entanto depender de outros factores, tais como o nível alimentar. Mount, (1974), define esta zona como a zona de temperaturas ambientais onde para um dado nível alimentar, a produção de calor é mínima, constante e independente da temperatura do ar (Holmes e Close, 1977). O seu limite inferior designa-se por temperatura crítica inferior (t_{ci}) e o seu limite superior como temperatura crítica superior (t_{cs}).

Abaixo da tci os mecanismos que regulam as perdas de calor são ultrapassados e a homeotermia é mantida através do aumento da produção de calor (Holmes e Close, 1977; Verstegen et al., 1978; Close, 1981). Acima da tcs, quando a ta aumenta, a temperatura corporal do animal aumenta com um concomitante acréscimo na produção de calor (Close, 1981). Dentro da TNZ a toda a variação da ta corresponde, também, um ajustamento no equilíbrio termogénese-termólise.

2.A.I.1. Termogénese e Termólise

2.A.I.1.1. Produção de calor

A produção mínima de calor de um suíno em jejum, em repouso e em condições em que a temperatura não afecte o seu metabolismo designa-se por metabolismo basal (Esmay, 1969), apresentando os animais mais jovens uma maior taxa de metabolismo basal em relação aos mais velhos (Mount e Rowell, 1960). O calor assim produzido é o resultado das reacções bioquímicas que asseguram a manutenção da integridade celular, a renovação das células, as funções fisiológicas vitais e o trabalho muscular mínimo. Contudo, numa pocilga, a actividade voluntária dos animais (locomoção, alimentação, etc) origina despesas energéticas provenientes do trabalho muscular, o que conjuntamente com a ingestão e a utilização digestiva e metabólica dos alimentos leva a acréscimos na produção de calor.

Regista-se também uma marcada influência das condições climáticas na produção de calor pelo animal, o qual é proveniente dos processos metabólicos associados à manutenção e da utilização dos alimentos (Kleiber, 1961; Henken et al., 1993).

Os factores de variação da produção de calor foram revistos em 1977 por Holmes e Close. A relação que a estima em relação à massa corporal do animal é do tipo:

$$HP = kM^n \quad (\text{eq. 1})$$

onde HP representa a produção de calor; k é uma constante dependente da forma corporal; M é a massa corporal e n é um expoente que varia entre 0,60 e 0,82 de acordo

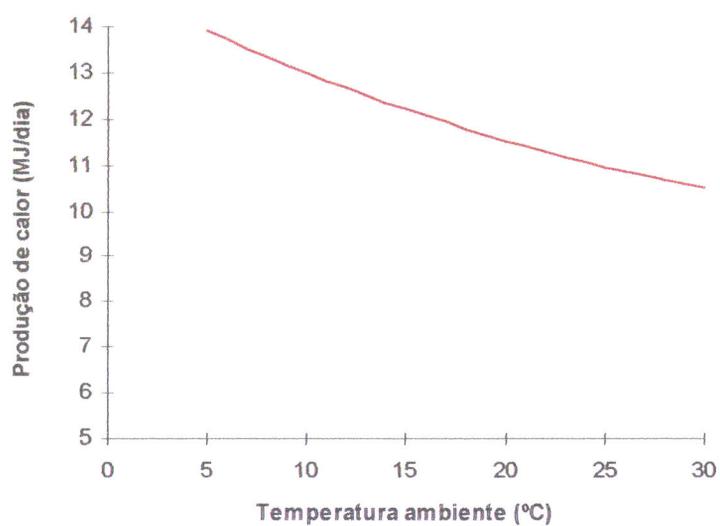


Figura 2. Produção de calor de um porco de 60 kg p.v. de acordo com a temperatura ambiental (Adaptado de Nienaber e Hahn, 1988)

com o tipo de animal, encontrando-se geralmente a produção de calor referida à massa metabólica ($M^{0,75}$).

Um dos factores mais importantes na variação da termogénese no suíno é a ta (Le Dividich et al., 1980). Nienaber e Hahn, (1988) estimaram a relação (figura 2/eq. 2) entre produção de calor em suínos com peso vivo (p.v.) compreendido entre 40 e 90 kg e ta variando entre 5,0 e 30,0°C.

$$H.P. = 14,32 + 0,0099p.v. - 0,213ta + 0,0022ta^2 \quad (\text{eq. 2})$$

Segundo Mount, (1979) e Close, (1983) a produção de calor de porcos em crescimento deve ser referida também à quantidade de alimento ingerido, sendo afectada pela ingestão de energia na TNZ. Abaixo desta zona a produção de calor é mais determinada pela reacção dos porcos à ta.

Nienaber et al., (1987) avançam com a seguinte relação (eq. 3) entre produção de calor, peso metabólico, i.e., $p.v.^{0,75}$, ta e ingestão alimentar (I.A.)

$$H.P. = 10,8 + 0,337pv^{0,75} - 0,272ta + 0,130IA. \quad (\text{eq. 3})$$

2.A.I.1.2. Perdas de calor

A temperatura parece ser o factor fundamental na determinação da taxa de perda de calor pelo suíno. Dentro da TNZ o plano nutricional tem um efeito importante pois, à medida que a ingestão alimentar aumenta, a produção de calor também aumenta e consequentemente as necessidades de dissipação. Abaixo da TNZ é a ta o factor primário, pois à medida que esta diminui, aumentam as perdas de calor. (Close et al., 1971).

Os efeitos do ambiente térmico na termólise foram sumarizados por Bond et al., (1952; 1959) e por Bruce e Clark, (1979) e ampliados para a zona quente por Meneses, (1985). As perdas de calor processam-se por duas vias: via sensível e via latente, sendo estas aditivas (Cossins e Bowler, 1987) pelo que as perdas totais de calor resultam da sua soma.

Os mecanismos de transferência de *calor sensível* recorrem a três processos: condução, convecção e radiação. Estes foram analisados por Stone e Heap, (1982) e seguem as leis normais da física, i.e., há um fluxo neto da zona de maior energia cinética para a zona de menor energia cinética, obedecendo a uma equação tipo:

$$Q = h.A.(t_p - t_a) \quad (\text{eq. 4})$$

onde h é o coeficiente de transferência (W/m^2); A é a área da superfície corporal (m^2) e t_p e t_a são as temperaturas em $^{\circ}C$, da pele do animal e do ambiente, respectivamente.

As trocas de calor por condução requerem um contacto físico directo entre objectos interactivos, pelo que vão envolver as trocas de calor entre o animal e o pavimento onde se deita, sendo assim bastante influenciadas pelo grau de isolamento deste e pela postura daquele (Legge e Mount, 1966).

As trocas de calor por radiação dependem das temperaturas absolutas das superfícies por onde se efectuam e das suas emissividades. Este tipo de trocas de calor tem, no entanto, pouco significado nas perdas totais de calor sensível pelo suíno principalmente quando as temperaturas são elevadas (Bond et al., 1952).

A convecção é o mecanismo predominante nos fluidos. Neste mecanismo o fluido é aquecido pelo fluxo de calor condutivo de um corpo quente, reduzindo assim a sua densidade e sendo gradualmente substituído por fluido frio. Esta substituição de fluidos mantém um alto gradiente de temperatura facilitando a transferência condutiva de calor. Quando o fluido é forçado para cima de uma superfície assiste-se à chamada convecção forçada.

Como se pode observar pela equação 4, as trocas de calor sensível aumentam com a diminuição da t_a , aumentando também assim a sua importância nas perdas totais de calor.

As trocas de *calor latente* classificam-se em cutâneas, as que ocorrem ao nível da pele, e respiratórias, as que ocorrem ao nível do tracto respiratório (Meneses, 1985).

Quando a água passa ao estado de vapor, mesmo em situação de elevada temperatura da envolvente é requerida uma grande quantidade de energia térmica; 2407

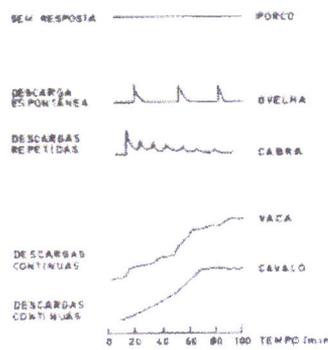


Figura 3. Funcionalidade das glândulas sudoríparas em algumas espécies animais expostas a 40°C (Fonte: Cossins e Bowler, 1987)

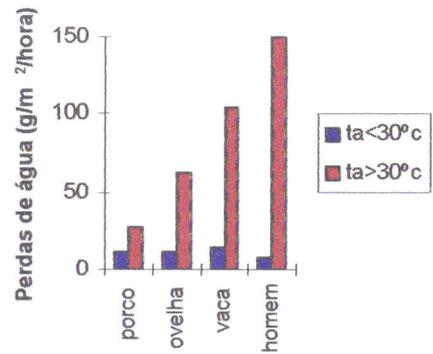


Figura 4. Perdas de vapor de água de algumas espécies animais em função da temperatura ambiente (Adaptado de Ingram, 1964)

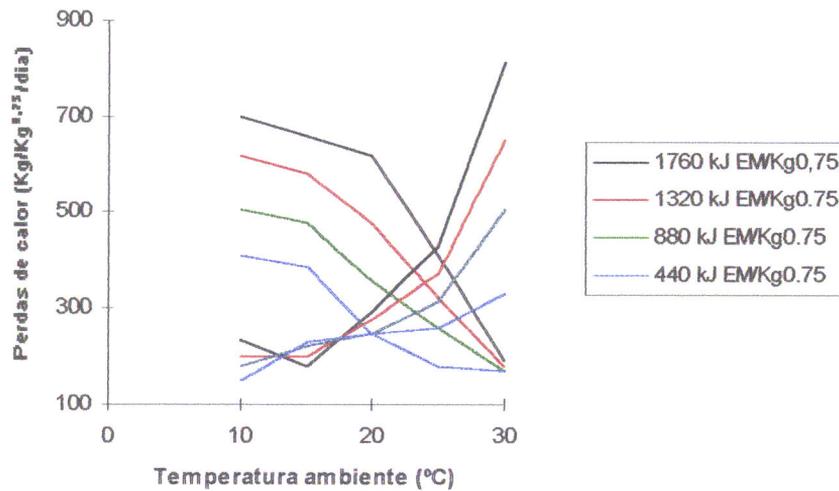


Figura 5. Efeito da temperatura ambiente e da ingestão de energia nas perdas de calor do suíno: linhas decrescentes, via sensível; linhas crescentes, via latente (Fonte: Close e Mount, 1978)

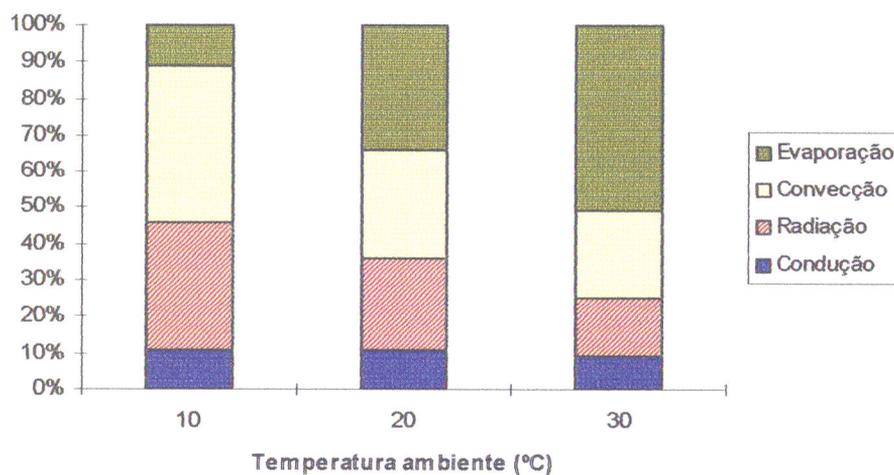


Figura 6. Efeito da temperatura ambiente na utilização das vias da termólise (Adaptado de Bond et al., 1952)

kJ/kg de água a 39,0°C e 2438 e 2425 kJ/kg de água, respectivamente a 24°C e a 32°C, havendo um arrefecimento da superfície evaporativa.

O suíno, dado que não possui glândulas sudoríparas funcionais (Guiennet, 1986), tal como se pode ser na figura 3, recorre a dois processos básicos para a libertação de calor latente: a perspiração ou passagem de água através da pele e a evaporação de água proveniente dos dejectos líquidos ou de outra existente sobre os pavimentos em que se deitam. No entanto, tal como demonstra Ingram, (1965) o porco é das espécies animais que registam menores perdas de água através da pele (figura 4), em situação de altas temperaturas ambientais, razão pela qual o segundo processo referido se torna dominante nestas condições de temperaturas (Meneses, 1985).

As perdas respiratórias dão-se porque o ar ao ser inalado vai aquecendo e absorvendo vapor de água, o qual é libertado ao nível das mucosas. Ao ser expirado, o ar sai com maior quantidade de vapor de água e maior temperatura do que o ar inspirado. Este tipo de perdas de calor depende, pois, do ritmo respiratório e do volume de ar inspirado e da humidade do ar (Stone e Heap, 1982).

2.A.I.1.3. Importância relativa das vias da termólise

A t_a exerce uma marcada influência na utilização das diferentes vias de perda de calor, tal como foi demonstrado por Heitman e Hughes, (1949) e por Bond et al., (1952). Assim as perdas de calor sensível a baixas temperaturas são altamente influenciadas pela ingestão de energia, enquanto o mesmo se passa relativamente às perdas de calor latente a altas temperaturas (figura 5).

Em condições termoneutrais e abaixo da t_{ci} as perdas sensíveis e, em particular, as perdas por radiação e por convecção são as mais importantes (figura 6). Quando a temperatura sobe acima da t_{ci} as perdas de calor latente aumentam com o aumento da t_a (Bruce e Clark, 1979) podendo, para valores relativamente baixos de t_a , tornarem-se constantes.

Como as perdas de calor sensível dependem em grande escala do gradiente de temperatura entre a superfície do animal e o ambiente, à medida que estas temperaturas se aproximam, por aumento da t_a , o fluxo de calor vai diminuindo. Assim, o animal para

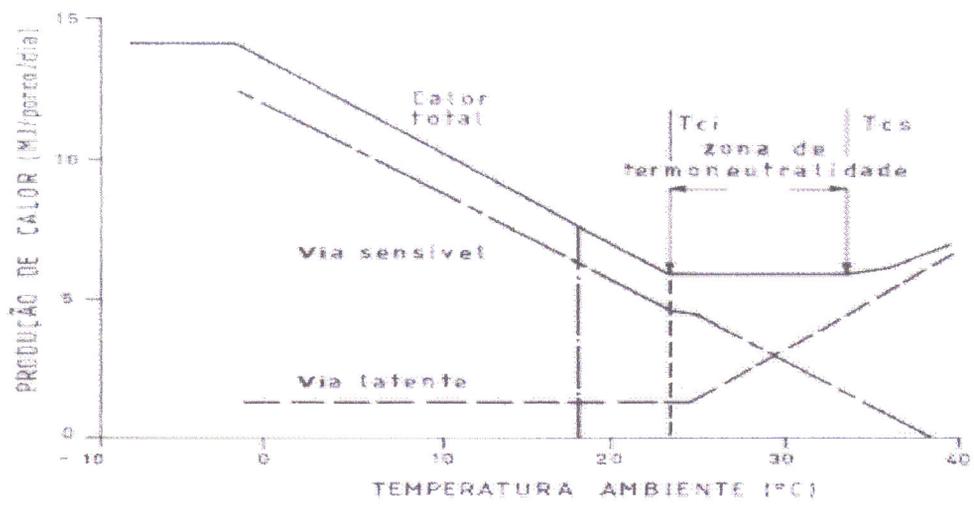


Figura 7. Relação entre tci e tcs e perdas de calor no suíno (Adaptado de Mount, 1974)

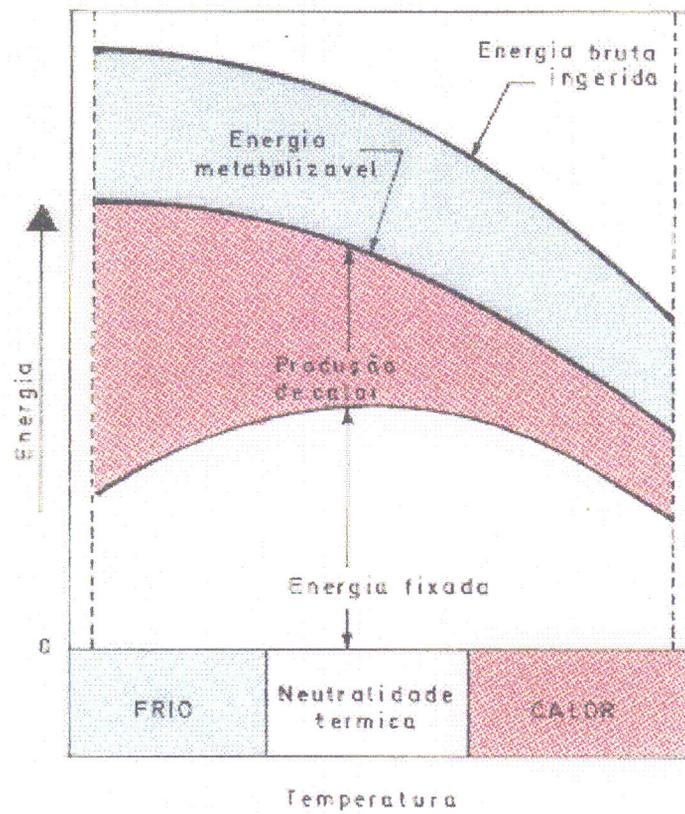


Figura 8. Relação entre zona de termoneutralidade, ingestão alimentar e produção de calor no suíno (Fonte: Mangold, 1983)

aumentar as suas perdas de calor, de modo a manter a temperatura corporal, vê-se limitado à utilização da via evaporativa.

2.A.I.1.4. Zona de termoneutralidade e seus factores de variação

Tal como já foi referido os limites da TNZ são a tci e a tcs. Esta última raramente é medida ou determinada por cálculos (Holmes e Close, 1977; Bruce, 1981; Christianson et al., 1982, cit in, Verstegen e Close, 1994). No entanto, em zonas como o nosso país, a tcs pode assumir uma importância maior, dado que os animais em fase de crescimento e acabamento estão frequentemente expostos a temperaturas superiores a esta (Meneses, 1985). As relações da tci e da tcs com as perdas de calor encontram-se ilustradas na figura 7.

Em regiões de climas temperados muitos trabalhos foram efectuados para a determinação da tci e dos seus factores de variação (Holmes e Close, 1977; Close e Mount, 1978; Verstegen et al., 1978; Mount 1979; Le Dividich, 1982; Rinaldo e Le Dividich, 1991^b). Nestes climas o modo mais eficiente de avaliar a influência dos factores ambientais sobre o animal é determinar a sua tci (Close, 1981), já que porcos alojados a temperaturas inferiores utilizam mais energia para a termoregulação, ficando menos energia disponível para o crescimento. Assim, do ponto de vista nutricional a tci corresponde a um dispêndio energético mínimo e conseqüentemente à máxima utilização da energia alimentar (Le Dividich et al., 1991).

Em zonas com climas mais quentes, a tcs tem importância acrescida, ao ponto de Panagakis et al., (1991) cit in Axaopoulos et al., (1992) definirem a duração do stress térmico como o número de horas do dia em que a ta é superior à tcs. Acima da tcs, os porcos reduzem a resistência ao fluxo de calor (S.A.C., 1987), a termólise maximiza-se (Gilles et al., 1988) reduzindo o animal drasticamente a sua ingestão alimentar, com a conseqüente redução das performances. As relações entre estes parâmetros representam-se na figura 8.

Relativamente à escala de temperaturas a posição da TNZ é influenciada por uma série de factores: factores de ordem nutricional, factores ligados ao animal e por factores ambientais.

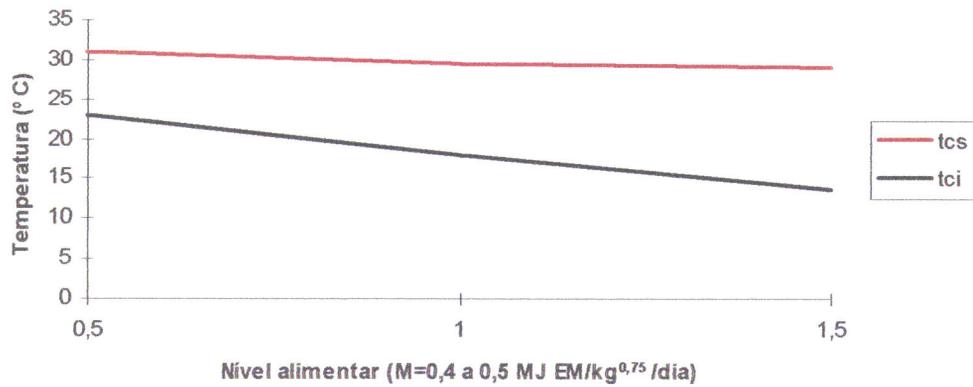


Figura 9. Variação da zona de termoneutralidade com o nível alimentar (Adaptado de Verstegen e Close, 1994)

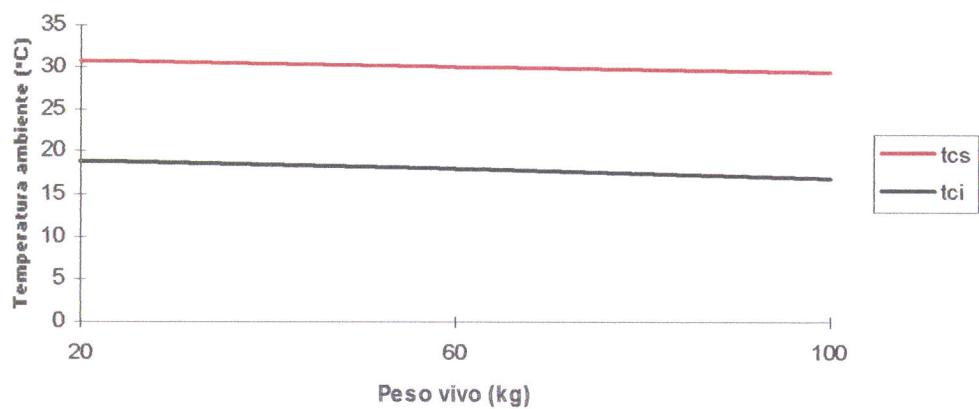


Figura 10. Variação da zona de termoneutralidade com o peso vivo do suíno para animais alojados em grupo com nível alimentar igual a 2M (Adaptado de Verstegen e Close, 1994)

a) *Factores nutricionais*

Segundo Meneses, (1985), o factor de nutrição mais importante na definição da TNZ é o nível energético alimentar. À medida que o animal é alimentado a níveis superiores ao nível de manutenção (M), menor é a tci, devido ao aumento da produção de calor resultante do nível energético mais elevado (Close, 1980). A tcs também é influenciada pelo nível de ingestão alimentar (Bruce e Clark, 1979; Machado e Ouwerkerk, 1989; Axaopoulos et al., 1992) diminuindo o seu valor com o aumento daquele (Holmes e Close, 1977) tal como se pode observar na figura 9.

b) *Factores ligados ao animal*

Dentro dos vários factores intrínsecos ao animal (raça, sexo, etc), os que maior influência exercem sobre as suas temperaturas críticas são o peso vivo e tamanho do grupo onde se encontram inseridos (Holmes e Close, 1977; Bruce e Clark, 1979).

O declínio da tci com o aumento do peso vivo está associado ao aumento do isolamento térmico dos animais maiores, motivado por um aumento da espessura da gordura sub-cutânea e pela alteração do raio de curvatura do corpo (Close, 1981). Os animais mais pesados devido à sua capa adiposa têm maior dificuldade em eliminar o excesso de calor quando expostos a altas temperaturas, razão pela qual se verifica uma diminuição da tcs com o aumento do p.v. (Holmes e Close, 1977; Gilles et al., 1988; Watt et al., 1988).

No entanto, à medida que o animal cresce a TNZ vai-se alargando, pois a tci desce mais rapidamente do que a tcs (figura 10).

Os porcos alojados em grupo, pelo facto de se poderem juntar, conservam calor mais eficientemente do que os porcos alojados individualmente, pois diminuem a superfície de exposição às trocas de calor (Ingram, 1964; Cabanac, 1979; Boon, 1981), razão pela qual a sua tci é menor. Mount, (1974), Holmes e Close, (1977), Meneses, (1985), consideram que em grupos até cerca de 9 animais, a tci diminui com o aumento do número de animais por grupo; tendo Boon, (1981) demonstrado que a superfície de exposição às trocas de calor varia em função do tamanho do grupo.

Em condições de altas temperaturas os porcos afastam-se entre si para promoverem o arrefecimento, dado que assim a superfície de exposição às trocas de calor aumenta (Mount, 1960). No entanto se o número de animais por grupo for muito elevado

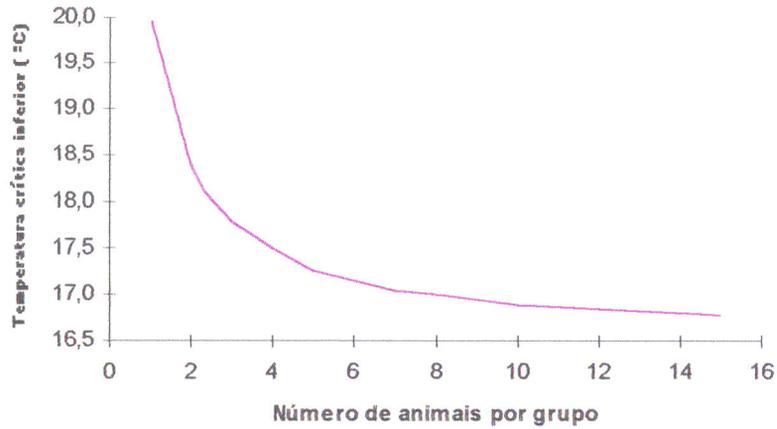


Figura 11. Variação da temperatura crítica inferior com o número de animais por grupo em suínos com 15 kg de peso vivo (Fonte: Meneses, 1985)

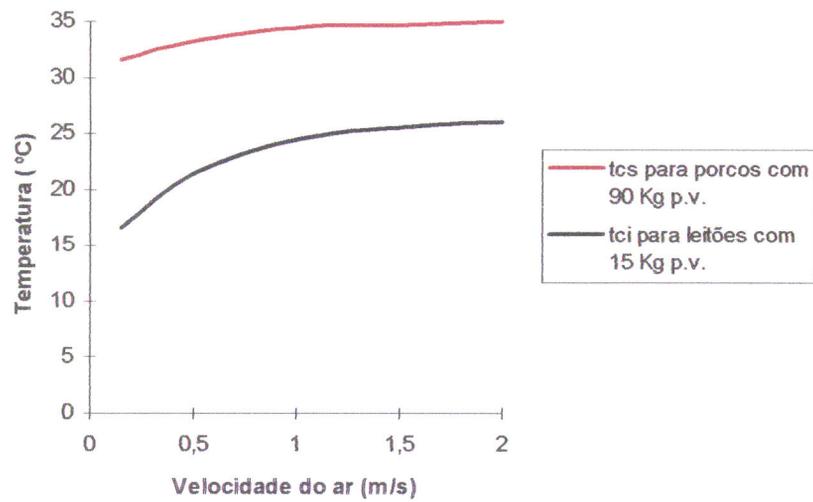


Figura 12. Variação da zona de termoneutralidade com a velocidade do ar (Fonte: Meneses, 1985)

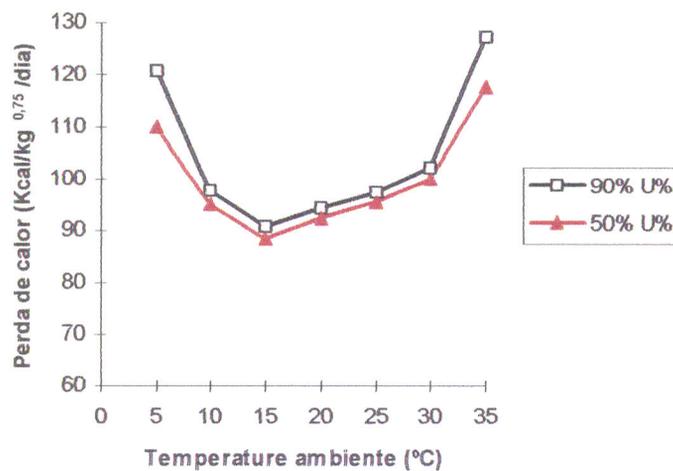


Figura 13. Variação das perdas de calor com a temperatura ambiente e com a umidade relativa (Fonte: Georgiev et al., 1977)

tal comportamento não se pode praticar, razão pela qual a tcs diminui com o aumento do tamanho do grupo (figura 11).

c) *Factores ambientais*

Os factores ambientais que mais influenciam a TNZ dos suínos são: a velocidade e humidade relativa do ar, a temperatura da envolvente e o tipo de pavimento (Bruce e Clark, 1979; Close, 1981; Meneses, 1985; S.A.C., 1987; Rinaldo e Le Dividich, 1991^a).

O aumento da velocidade do ar, cujos efeitos podem ser visualizados na figura 12, provoca um incremento das perdas de calor por convecção (Pedersen, 1980 e Le Dividich, 1986), uma vez que estas são proporcionais àquela velocidade. Consequentemente regista-se um aumento da tci e também da tcs, entre 1,0°C e 10,0°C desde que ta seja inferior à temperatura do animal (Holmes e Close, 1977; Close, 1981). Em situações de altas ta a diferença entre a temperatura da pele e a ta é mínima, a superfície de exposição às trocas de calor é máxima, pelo que para se manterem os mesmos níveis de perdas de calor a velocidade do ar deverá ser substancialmente aumentada.

A humidade relativa do ar tem um efeito importante sobre a tcs (Chippiani e Christiaens, 1992), pois em condições de altas temperaturas, quando a humidade é baixa, as perdas de calor por evaporação, que são as mais importantes, aumentam (N.W.S.C.R., 1976; Close, 1981) com um conseqüente incremento das perdas totais de calor (figura 13) e da tcs.

A diferença entre a temperatura do ar e a temperatura da envolvente determina a quantidade de calor que é perdida por radiação e por convecção (Close, 1981). Quando a temperatura radiante das paredes é menor do que a temperatura do ar, as perdas de calor por radiação aumentam, sendo assim afectada a tci dos animais.

A natureza do material utilizado nos pavimentos influencia as perdas de calor por condução, dos animais que sobre eles se deitam. Verstegen e Van der Hel, (1974) encontram, em situações onde a ta é inferior à tci, que a substituição de pavimento em grelha de betão por pavimento de asfalto, tem o mesmo efeito que o aumento da ta em 4,0°C. Estes mesmos investigadores e também S.A.C., (1987) referem que a utilização de cama de palha na área de repouso é responsável por uma diminuição da tci em cerca de 6,0°C.

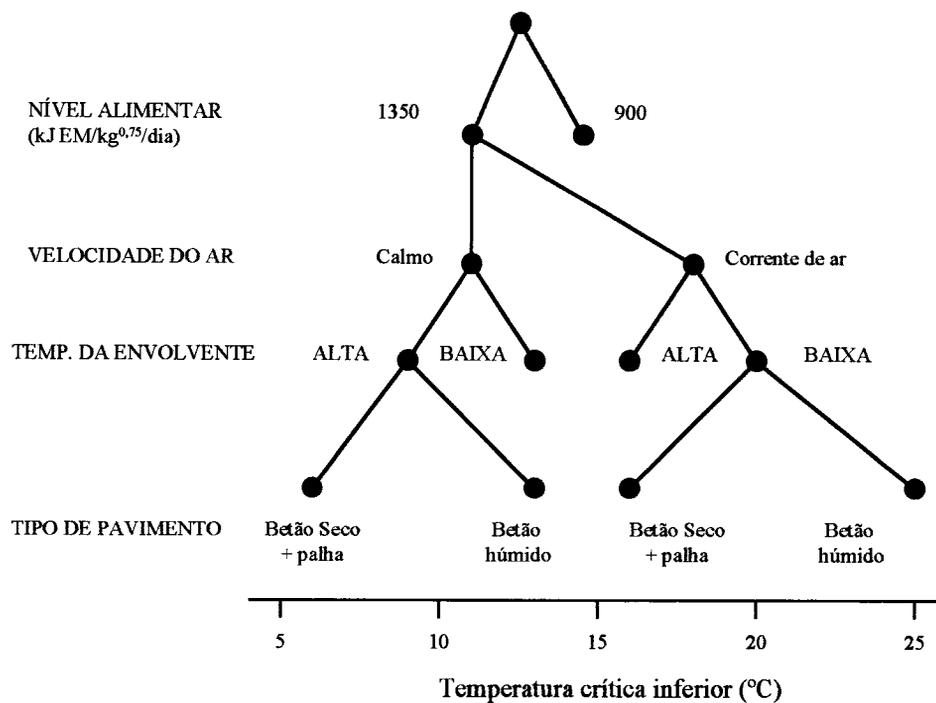


Figura 14. Factores de variação da temperatura crítica inferior (Adaptado de Close, 1981)

Quadro 1 - Temperaturas críticas inferior e superior para suínos de acordo com o seu peso vivo (Adaptado de Verstegen e Close, 1994)

Peso vivo (kgs)	Temperatura crítica	
	inferior (°C)	superior (°C)
20	15,0	30,5
40	14,0	29,5
60	13,0	28,5
100	12,0	28,0

Por outro lado, em situações de altas temperaturas, um pavimento mal isolado ou húmido, pode ser uma importante via de dissipação de calor pelo animal (Close, 1981), razão pela qual a tcs aumenta nestas condições.

Vários investigadores propuseram métodos de cálculo e valores para as temperaturas críticas em função dos seus factores de variação (Holmes e Close, 1977; Close e Mount, 1978; Bruce e Clark, 1979; Meneses, 1985; S.A.C., 1987). Na figura 14 apresentam-se os valores de tci para cada situação, tendo em conta a sua interacção com alguns factores importantes na sua variação.

Com base nestas estimativas apresenta-se o quadro 1, onde se define a TNZ em função do peso vivo, para animais em grupo, alimentados a nível alimentar 3M, i.e., três vezes o nível alimentar de manutenção e alojados em pavimento de betão sem cama.

2.A.II. ADAPTAÇÃO ÀS CONDIÇÕES AMBIENTAIS

O suíno para se adaptar a um clima adverso facilita ou dificulta as trocas de calor com o meio. Com este objectivo o animal desenvolve alterações comportamentais (Ingram, 1974; Cabanac, 1979) e fisiológicas (Nienaber e Hahn, 1988) cuja activação tem uma incidência directa sobre o metabolismo energético e a utilização dos alimentos (Rinaldo, 1989).

Esta adaptação passa por um aumento da termogénese e diminuição da termólise em condições de frio e, vice-versa, em situações de calor.

O calor produzido na zona central do animal (coração, músculos, fígado e cérebro) é distribuído pelo corpo através de convecção forçada no sistema circulatório (Cossins e Bowler, 1987). Quando a t_a é inferior à temperatura corporal o sangue flui para a periferia e aí é arrefecido. O controle do fluxo sanguíneo periférico constitui assim o maior determinante da taxa de perda de calor do animal para o ambiente (Hardy, 1981). Quando a temperatura corporal se eleva, por aumento da produção de calor, aumenta o fluxo sanguíneo nos vasos capilares da pele, aproximando-se a temperatura desta, da temperatura corporal, aumentando assim a transferência de calor para o ambiente.

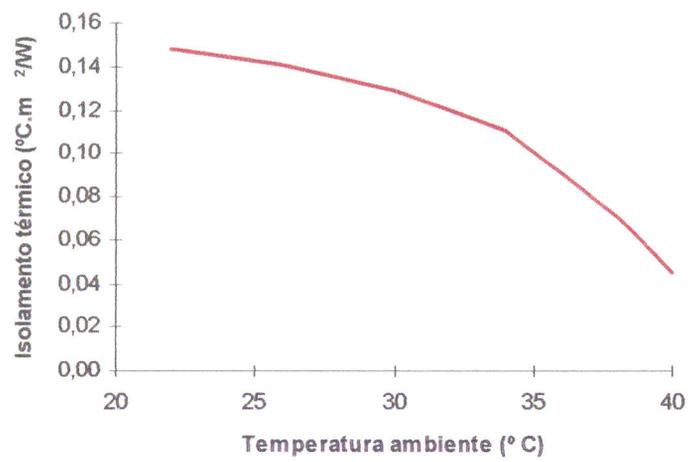


Figura 15. Variação do isolamento térmico dos tecidos externos do suíno em função da temperatura ambiente (Fonte: Stombauch et al., 1973)

A capacidade de alterar o nível de isolamento térmico dos tecidos constitui uma importante tática de termoregulação (Cossins e Bowler, 1987). Na realidade, o isolamento térmico verifica-se a dois níveis (Guiennet, 1986):

- ao nível dos tecidos superficiais, onde intervém a vasodilatação no quente e a vasoconstrição no frio e, também, a espessura do tecido adiposo subcutâneo a qual é aumentada em condições prolongadas de baixas temperaturas e reduzida em condições de calor.
- ao nível do chamado isolamento externo, onde a espessura e a cor da pele, a qual é mal vascularizada, conjuntamente com a camada de ar periférico são as entidades intervenientes.

Na figura 15 pode ver-se que o isolamento térmico dos tecidos diminui com o aumento da temperatura ambiental.

2.A.II.1. Adaptação ao frio

Os ajustamentos comportamentais são um importante contributo para a adaptação do suíno, a curto e médio prazo, ao stress térmico (Le Dividich et al., 1991). Assim, em condições de frio o porco tenta reduzir a superfície exposta às trocas de calor, alterando em primeiro lugar a sua postura ao adoptar uma posição encolhida (Mount, 1960) e reduzindo a área de contacto com o pavimento (Boon, 1981; Geers et al., 1991). Com a sua tendência para o agrupamento nestas condições de ta o suíno consegue reduzir a superfície corporal exposta às trocas de calor, resultando isto numa substancial descida da tci (Close et al., 1981). A piloerecção é também um ajustamento comportamental que o suíno utiliza em ambiente frio (Le Dividich et al., 1991). Efectivamente, os pêlos formam verdadeiras teias de ar fechado (Cossins e Bowler 1987), as quais dificultam as trocas convectivas de calor.

Pode assim dizer-se que com este tipo de adaptações a temperatura corporal é mantida graças a um custo energético baixo, sendo esta economia tanto mais importante quanto mais baixa for a ta (Mount, 1960).

Outro tipo de adaptação realizada em condições de baixas temperaturas é o aumento da produção de calor. Este realiza-se numa primeira fase à custa do aumento da

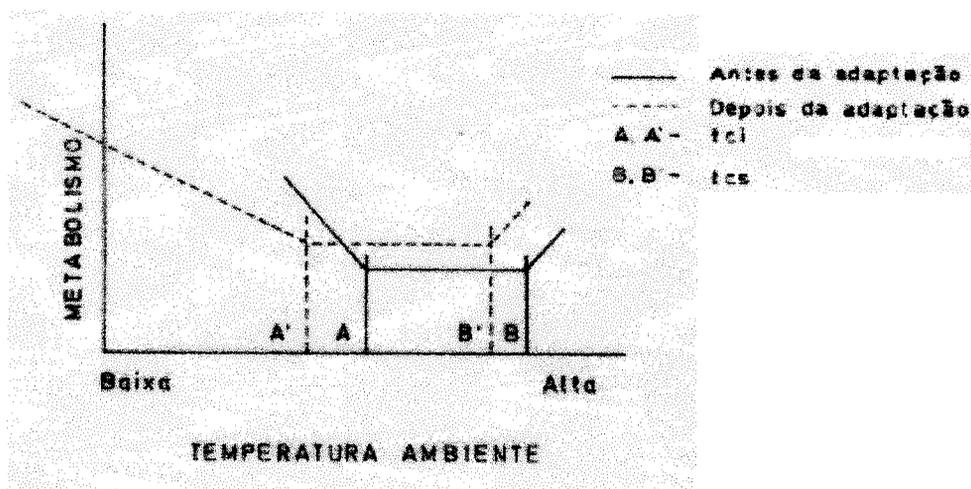


Figura 16. Adaptação da zona de termoneutralidade de ruminantes, a condições de frio (Fonte: Young et al., 1989)

Quadro 2 - Influência da temperatura ambiente sobre a variação de ingestão alimentar do porco em crescimento (g/dia/°C)

Intervalo de peso (kg)	Temperaturas Ambientais (°C)	Intervalo de temperaturas (°C)			Referências
		10	20	30	
50-100	21-28			-39	TONKS et al., 1972
30-100	8-18	-33			COMBERG et al., 1974
40-100	10-20	-21			VERSTEGEN et al., 1978
75-100	10-20-30	-28	-40		NICHOLS et al., 1982
45-90	10-20-30	-20	-74		NIENABER et al., 1983
25-100	20-34		-45		VAJRABUKKA et al., 1983
41-113	18-30		-80		HSIA e LU, 1987
45-90	21-30		-49		VAJRABUKKA et al., 1987
25-105	17-28		-44		MASSABIE et al., 1996

ingestão alimentar em valores da ordem dos 21 a 33 g/dia/°C segundo Comberg et al., 1974 e Verstegen et al., 1978. Verstegen et al., (1982) estimaram o valor de 400 kJ/°C como a quantidade de energia metabolizável a fornecer diariamente, como suplemento, a um suíno de 25 a 100 kg de p.v. alojado em condições de ta inferiores à tci de modo a manter o seu ganho de peso constante.

Quando a capacidade de ingestão se encontra esgotada, o suíno, de modo a aumentar a produção de calor, mobiliza as reservas corporais (Le Dividich et al., 1991), nomeadamente de triglicéridos dos tecidos gordos (Morrison e Mount, 1971), assistindo-se a um acentuar do catabolismo lipídico, especialmente no tecido adiposo branco (Hérpin, 1988; Hérpin et al., 1991).

Na figura 16 apresenta-se a adaptação esquemática da TNZ de ruminantes a condições de frio. Os estudos de Irving, (1956^{ab} cit in Verstegen e Close, 1994) efectuados com porcos mostram a mesma tendência. Assim, quer a tci quer a tcs dos animais adaptados ao frio são menores de que as dos animais controle. A posição da tci ao longo da TNZ é mais reduzida do que a da tcs pelo que a TNZ é alargada.

2.A.II.2. Adaptação ao calor

Se em situação de frio o animal tenta utilizar o calor metabólico associado à produção (extra-calor) para a termoregulação, em situação de calor o objectivo é a eliminação deste calor. Para o conseguir o animal aumenta a sua superfície de exposição às trocas de calor, adoptando uma postura mais distendida (Mount, 1960) e afastando-se dos outros animais, conseguindo também assim que o ar circule à sua volta.

Nestas condições de ta é também frequente ver porcos deitados na área de dejeção (Boon, 1981; Randall, 1983), assistindo-se, mesmo, à ocorrência de áreas de repouso sujas (Geers et al., 1989), pois o suíno tem necessidade de recorrer à evaporação da água contida nos dejectos, já que este processo representa uma importante forma de perda de calor em ambientes quentes.

Por outro lado, na tentativa de diminuir a produção de calor, o animal reduz a sua ingestão alimentar com o aumento da ta, tal como se pode observar no quadro 2. Hsia, (1974) refere que a taxa de ácidos gordos livres no plasma aumenta em porcos sujeitos a altas temperaturas levando a uma restrição da utilização de ácidos gordos para

**Quadro 3 - Efeito da temperatura ambiental na distribuição da gordura em porcos
(expresso em porcentagem do controle)**

	Temperatura ambiental (°C)		
	12	20 (controle)	28
<i>Mesma ingestão alimentar</i>			
gordura na carcaça %	91	100	104
gordura dorsal %	92	100	105
gordura perirenal %	85	100	117
<i>Mesmo ganho de peso vivo</i>			
gordura na carcaça %	97	100	98
gordura dorsal %	109	100	95
gordura perirenal %	83	100	120

Fonte: Le Dividich, 1991

fins energéticos. Este declínio da síntese potencial de ácidos gordos parece resultar da diminuição da ingestão alimentar, (Rinaldo e Le Dividich, 1991^b), diminuição esta, que parece ser o mecanismo mais importante para o decréscimo da produção de calor a altas temperaturas.

2.A.II.3. Adaptações morfológicas

Além das alterações anteriormente referidas, o porco, sujeito a um prolongado stress térmico, desenvolve adaptações morfológicas e anatómicas. Os estudos de Jensen et al., (1969); Weaver e Ingram, (1969); Stahly e Cromwell, (1979); Dauncey e Ingram, (1986); Le Dividich et al., (1987); Rinaldo e Le Dividich, (1991^b) indicam claramente que os porcos criados em condições de frio têm uma forma arredondada, são mais curtos e compactos, têm o tamanho das extremidades (cauda, orelhas, etc) reduzido. Nos animais criados em condições quentes assiste-se a um alongamento da carcaça e a um aumento do tamanho das extremidades, de forma a aumentar a superfície de exposição ao calor (Guiennet, 1986).

Por outro lado, para o mesmo estado de crescimento e engorda, os trabalhos de Stone e Heap, (1982); Verstegen et al., (1985); Le Dividich et al., (1987); Rinaldo e Le Dividich, (1991^c); Becker et al., (1993) sugerem um efeito da ta sobre a repartição da massa adiposa (quadro 3), i.e., um aumento da gordura externa, no frio, e da gordura interna, no calor, pois o grau de isolamento da gordura é cerca de três vezes superior ao da água e conseqüentemente ao do músculo (Guiennet, 1986) razão pela qual a espessura da gordura externa se vê aumentada em situações de baixas ta.

2.A.III. EFEITO DA TEMPERATURA NAS PERFORMANCES DE PORCOS EM CRESCIMENTO E ENGORDA

A eficiência da produção porcina depende da optimização da utilização dos nutrientes contidos nos alimentos para a manutenção e produção de tecidos no animal (Close, 1983). O ambiente térmico tem um efeito directo sobre as trocas de calor entre o animal e o ambiente, com conseqüências na energia retida para o crescimento e outros

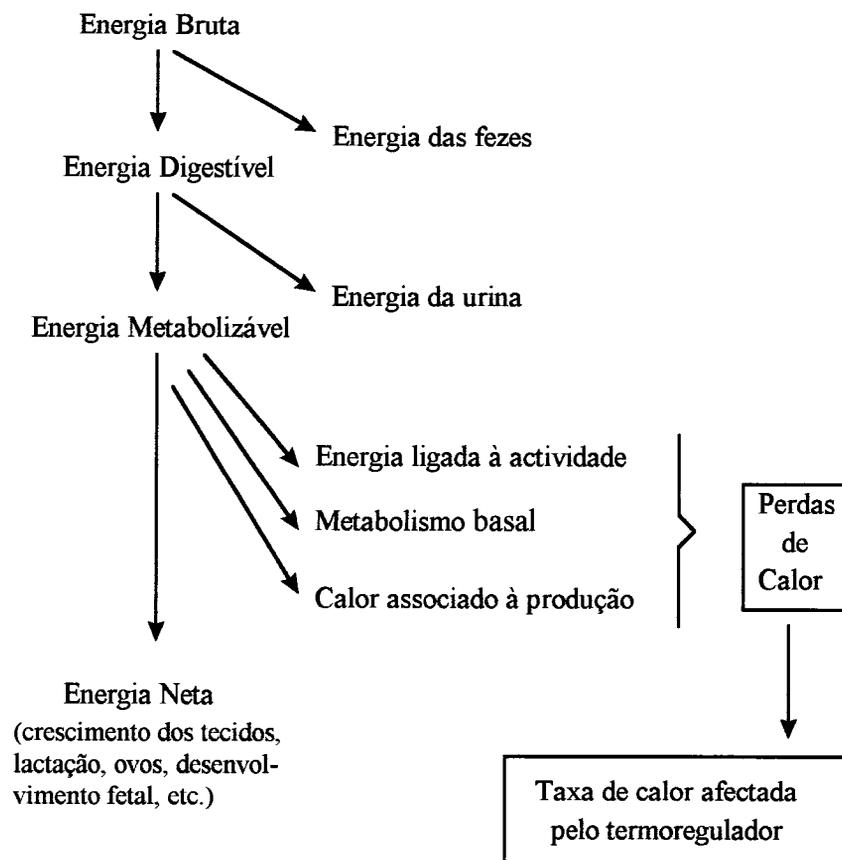


Figura 17 - Esquema de partição da energia dos alimentos
(Fonte: Charles, 1994)

processos produtivos, resultando estes efeitos, quase sempre, numa alteração da eficiência produtiva.

A fonte de energia para o metabolismo são os alimentos. No entanto, o porco não utiliza toda a energia neles contida (energia bruta, EB) tal como se pode observar na figura 17. Assim, a relação entre perdas de calor e produtividade animal pode ser sumarizada pela seguinte relação (eq. 5)

$$ER = EMI - HP \quad (\text{eq. 5})$$

onde ER e EMI são, respectivamente, a energia retida e a ingestão de energia metabolizável (EM) e HP é a produção de calor.

Os efeitos térmicos do ambiente têm, assim, uma consequência directa na partição de energia ingerida pelo animal, afectando, nomeadamente, a digestibilidade da dieta, (Fuller e Boyne, 1972; N.R.C., 1981) a percentagem de energia que se destina ao crescimento e a que é dissipada como calor (Close, 1983; Henken et al., 1993) e, também, a sua eficiência de utilização para manutenção e crescimento (Rinaldo e Le Dividich, 1991^a). Tal, pode resultar numa descida dos níveis de produtividade do animal quando este se encontra alojado em ambientes que induzem o disparo dos mecanismos termoreguladores. As aves e os suínos são espécies que utilizam os mecanismos mais consumidores de energia (via evaporativa) em ambientes quentes (Harrison et al., 1993). Pela análise da equação 5, deduz-se que a percentagem de energia destinada ao crescimento é máxima quando a produção de calor é mínima, ocorrendo isto na tci.

De forma a contabilizar as necessidades energéticas do animal é costume fraccionar a EMI na que é requerida para a manutenção (EMm), a qual por definição é transformada em calor e, na que se destina à produção (EMp). A componente produtiva pode ainda ser dividida nos requerimentos para a deposição proteica (P) e para a deposição lipídica (F).

De acordo com a equação 5 a EMI que não é convertida em tecidos (ER), é dissipada como calor (HP), não podendo este calor, que é originado pelos processos de manutenção e produção, ser separado designando-se, assim, por produção total de calor.

Muitos estudos dedicados ao efeito do ambiente térmico no metabolismo energético foram efectuados em porcos alojados em condições de baixas temperaturas (Fuller e Boyne, 1971; Versteegen et al., 1973; Holmes e Close, 1977; Close et al., 1978;

Quadro 4 - Variação das necessidades energéticas de manutenção de um porco de 40 kg p.v. em função da temperatura ambiente para a mesma ingestão alimentar (exemplo de aplicação)

	Temperatura ambiental		
	15°C	25°C	$\Delta^{25/15}$
Ingestão de EM (Kcal/dia)	6000	6000	-
EMm (Kcal/dia)	2227	1590	71%
EMm/EMi %	37,1	26,5	-
EMp	3773	4410	117%

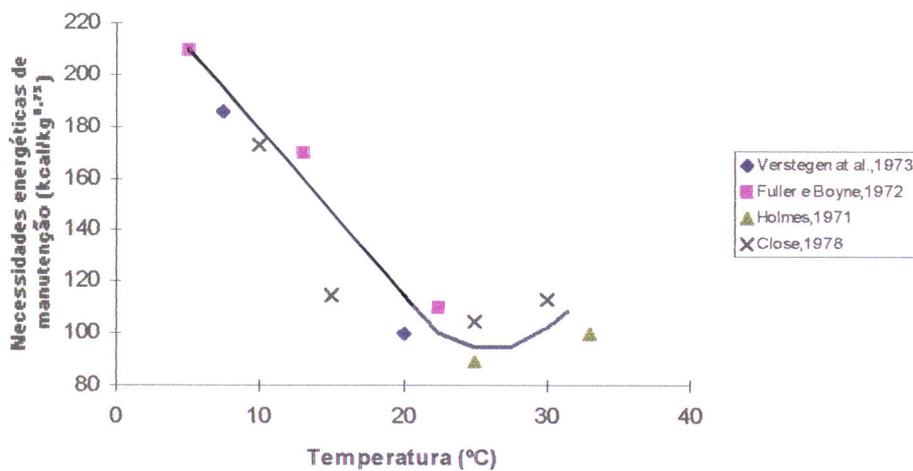


Figura 18. Variação das necessidades de manutenção do suíno em crescimento com a temperatura ambiental

Curtis, 1981; Noblet e Le Dividich, 1982). No entanto, em relação ao porco alojado em ambiente quente existem poucas referências (Bikawa, 1986; Hsia e Lu, 1987; Le Dividich e Rinaldo, 1988; Rinaldo e Le Dividich, 1991^{a b}).

Os trabalhos de Fuller e Boyne (1971) mostram que a via mais afectada pela temperatura é a produção de calor. Mas quer a digestibilidade da energia, (N.R.C., 1981; Curtis, 1981; Phillips et al., 1982; Close e Stanier, 1984; Le Dividich e Noblet, 1986), quer a sua metabolizidade (EM/EB) (Close e Stanier, 1984; Hata et al., 1990; Henken et al., 1991), registam diminuições consideráveis com o decréscimo de ta em suínos na fase de crescimento e engorda.

2.A.III.1. Efeito da temperatura nas necessidades de manutenção

A EMI é utilizada em primeiro lugar para suportar as necessidades energéticas de manutenção (EMm), as quais representam a quantidade de EMI corresponde a uma retenção energética nula. A EMm mantém-se constante dentro da TNZ (Rinaldo e Le Dividich, 1991^a), sofrendo, no entanto, variações de acordo com o peso vivo e sexo do animal, indicando Close et al., (1983) que os machos têm maior EMm do que os machos castrados e, estes, do que as fêmeas.

O aumento da produção de calor fora da TNZ é equivalente a um incremento da EMm. Em ambiente frio estas necessidades são aumentadas (quadro 4) devido ao calor necessário para manter a temperatura corporal (Close et al., 1978). Em ambiente quente, a dissipação do excesso de calor produzido dá-se, no porco, essencialmente por vias evaporativas, as quais requerem bastante energia (Schoenherr et al., 1985).

Na figura 18 apresentam-se os valores de EMm encontrados por vários investigadores, em função da temperatura ambiente, para suínos com p.v. compreendido entre 25 e 50 kg. Estes valores situam-se entre 100 a 110 kcal/kg^{0,75}, para o porco em crescimento alojado em condições de TNZ, representando cerca de 30% da EMI.

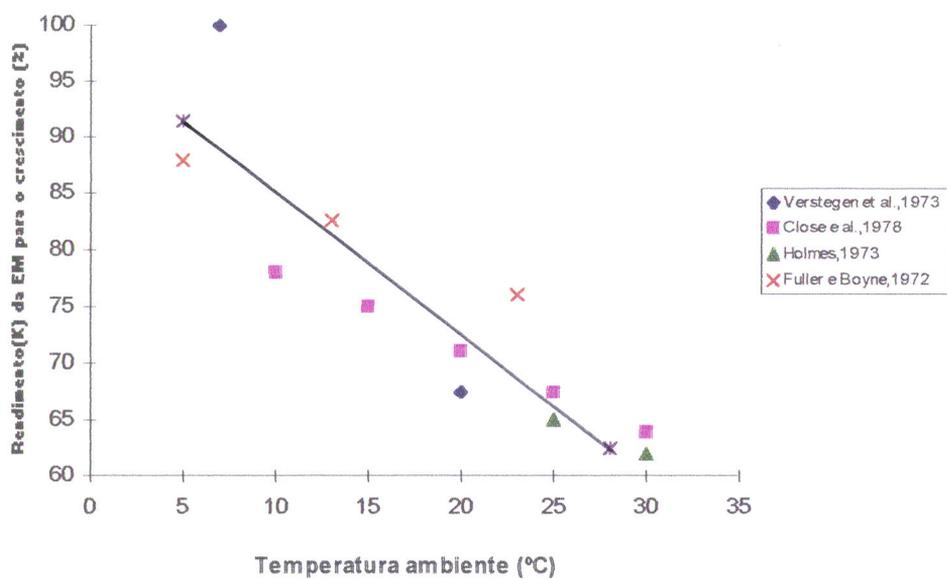


Figura 19. Variação do rendimento de utilização de EMI para o crescimento em função da temperatura ambiental

2.A.III.2. Efeito da temperatura na eficiência de utilização da energia metabolizável

O rendimento (K) de utilização da EMI está relacionado com a sua transformação em ER de acordo com a equação 6

$$ER = K * EMI \quad (\text{eq. 6})$$

Os resultados obtidos em trabalhos realizados com porcos em crescimento desde Verstegen et al., (1973) a Rinaldo e Le Dividich, (1991^a) e na porca reprodutora (Noblet et al., 1988) indicam que este rendimento, em condições termoneutrais, se situa entre os 70 e 80% (figura 19), aumentando em condições frias para valores compreendidos entre 80 e 100% (Verstegen et al., 1973; Close et al., 1978; Close e Stanier, 1984; Rinaldo e Le Dividich, 1991^a).

A melhoria do K em condições frias traduz uma participação do extra-calor, associado à ingestão de EMI para as sínteses, nas despesas de termoregulação. Noutros termos: o extra-calor resultante dos processos de digestão e absorção dos alimentos, dos processos de síntese e da actividade física do animal deveria ser totalmente dissipado em condições de calor. No frio, cobre uma parte do aumento das necessidades energéticas provocadas pela diminuição da ta.

Na realidade o rendimento (Kf) da EMI para a retenção lipídica (F), cujo valor se situa cerca dos 85%, é independente do ambiente térmico. Pelo contrário, este rendimento (Kp) para a retenção proteica, (P) dado o seu relativamente baixo valor (50%), varia no mesmo sentido que K (Noblet e Le Dividich, 1982; Close e Stanier, 1984; Rinaldo, 1989). Contudo o seu valor, é bastante variável chegando mesmo a apresentar valores superiores a 100% caso haja mobilização de reservas corporais como acontece com os leitões recém-desmamados.

Rinaldo e Le Dividich, (1991^c) ao compararem o metabolismo de suínos em crescimento alojados a 31,5°C e a 18,5°C, registaram alterações no metabolismo energético e nas características histoquímicas dos músculos (Dauncey e Ingram, 1988; Lefaucheur et al., 1991), indicando que o metabolismo muscular também é influenciado

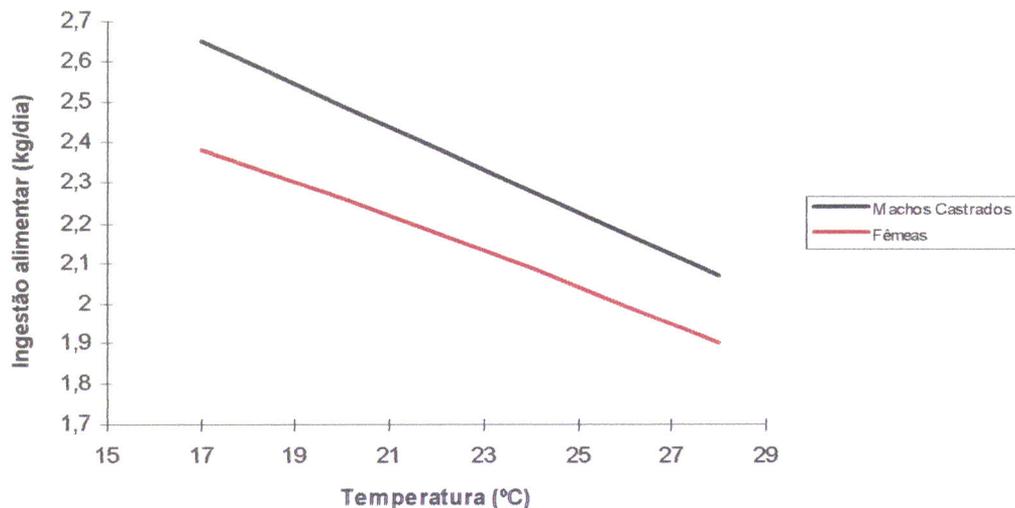


Figura 20. Variação da ingestão alimentar com a temperatura ambiental de acordo com o sexo do suíno (Fonte: Massabie et al., 1996)

Quadro 5 - Efeito da temperatura ambiente na ingestão alimentar (kg/dia) de suínos de acordo com o peso vivo

Peso vivo	Temperatura ambiente (°C)							Referências
	5	10	15	20	25	30	35	
-				2,40		1,95		TONKS et al., 1972
80-100	2,71	2,52	2,27	2,32	1,90	1,60		NICHOLS et al., 1982
-		2,05		1,85			1,49	STAHLY e CROMWELL, 1986
43-87	2,60	2,48		2,27	1,93	1,57		NIENABER et al., 1987
8-30		1,10				0,90		LEFAUCHEUR et al., 1991
30-92		2,50			2,07			LEFAUCHEUR et al., 1991
89				2,84	2,34	1,89	0,90	GILLES, 1992

pela exposição ao quente, pois a redução do catabolismo do tecido adiposo e do músculo esquelético podem favorecer um declínio da produção de calor.

2.A.III.3. Efeito da temperatura nas performances de crescimento

Desde algum tempo que bastante atenção tem sido dispensada à influência do ambiente térmico sobre as performances de crescimento do suíno, tal como prova a existência de inúmeros trabalhos dedicados a este tema.

O porco altera a sua ingestão alimentar (I.A.) em função da temperatura ambiental (quadro 2). Este facto reveste-se da maior importância, pois as performances de crescimento estão ligadas à quantidade e eficácia de utilização do alimento ingerido.

Verifica-se um declínio da I.A. com a elevação da temperatura, o qual foi quantificado por Massabie et al., (1996) em 40 e 50 g^oC, respectivamente, para fêmeas e para machos castrados (figura 20). Estes investigadores referem ainda que o declínio da I.A. com o aumento da ta é acompanhado por um aumento do consumo de água (0,12 l^oC), o qual também afecta a I.A. (Chen e Wang, 1981 e Nienaber et al., 1987).

Pode dizer-se que em alimentação *ad libitum* os porcos comem até satisfazer as suas necessidades de manutenção e crescimento quando mantidos na TNZ ou em condições frias, mas não o fazem em ambiente quente. Por outras palavras, o aumento da I.A. com a descida da temperatura dá-se à mesma taxa que o aumento das necessidades energéticas de manutenção (Stahly e Cromwell, 1986). Pode, assim, dizer-se que as baixas temperaturas tendem a estimular o apetite (Riskowski e Bundy, 1990; Lopez et al., 1991; Becker et al., 1993; Nienaber et al., 1993; Hessing e Tielen, 1994), sendo as temperaturas situadas entre 3,0 e 7,0^oC aquelas em que se verifica a máxima I.A. (Nienaber et al., 1987), apontando Nichols et al., (1982) a temperatura de 5,0^oC como a melhor para este efeito.

Acima da tcs, o animal, ao tentar diminuir o extra-calor, diminui a I.A., podendo esta diminuição atingir níveis tais, que os requerimentos inerentes a um bom nível de produtividade animal não sejam cumpridos.

No quadro 5 apresenta-se o efeito da ta sobre a I.A. em função do peso vivo dos animais. Pode verificar-se que o efeito prejudicial das altas temperaturas sobre a

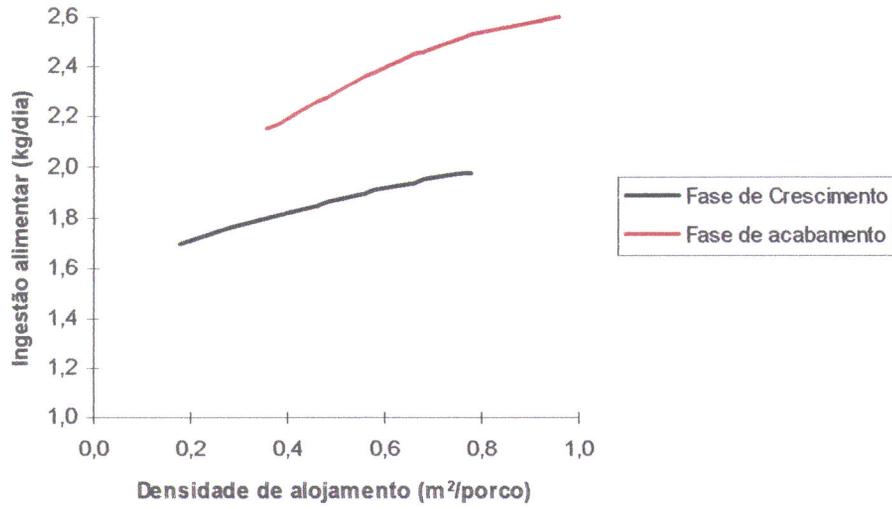


Figura 21. Influência da densidade de alojamento na ingestão alimentar de suínos (Fonte: Kornegay e Notter, 1984).

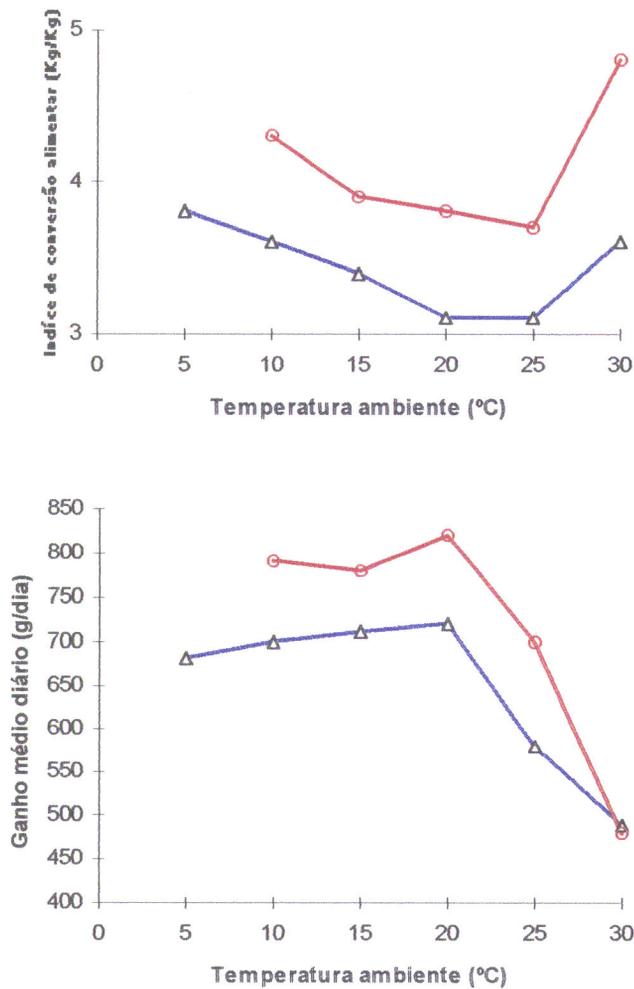


Figura 22. Variação do ganho médio diário e do índice de conversão alimentar de suínos com a temperatura ambiental (Fonte: ●Nichols et al., 1982; Δ Nienaber et al., 1983)

I.A. é mais marcado nos animais mais pesados, onde se registam reduções da ordem dos 20 a 40% (Hsia e Lu, 1987; Lopez et al., 1991; Gilles, 1992; Nienaber et al., 1993).

Verifica-se também um efeito do sexo sobre a I.A. (Loungnon e Kiener, 1987). O macho castrado é o que regista maior I.A., seguido do macho inteiro, sendo as fêmeas o sexo que menos alimento consome embora as diferenças entre estes dois últimos sexos não sejam significativas.

Os trabalhos de Kornegay e Notter (1984), referem também a influência da densidade de alojamento neste parâmetro. Assim, à medida que o espaço disponível por animal aumenta a I.A. também aumenta (figura 21).

Nota-se ainda um efeito da redução periódica de temperatura sobre a I.A.. Assim, animais mantidos a t_a superior a $30,0^{\circ}\text{C}$ e submetidos a uma redução da temperatura nocturna (Brumm e Shelton, 1988; Nienaber e Hahn, 1988), consomem maior proporção de alimentos no período frio (Rinaldo e Le Dividich, 1991^a). No entanto, o número de refeições é menor e a quantidade ingerida por refeição é maior do que no período quente (Feddes e DeShazer, 1988).

As relações entre I.A., ganho médio diário de peso vivo (GMD) e t_a revestem-se de grande importância, pois a taxa de crescimento dos porcos que recebem alimentação equilibrada está, acima de tudo, ligada à quantidade de alimento ingerido.

Com alimentação *ad libitum* as recomendações médias de t_a para o máximo GMD situam-se entre os 20 e os 23°C , na fase inicial do crescimento (Le Dividich et al., 1982) e entre os 18 e 21°C nas fases posteriores (N.R.C., 1981). Quando a t_a se afasta destes valores a bibliografia refere diminuições do GMD tal como se pode ver na figura 22.

Para temperaturas ligeiramente inferiores às recomendadas (1 a 8°C) o GMD mantém-se mais ou menos constante (Stahly, 1985; Stahly e Cromwell, 1986; Lefaucheur et al., 1991), pois o porco nestas condições consegue aumentar a sua I.A. de modo a manter a taxa de crescimento. Por outro lado, quando a t_a desce cerca de 9 a 15°C abaixo das recomendações, a taxa de crescimento diminui com o decréscimo da t_a (Phillips et al., 1982; Close, 1983; Stahly e Cromwell, 1986; Sakai et al., 1992; Hessing e Tielen, 1994) facto que se deve ao elevado aumento das necessidades de manutenção nestas condições, as quais são satisfeitas devido ao aumento da I.A., não sendo cobertas integralmente as necessidades para as sínteses tecidulares.

Também se encontra largamente referenciado pela bibliografia que os porcos crescem mais no Inverno do que no Verão. Tal deve-se, sobretudo, ao efeito depressivo das altas temperaturas sobre a I.A. (Stahly, 1985; Hsia e Lu, 1987; Rinaldo e Le Dividich, 1991^b; Lopez et al., 1994). A amplitude deste efeito depende, tal como acontece relativamente à I.A., do peso vivo dos animais, sendo o GMD menos afectado nas primeiras fases de crescimento (Yamamoto et al., 1984; Hsia e Lu, 1987; Becker et al., 1993). Para animais na fase de acabamento este efeito pode traduzir-se em reduções no GMD que chegam a atingir os 50% (Stahly e Cromwell, 1986; Nienaber et al., 1987; Rinaldo e Le Dividich, 1991^b; Lopez et al., 1994; Massabie et al., 1996).

O índice de conversão alimentar (IC), depende estreitamente da ta e do modo de alimentação. Como já se viu, no frio, o porco para manter a sua taxa de crescimento constante necessita de quantidades adicionais de alimento para compensar as perdas de calor (Close et al., 1978) o qual se traduz num aumento do IC (figura 22). Verifica-se que são as temperaturas próximas dos 25°C, as que garantem um IC mais baixo, não correspondendo pois àquelas em que o GMD é máximo.

Em condições quentes a I.A. é reduzida, tendo o animal menos energia disponível para o crescimento, não sofrendo o IC grandes variações. Lopez et al., (1994) refere que as porcas alojadas em condições diurnas de altas temperaturas registaram um IC similar a porcas alojadas em condições de TNZ, demorando, no entanto, mais tempo para atingirem o mesmo peso final.

Por outro lado sabe-se que os machos inteiros têm melhores IC que as fêmeas (Lougnon e Kiener, 1987), pois comem menos e crescem mais.

2.A.III.4. Efeito da temperatura na composição corporal

A influência da ta sobre a composição corporal traduz-se num efeito complexo que depende, essencialmente, tal como para a velocidade de crescimento, do nível de ingestão alimentar (Rinaldo e Le Dividich, 1991^b).

A nível alimentar constante, o aumento da ta tem sobre a composição corporal um efeito comparável ao de uma restrição alimentar, sendo assim os animais mais magros.

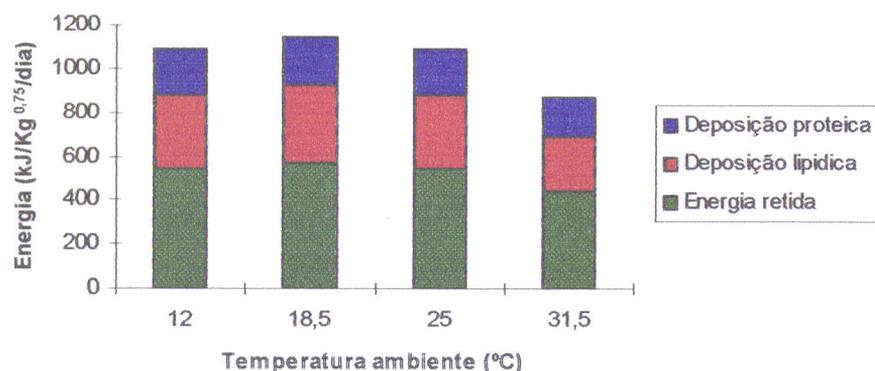


Figura 23. Efeito da temperatura ambiental na repartição da energia retida como gordura e como proteína (Adaptado de Rinaldo, 1989)

Quadro 6 - Efeito da temperatura ambiental sobre o grau de insaturação e a repartição de gordura de suínos em crescimento (Fonte: Rinaldo e Le Dividich, 1991)

	Tipo de gordura					
	Dorsal			Perirenal		
Temperatura (°C)	18,5	31,5	sign	18,5	31,5	sign
Ácidos gordos saturados (%)	42,8	46,2	P<0,05	50,5	53,3	N.S.
Diâmetro dos adipocitos (µm)	60,1	64,9	P<0,05	56,9	57,2	N.S.
% gordura total	71,6	63,8	P<0,01	71,7	69,8	N.S.

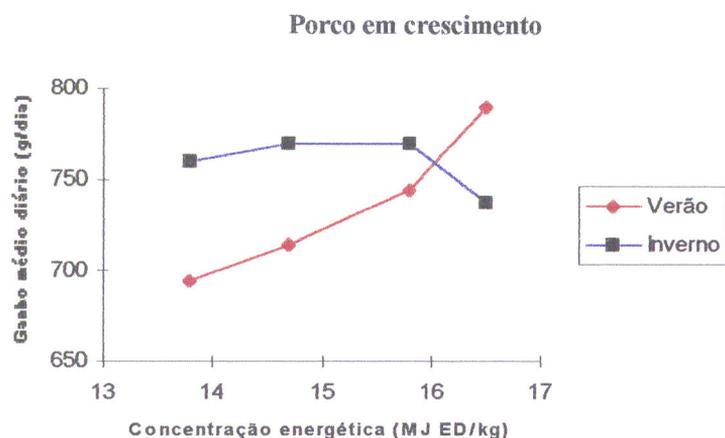
Os resultados de Nienaber et al., (1983); Verstegen et al., (1985) e Campbell e Taverner, (1988) indicam que as carcaças de animais alojados ao frio são mais gordas pois o aumento da ta leva a uma importante diminuição da adiposidade das carcaças, consequência da redução verificada no consumo de alimento (Rinaldo e Le Dividich, 1991^a).

Os estudos destes investigadores mostram que a partição da energia retida como proteína e como gordura não é modificada pelas condições ambientais quando a ta se situa entre 12,0 e 25,0°C. Quando a ta se eleva de 18,5 para 31,5°C assiste-se a uma redução da energia retida quer como gordura quer como proteína (figura 23). No entanto este efeito é mais visível sobre a retenção lipídica do que sobre a retenção proteica. Pode-se assim dizer que a fixação de proteína é previligiada em relação à fixação de gordura, mesmo em condições severas de ambiente.

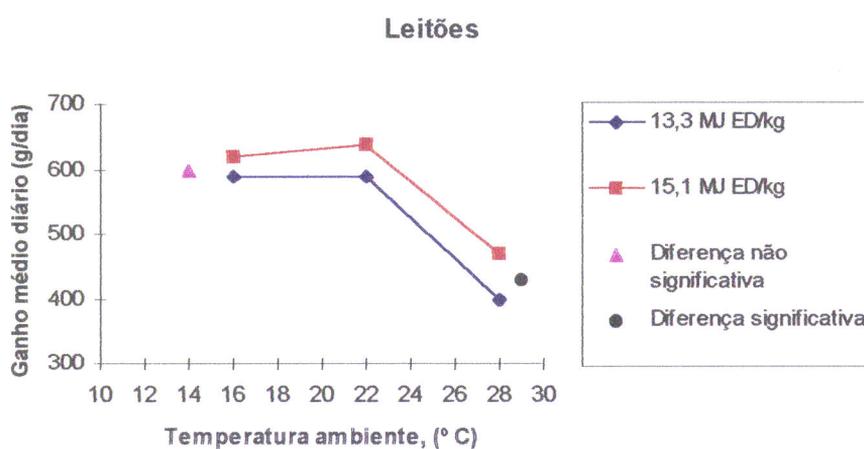
Para o mesmo ganho de peso, i.e., assim que a diminuição da temperatura é compensada por um fornecimento suplementar de alimento, Le Dividich et al., (1987) e Lefaucheur et al., (1989) não notam efeitos da ta sobre a composição das carcaças, i.e. a massa total de gordura não se altera havendo sim um efeito sobre a repartição da massa adiposa. MacGrath et al., (1968); Fuller et al., (1974); Lefaucheur et al., (1991) e Rinaldo e Le Dividich, (1991^c) encontraram uma relação inversa entre o grau de insaturação da gordura dos tecidos externos e a ta, verificando também que o diâmetro dos adipositos aumenta quando a ta aumenta (quadro 6).

2.A.III.5. Interacção com o tipo de alimento

A densidade energética (Ded) de um alimento depende, por uma parte da sua composição química (teor em fibra bruta e em matérias gordas) e, por outra parte da utilização digestiva dos nutrientes. Geralmente, os alimentos, com baixa quantidade de energia metabolizável, são diluídos em energia por adição de celulose a qual aumenta a sua percentagem em fibra bruta. Esta, ao ser digerida na parte distal do intestino grosso (Just, 1982), tem como produto final ácidos gordos voláteis, os quais têm um baixo rendimento (30%) para a fixação de energia e, leva a que uma grande quantidade de extra-calor seja produzida. Os alimentos, geralmente, são concentrados em energia por incorporação de matérias gordas, as quais produzem pouco extra-calor (Stahly e



Fonte: Coffey et al., 1982



Fonte: Le Dividich e Noblet, 1986

Figura 24. Interação densidade energética da dieta e temperatura ambiental no ganho médio diário de suínos

Quadro 7 - Influência da estação do ano e da densidade energética do alimento nas performances de crescimento e na composição da carcaça em suínos (Fonte: Coffey et al., 1982)

Parâmetro	Estação	Densidade energética (kcal EM/kg)			
		3100		3500	
		Inverno	Verão	Inverno	Verão
Ganho médio diário (kg)		0,760	0,690	0,770	0,740
Índice de conversão alimentar (kg/kg)		3,31	3,38	3,11	3,03
Rendimento da carcaça %		70,7	72,6	70,9	73,8
Comprimento da carcaça (cm)		77,7	78,7	76,2	76,7
Espessura de gordura dorsal (mm)		31,2	32,9	33,9	37,8
Porcentagem de músculo %		61,0	60,4	58,6	61,1

Cromwell, 1986), já que os lípidos ao serem depositados, sem grandes transformações bioquímicas, têm um rendimento para a fixação de energia bastante elevado.

Vários estudos (Seerley et al., 1978; Stahly e Cromwell, 1979; 1986; Coffey et al., 1982; Le Dividich e Noblet, 1986; Noblet et al., 1987) demonstram uma interação entre a ta e a densidade energética. Esta interação é explicada pela utilização, variável de acordo com as condições do meio, do extra-calor associado à utilização metabólica dos alimentos, cuja produção depende dos teores em fibra bruta (%FB) e gordura (%MG) da ração (figura 24).

Quanto mais rico em fibra for o alimento, maior será a participação do extra-calor nas necessidades de termoregulação do suíno exposto ao frio (Noblet et al., 1985). Em situação de altas ta este extra-calor deverá ser totalmente evacuado. O valor nutricional destas dietas é, assim, maior num ambiente frio do que num ambiente quente (Stahly e Cromwell, 1986; Le Dividich, 1991), pois o seu alto incremento calórico é um estorvo para os animais alojados a altas temperaturas. Nesta situação, a utilização de uma dieta rica em energia, por incorporação de gorduras, (Schoenherr et al., 1985) permite, em certa medida, limitar o efeito depressivo da temperatura sobre a ingestão de energia digestível, pois apesar do animal ingerir menos alimento, a ingestão de energia pode ser aumentada. Por outro lado, a utilização deste tipo de alimentos limita a produção de extra-calor.

Dado que a interação entre ta e densidade energética actua ao nível da ingestão alimentar, ela tem consequências sobre as performances de crescimento. Com efeito, no frio, segundo Stahly e Cromwell, (1979); Noblet et al., (1987); Rinaldo e Le Dividich, (1991^a) a taxa de crescimento e o índice de conversão alimentar são, relativamente independentes da densidade energética. No calor, os trabalhos de Seerley et al., (1978) e de Coffey et al., (1982) mostram que os animais são mais eficientes a converter os alimentos em ganho de peso quando são alimentados com alimentos ricos em energia.

Os estudos de Noblet et al., (1987) mostram também que os efeitos do aumento da densidade energética da dieta na composição corporal diferem entre cada estação do ano. As carcaças são mais magras quando os porcos são alimentados com dietas pobres em energia, na estação quente, não se registando diferenças na adiposidade da carcaça devido ao tipo de dieta, na estação fria.

Quadro 8 - Influência da temperatura ambiental e da densidade energética do alimento na partição da energia retida ($\text{kJ/kg}^{0,75}$) do porco em crescimento (Fonte: Noblet et al., 1985)

Densidade energética (kcal EM/kg)	Temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$)			
	13		23	
	3600	3150	3600	3150
Produção de calor	797	809	663	759
Energia retida	526	514	660	564
Retenção proteica	128	127	174	186
Retenção lipídica	398	387	486	378

Dados apresentados para a mesma quantidade de $\text{EMi}/1323 \text{ kJ/kg}^{0,75}/\text{dia}$

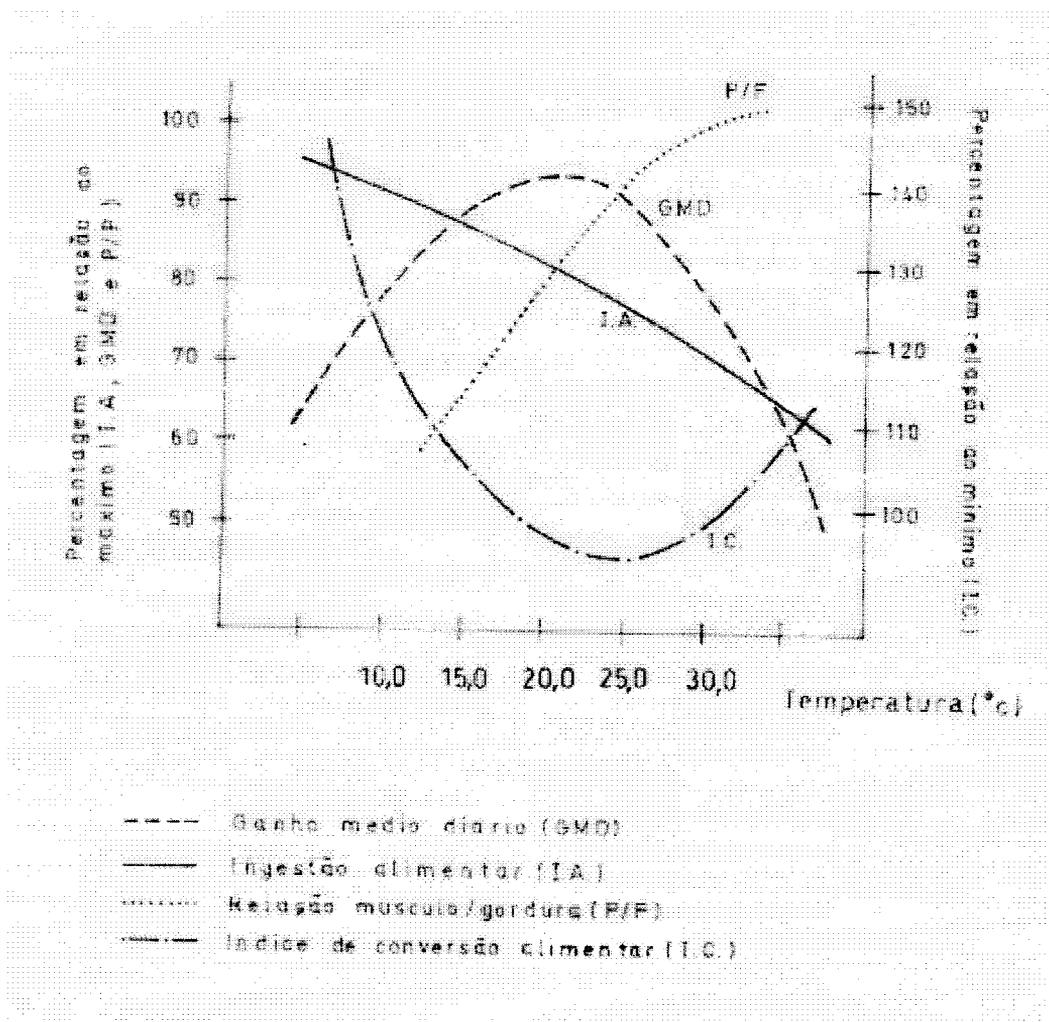


Figura 25. Temperatura ótima para as performances de crescimento

No quadro 7 apresenta-se o efeito desta interacção nas performances de crescimento e na composição de carcaças de suínos abatidos com cerca de 90 kg p.v..

Verifica-se, assim, que o efeito da interacção entre ta e densidade energética é um efeito controverso, pois, com um alimento diluído o animal come mais, é mais magro, mas dado que o seu tubo digestivo é maior (Just, 1982) regista um menor rendimento de carcaça. No entanto, em condições de baixas ta a energia retida, como gordura, é semelhante para os dois tipos de alimento (quadro 8). Na estação quente a quantidade de energia retida, como gordura, é mais elevada quando o animal é alimentado com uma dieta concentrada em energia, embora registe menores índices de conversão alimentar.

2.A.III.6. Significado de uma temperatura óptima

De acordo com a bibliografia a temperatura óptima, para suínos em fase de crescimento e engorda, tem um significado diferente conforme esta seja referida à ingestão alimentar, à taxa de crescimento, à eficiência de utilização dos alimentos ou, ainda, à energia retida sob a forma de gordura e proteína (figura 25).

Quando se pretende aumentar a ingestão alimentar (I.A.), são as baixas temperaturas, particularmente as inferiores a 10°C, as que conseguem melhores efeitos. Em termos de velocidade de crescimento (G.M.D.), os melhores resultados são conseguidos quando a ta se situa entre os 20 e os 25°C, na fase de crescimento, e, entre os 18 e os 21°C na fase de acabamento. Quanto ao índice de conversão alimentar (IC) e à quantidade de energia retida em relação à ingestão de energia metabolizável (ER/EMi), parecem ser as temperaturas próximas aos 25°C as que melhores resultados garantem. A relação músculo/gordura (P/F) parece ser maximizada a temperaturas de 28°C ou até mesmo superiores, garantindo-se assim carcaças mais magras.

Note-se, assim, que a definição de temperatura óptima, para as performances, depende daquele parâmetro (I.A., G.M.D., IC, ER/EMi, P/F, etc) que, em cada situação concreta, maior peso tiver na definição das performances do suíno em fase de crescimento e acabamento.

Em termos gerais as recomendações para o alojamento de suínos nesta fase do ciclo produtivo devem buscar uma situação de compromisso. A bibliografia aponta as

temperaturas situadas entre os 20 e os 25°C, ou seja, dentro da zona de termoneutralidade, como o intervalo de temperaturas ambientais onde o suíno pode maximizar, em termos gerais, as suas performances zootécnicas. Nestas condições de ta as necessidades energéticas de manutenção são mínimas, encontrando-se o animal ligeiramente racionado, dado que a ingestão alimentar diminui ligeiramente. O efeito sobre a taxa de crescimento é mínimo, sendo afectada, essencialmente, a deposição de gordura, permitindo assim obter carcaças magras.

Se o animal estiver alojado em condições de ta próximas da temperatura crítica inferior, a taxa de crescimento é máxima mas o animal é gordo. Em condições de ta próximas da temperatura crítica superior as carcaças são mais magras mas a ingestão alimentar é severamente diminuída levando a taxas de crescimento bastante baixas.

2.B. A IMPORTÂNCIA DOS ALOJAMENTOS NA DEFINIÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO

2.B.I. TIPOS DE ALOJAMENTOS DESTINADOS À SUINICULTURA

As condições verificadas na maior parte das zonas terrestres requerem, para se atingirem níveis de produção considerados rentáveis, que os animais sejam acomodados em construções onde o controle dos factores climáticos seja efectivo.

O tipo de construção a adoptar deverá estar de acordo com o clima da zona e o nível de produção que se pretende atingir, podendo recorrer-se a três tipos básicos de alojamento:

- o “plein-air” bastante utilizado em suínos, em particular nos núcleos de multiplicação. É o tipo de construção mais económico mas, também é o mais dependente das condições climáticas exteriores.
- as construções semi-abertas (Kennel systems), onde existe uma área de repouso abrigada e com controle de temperatura e ventilação e, uma

segunda área, de dejeção, na qual os porcos se exercitam e comem e onde não existe controle ambiental.

- os pavilhões de ambiente controlado, totalmente fechados, onde se pretende efectuar um controle do microclima interior. Neste tipo de construção é frequente o uso de técnicas e de equipamento de condicionamento ambiental, sendo os seus custos, quer de manutenção quer de investimento bastante elevados, relativamente aos dois tipos anteriores.

2.B.II. O AMBIENTE TÉRMICO NOS ALOJAMENTOS PARA SUÍNOS

A extensão com que a construção *per si*, i.e., sem recorrer a equipamento de condicionamento ambiental, está habilitada a modificar as condições climáticas exteriores depende de três factores principais (Foster e Down, 1987).

- da orientação do edifício
- da sua estrutura e nível de isolamento
- da taxa de ventilação

O controle ambiental dos alojamentos tem como objectivo garantir as condições climáticas, i.e., cumprir os limites da TNZ, de modo a otimizar a produção animal (Geers et al., 1985) e garantir o bom estado sanitário dos animais (Whates et al., 1989).

A temperatura, humidade relativa e velocidade do ar têm sido os parâmetros climáticos mais investigados em suínos. Com base em estudos efectuados de acordo com a idade dos animais, características dos alojamentos (tipo de parques, tipo de pavimento, sistema de ventilação, etc) e densidade animal, têm sido recomendados (Ogilvie e Morrison, 1988) valores óptimos para estes parâmetros.

Quadro 9 - Influência da velocidade do ar no “*thermus preferendum*” de suínos com 15 a 20 kg p.v. (Fonte: Verstegen et al., 1987)

Velocidade do ar m/s	Temperatura escolhida pelo porco (°C)
0,08	17,9
0,25	20,5
0,40	21,7

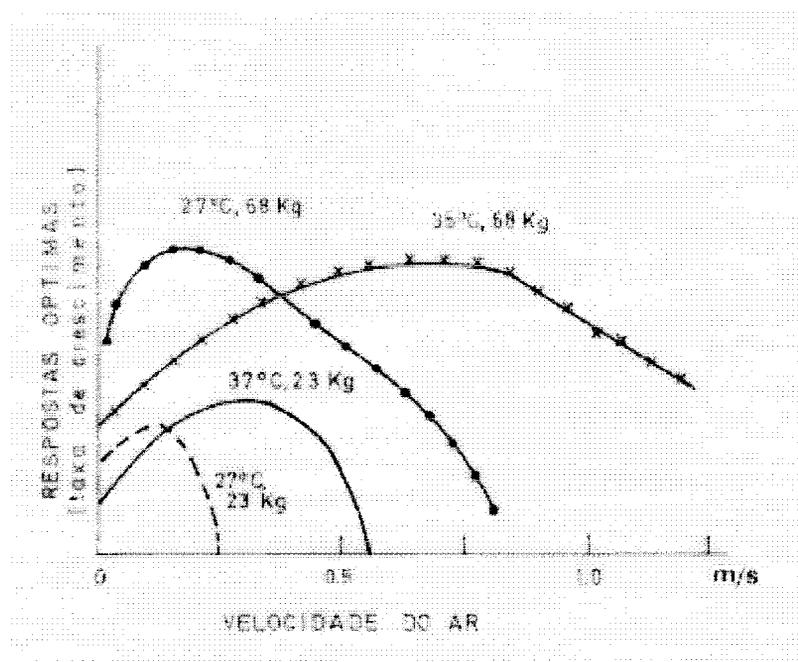


Figura 26. Efeito combinado da temperatura ambiental e da velocidade do ar na taxa de crescimento de suínos, em função do peso vivo (Fonte: ASHRAE, 1991)

2.B.II.1. Temperatura do ar

Dentro da construção a temperatura ambiente segue um ciclo diário de amplitude, ligada às condições climáticas (Feddes et al., 1988; Le Dividich e Rinaldo, 1989). O efeito de uma temperatura diária, flutuante, é apontado como igual ao da média das temperaturas verificadas (Sainsbury e Sainsbury, 1979; Bruce, 1981; Hahn et al., 1987). Isto acontece desde que as temperaturas não sejam extremas (Christianson, 1978 cit in Meneses, 1985) ou desde que a amplitude desta flutuação não exceda os 5 a 8°C (Xin e DeShazer, 1991).

Se a temperatura média se aproximar das recomendações, as flutuações podem, pontualmente, afastar-se 1°C a 2°C da zona de termoneutralidade (Christison, 1988), sem que se verifiquem efeitos importantes sobre as performances dos animais.

2.B.II.2. Velocidade do ar

A velocidade do ar, ao nível dos porcos, joga um importante papel nas perdas de calor por convecção (Meneses, 1985) e, ao nível da pele, (Herpin, 1990), aumentando a taxa de perda de calor, linearmente, com o aumento desta velocidade (Bruce e Clark, 1979) quando a ta se situa dentro de certos valores.

Os efeitos da velocidade do ar sobre as performances dependem das condições de temperatura. Quando a ta se situa dentro da termoneutralidade, não se registam efeitos significativos de um aumento da velocidade do ar sobre as performances dos porcos em crescimento. No quadro 9, apresentam-se as temperaturas “escolhidas” pelo suíno, no início do crescimento, em função da velocidade do ar.

Na figura 26 mostra-se o efeito combinado da ta e da velocidade do ar nas respostas produtivas dos suínos. Quando os animais se encontram em condições sub-óptimas (baixas) de temperatura (Hacker, 1979; Riskowsky e Bundy, 1988) é essencial manter uma velocidade do ar baixa. Quando a ta apresenta valores excessivos, o stress térmico a que os animais estão sujeitos é minimizado pelo aumento de velocidade do ar (Morrison et al., 1976; Close, 1983; Hépin, 1990; Le Dividich e Hépin, 1992).

Quadro 10. Temperatura efectiva em função da temperatura do bolbo seco (TDB), temperatura radiante (T_{MRT}) e velocidade do ar (Fonte: Hoff et al., 1993)

TDB	T_{MRT}	Velocidade do ar						
		0.12 (m/s)	0.22 (m/s)	0.32 (m/s)	0.42 (m/s)	0.52 (m/s)	0.62 (m/s)	0.72 (m/s)
10.0	5.0	7.3	3.2	0.1	-2.3	-4.3	-6.0	-7.6
10.0	7.5	8.5	4.4	1.4	-1.0	-3.0	-4.8	-6.4
10.0	10.0	9.8	5.7	2.6	0.2	-1.8	-3.5	-5.1
10.0	12.5	11.0	6.9	3.9	1.5	-0.5	-2.3	-3.9
10.0	15.0	12.3	8.2	5.1	2.7	0.7	-1.0	-2.6
15.0	10.0	12.3	8.9	6.4	4.4	2.7	1.2	0.0
15.0	12.5	13.6	10.1	7.6	5.6	4.0	2.5	1.2
15.0	15.0	14.8	11.4	8.9	6.9	5.2	3.7	2.5
15.0	17.5	16.1	12.6	10.1	8.1	6.5	5.0	3.7
15.0	20.0	17.3	13.9	11.4	9.4	7.7	6.2	5.0
20.0	15.0	17.4	14.6	12.6	11.0	9.7	8.5	7.5
20.0	17.5	18.6	15.9	13.9	12.3	11.0	9.8	8.8
20.0	20.0	19.9	17.1	15.1	13.5	12.2	11.0	10.0
20.0	22.5	21.1	18.4	16.4	14.8	13.5	12.3	11.3
20.0	25.0	22.4	19.6	17.6	16.0	14.7	13.5	12.5
25.0	20.0	22.4	20.4	18.9	17.7	16.7	15.8	15.1
25.0	22.5	23.6	21.6	20.1	19.0	18.0	17.1	16.3
25.0	25.0	24.9	22.9	21.4	20.2	19.2	18.3	17.6
25.0	27.5	26.1	24.1	22.6	21.5	20.5	19.6	18.8
25.0	30.0	27.4	25.4	23.9	22.7	21.7	20.8	20.1
30.0	25.0	27.4	26.1	25.1	24.4	23.7	23.1	22.6
30.0	27.5	28.7	27.3	26.4	25.6	25.0	24.4	23.9
30.0	30.0	29.9	28.6	27.6	26.9	26.2	25.6	25.1
30.0	32.5	31.2	29.8	28.9	28.1	27.5	26.9	26.4
30.0	35.0	32.4	31.1	30.1	29.4	28.7	28.1	27.6
35.0	30.0	32.5	31.8	31.4	31.0	30.7	30.4	30.2
35.0	32.5	33.7	33.1	32.6	32.3	32.0	31.7	31.4
35.0	35.0	35.0	34.3	33.9	33.5	33.2	32.9	32.7
35.0	37.5	36.2	35.6	35.1	34.8	34.5	34.2	33.9
35.0	40.0	37.5	36.8	36.4	36.0	35.7	35.4	35.2

Quadro 11 - Efeito do tipo de pavimento na temperatura efectiva de suínos relativamente ao pavimento com cama

Tipo de pavimento	Varição da temperatura efectiva ($^{\circ}C$)	Referências
Grelha em betão	7	VERSTEGEN e Van der HEL, 1974
Grelha metálica	6	MORRISON et al., 1987
Grelha metálica plastificada	3	MORRISON et al., 1987
Betão sem cama	3	MORRISON et al., 1987

2.B.II.3. Humidade relativa

A humidade relativa do ar ($U\%$) é uma medida científica sem unidades no S.I.. Expressa a massa de vapor de água relativamente a um valor máximo, o qual é função da t_a (Christison, 1988). O aumento da temperatura, geralmente, conduz à redução da humidade relativa do ar.

Dentro dos valores recomendados de t_a , a influência deste factor, sobre o metabolismo energético do porco, é pouco marcada (Morrison et al., 1969; Le Dividich et al., 1982; Hérpin, 1990). No entanto, em condições de temperaturas extremas (figura 13), uma elevada humidade interfere nas perdas de calor do animal para o ambiente.

2.B.II.4. Temperatura efectiva

A temperatura efectiva é um índice utilizado para descrever o ambiente térmico numa construção destinada a alojar animais (Sällvick e Walberg, 1984; Hoff et al., 1993). Este índice tenta conjugar os valores da velocidade, da humidade relativa, da temperatura do ar e da temperatura radiante. No quadro 10 expressam-se os valores da temperatura efectiva em função da temperatura do bolbo seco, da temperatura radiante e da velocidade do ar.

2.B.III. TIPO DE PAVIMENTO

A natureza do pavimento determina a extensão das perdas de calor por condução (Bruce e Clark, 1979; Baxter, 1984), tendo por consequência um importante efeito no metabolismo energético do porco (Le Dividich e Rinaldo, 1989) e na temperatura efectiva (quadro 11), sendo considerado um dos factores que mais afecta a t_{ci} .

Em situação de frio, e quanto mais jovem for o animal, melhor deve ser o isolamento térmico do pavimento. Em situação de altas temperaturas, o aumento da

Quadro 12 - Recomendações mínimas para condicionamento espacial de suínos

Tipo de animal	Tipo de alojamento	Espaço mínimo	Referências
Porcas adultas	individual	C = 384 p.v. ^{0,33} L = 177 p.v. ^{0,29} H = 126 p.v. ^{0,34}	BAXTER e SCHWALLER, 1983
Leitões e porcos em crescimento	em grupo	Área de desmame (m ²) = 0,034 p.v. ^{0,67} Área total (m ²) = 0,05 p.v. ^{0,67} Comprimento ao comedouro = 0,67p.v. ^{0,33}	PETHERICK e BAXTER, 1981; BAXTER, 1989

p.v. = peso vivo C = comprimento (mm) L = largura (mm) H = altura (mm)

Quadro 13 - Recomendações para o espaço por animal a aplicar em suínos com peso vivo até 100 kg, de acordo com o tipo de pavimento (Fonte: Maton et al., 1985).

Tipo de pavimento		Espaço por animal (m²/porco)
Betão	com cama	1,25 a 1,50
	sem cama	0,95 a 1,10
Em grelha	parcial	0,80 a 0,85 ^a
	total	0,60 a 0,65 ^b

^a - alimentação racionada

^b - *ad libitum*

transferência do calor, através do pavimento, pode facilitar o equilíbrio térmico do animal, sendo o efeito mais satisfatório se o pavimento estiver molhado (Meneses, 1985).

O pavimento em grelha é apontado, como responsável, por um pior estado sanitário dos animais (Ogilvie e Morrison, 1988; Hérrin, 1990), mas ao limitar o contacto dos animais com os dejectos, reduz, por ex., a frequência de diarreias nos leitões recém-desmamados. As vantagens deste tipo de pavimento são a sua facilidade de limpeza, melhoria do manuseio dos dejectos, permitindo diminuir a superfície necessária por animal (Texier, 1978), sem que as performances sejam afectadas (Le Dividich e Hérrin, 1992).

A existência de cama, em tempo frio, traduz-se por uma descida da tci, a qual se reflecte no aumento do rendimento dos animais (Le Dividich, 1982; Meneses, 1985). Esta prática apresenta também benefícios no que se refere ao comportamento dos animais (Fraser, 1985; Arey e Bruce, 1993), reduzindo, nomeadamente, os problemas de canibalismo (Böhmer e Hoy, 1993).

2.B.IV. DENSIDADE DE ALOJAMENTO E TAMANHO DO GRUPO

As densidades de alojamento são recomendadas em função da dimensão dos animais, tipo de pavimento e condições climáticas (Meneses, 1985), devendo o espaço disponível ser adequado para o animal comer, descansar e defecar (Moss, 1981). O alojamento de animais em grupo, diminui os custos, facilita o manuseio e permite obter temperaturas ambientais mais elevadas (Meneses, 1985), o que é importante em situação de Inverno, tendo também efeitos na postura e comportamento dos animais.

Por sua vez, o agrupamento leva à existência de categorias sociais, dentro dos lotes em engorda, a qual é mais pronunciada quanto maior for a densidade animal e o tamanho do grupo. Os porcos alojados em grupo, exibem padrões de comportamento, (Meunier-Salaun e Dantzer, 1990) tais como: deitar-se próximo dos comedouros, urinar e defecar nas zonas pavimentadas com grelha e nos cantos próximos dos bebedouros e afastados dos comedouros.

No quadro 12 apresentam-se os espaços mínimos a respeitar por animal, em função do seu peso vivo. Esta superfície mínima também é função do tipo de pavimento (quadro 13), recomendando-se quando se utiliza cama, no pavimento, que estes espaços sejam aumentados de 40 a 50%.

Os ensaios de deHaer e Merks, (1992) mostram que os porcos em crescimento e acabamento, alojados em grupo, registam maior ingestão alimentar, um maior número de refeições por dia e passam mais tempo junto ao comedouro do que os animais alojados individualmente.

O aumento do número de animais, no grupo, diminui a sua taxa de produção de calor e a temperatura crítica (Morrison et al., 1987). Registam-se efeitos deste aumento quando as ta são baixas (Hata e Yamamoto, 1987), já que permite reduzir a superfície do animal exposta às perdas de calor para o ambiente. No entanto, quando as temperaturas são elevadas, um grande número de animais, no lote, pode criar ambientes sociais desfavoráveis, que seriam responsáveis pelo aumento da produção de calor (Close, 1983). Le Dividich, (1982) refere que existe uma interação entre a superfície por animal e o número de porcos no grupo, pois para o mesmo nível de produção a superfície do parque é otimizada por um número limitado de animais. Assim, um grande número de animais, por parque, deverá ser acompanhado de um aumento da superfície por animal.

Por outro lado, uma elevada densidade animal nesta situação de altas ta limita as perdas de calor do animal para o ambiente, pois a superfície do animal exposta a estas perdas, não pode ser convenientemente aumentada com uma elevada densidade de alojamento.

2.B.V. CONDICIONAMENTO AMBIENTAL

A construção garante um abrigo onde o microclima pode ser controlado (Clark e Robertson, 1984). O microclima interior resulta da interação entre o clima exterior, a construção e os animais (Bruce, 1981), oferecendo a tecnologia moderna uma série de possibilidades de controlar o ambiente no interior de pocilgas (Geers e Goedseels., 1992).

2.B.V.1. Balanço térmico

O conhecimento do balanço térmico, de uma construção, permite quantificar as necessidades de aquecimento e de refrigeração. De um modo geral, e

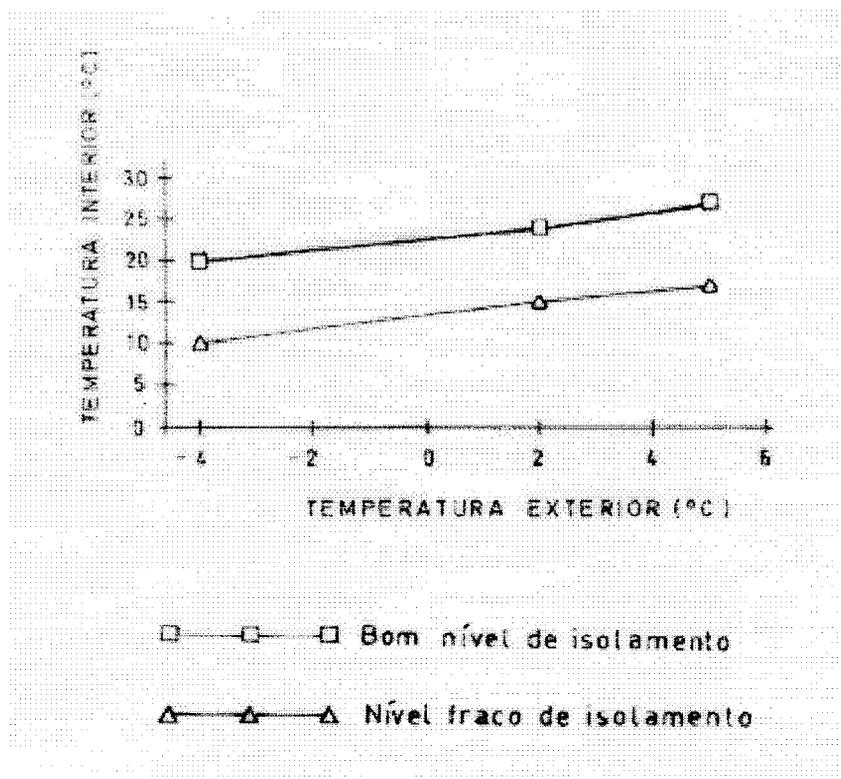


Figura 27. Influência do nível de isolamento térmico e da temperatura exterior na temperatura interior alcançada (Adaptado de Clark e Robertson, 1984)

simplificado, este balanço expressa-se da seguinte forma (Bruce, 1981; Clark e Robertson, 1984; Jorgenson e Voldeng, 1993).

$$Q_s \pm N = \pm B \pm V \quad (\text{eq. 6})$$

Esta equação significa que o calor produzido pelos animais (Q_s) e pelo aquecimento (N), expresso em watts (W) é perdido através da envolvente (B) e também devido à ventilação (V), expressando-se as perdas em $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$. Esta última componente das perdas (V), geralmente, é maioritária (Clark e Robertson, 1984), razão pela qual, em situação de Inverno, quando as temperaturas são muito baixas, a taxa de ventilação deve ser mínima (Clark e Sena, 1981; Massabie e Granier, 1996).

2.B.V.2. Isolamento térmico

O isolamento térmico da construção reveste-se da maior importância, encontrando-se relacionado com as perdas de calor pela envolvente. O seu nível influencia a temperatura alcançada no interior da construção (figura 27). O isolamento térmico da construção deve, assim, estar adaptado às condições climáticas da região onde se insere (Close, 1983).

No Verão, um bom nível de isolamento evita que as temperaturas se elevem em demasia (Foster, 1991). No Inverno, mantém a temperatura interior em níveis aceitáveis mesmo quando a temperatura exterior é baixa (Clark e Robertson, 1984), pois, nesta situação, permite que o calor produzido pelos animais se conserve bem. Com níveis inadequados de isolamento térmico, uma larga proporção do calor produzido é perdido pela envolvente.

2.B.V.3. Ventilação

Ventilação, temperatura e humidade estão interrelacionadas e o seu cálculo é fundamental nas instalações destinadas a alojar animais (Moss, 1981).

Os animais, em confinamento, requerem suficientes trocas de ar de modo a que a sua qualidade se mantenha. A ventilação consiste em transportar ar exterior (renovado) para o ambiente próximo dos animais e distribuí-lo, uniformemente, no interior da construção.

Os caudais de ventilação, no Inverno, são geralmente calculados para manter a pureza do ar e/ou para controlar a U% (Bruce, 1981; Massabie e Granier, 1996). A utilização de caudais calculados deste modo faz com que o calor produzido pelos animais seja, geralmente, insuficiente para situar a ta nos níveis desejados (Herpin, 1990). Corre-se, assim, o perigo de se verificarem situações de baixas temperaturas com elevadas velocidades do ar, situações que têm efeitos nefastos nas performances dos animais (Hessing e Tielen, 1994).

Na situação de Verão, os caudais de ventilação são calculados com o objectivo de controlar a temperatura no interior da construção. Geralmente, utilizam-se elevadas velocidades do ar, as quais têm um efeito benéfico no conforto dos animais. No entanto, quando a temperatura exterior excede a temperatura interior, pretendida, o efeito do aumento da taxa de ventilação é limitado (Le Dividich e Herpin, 1992), criando problemas de humidade e de aquecimento do ar interior.

2.B.V.4. Aquecimento

Em situação de Inverno, quando o calor produzido pelos animais é insuficiente para manter a ta pretendida, torna-se necessário recorrer ao aquecimento. Os sistemas de aquecimento mais utilizados em instalações para suínos são os sistemas convencionais como: o aquecimento localizado, em leitões, e o aquecimento do espaço (Haartsen, 1981).

Uma vez que os custos do aquecimento são dispendiosos, têm-se estudado sistemas alternativos para aplicação nos pavilhões destinados ao crescimento e engorda. Dentro destes sistemas destacam-se: o aquecimento do pavimento (Goedseels et al., 1990; Geers et al., 1993): tubos de ar ou água que funcionam como intercambiadores de calor, podendo ser colocados ao nível do solo ou aéreos (D'Allaire et al., 1992), indicando os estudos efectuados no Canadá por Lemay e Marquis, (1993) que estes tubos são de

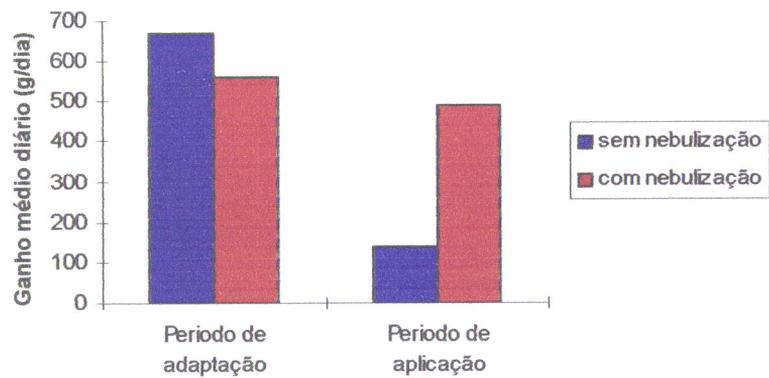


Figura 28. Efeito da aplicação de nebulizadores na taxa de crescimento de suínos alojados a altas temperaturas ambientais (Fonte: Baccari et al., 1993)

grande utilidade, quer no Inverno, quer no Verão, já que também são responsáveis por um certo arrefecimento.

2.B.V.5. Arrefecimento

Os métodos convencionais de arrefecimento do ar (bombas de calor), são dispendiosos, encontrando-se pouco divulgados ao nível do alojamento para suínos. Os sistemas de arrefecimento adiabático, “evaporative cooling”, constituem sistemas alternativos de reduzidos custos. Nestes sistemas o arrefecimento do ar pode ser conseguido de dois modos (Böttcher et al., 1993):

- por painéis de evaporação, os quais actuam ao nível do ambiente e requerem o uso de ventilação mecânica (Wiersma e Short, 1983).
- sistemas mistos ou de nebulização, os quais exercem, também, um efeito ao nível do animal, reduzindo o stress a que este está sujeito, já que aumentam as perdas evaporativas em ambiente quente (Baccari et al., 1993), com reflexos nas performances obtidas (figura 28); verificando-se que a diminuição da taxa de crescimento, derivada do aumento da t_a , é mais acentuada nos animais controle do que nos animais sujeitos a este sistema. Apresentam ainda a vantagem de poderem ser utilizados nas construções que somente dispõem de ventilação natural.

Realça-se, ainda, que a eficiência de qualquer destes sistemas de arrefecimento evaporativo é tanto maior quanto mais seco for o ar e maior a sua temperatura (Böttcher et al., 1993), razão pela qual parecem ter grandes possibilidades de aplicação em regiões como o Alentejo.

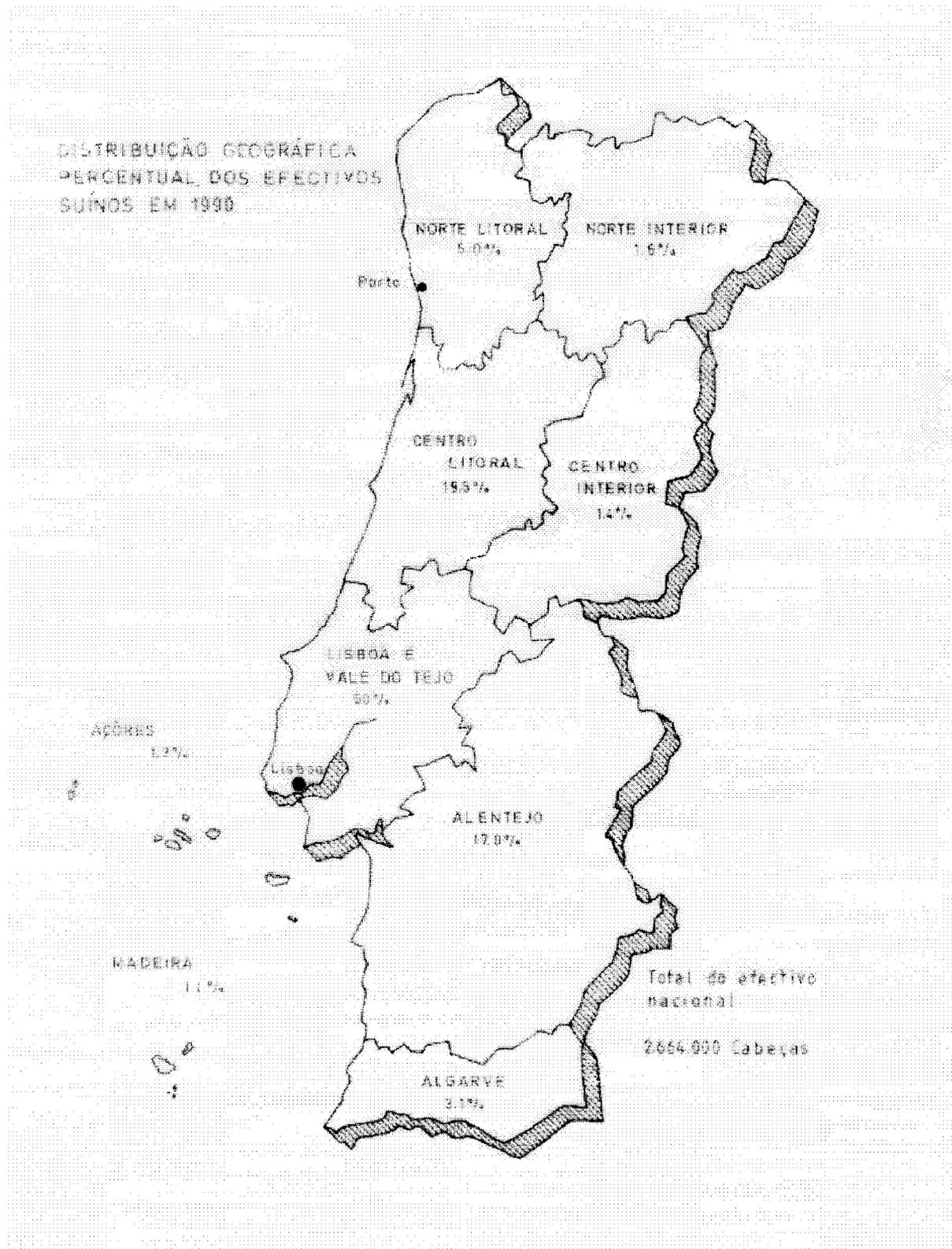


Figura 29. Distribuição geográfica percentual dos efectivos suínos em 1990
 (Fonte: SIMA, 1991)

2.C. RELAÇÃO ENTRE CLIMA E PRODUÇÃO DE SUÍNOS EM PORTUGAL

2.C.I. IMPORTÂNCIA E DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO DE SUÍNOS

Em Portugal Continental a produção animal representa mais de metade da produção agrícola (Antunes-Correia, 1995). A produção de suínos é a produção mais importante do sector pecuário, gerando cerca de 14% do rendimento correspondente à produção agro-pecuária.

Portugal contribuiu com cerca de 2,2%, em 1994, para o efectivo suinicola da C.E.E., registando a produção de carne de porco, para consumo, aumentos todos os anos, os quais não são suficientes para que o país seja auto-suficiente nesta matéria (91,5% em 1990).

O efectivo português de suínos tem uma distribuição irregular, estando concentrado principalmente na região de Lisboa e Vale do Tejo (figura 29). Nesta região, alguns concelhos (Montijo, Rio Maior; por ex.) atingem uma densidade de porcos muito elevada (500 porcos/km²). As outras duas maiores regiões em termos de efectivo são o Centro Litoral e o Alentejo, tendo-se assistido nos últimos anos a uma concentração dos efectivos nestas três regiões.

Na região de Lisboa e Vale do Tejo, assiste-se a uma produção baseada em grandes unidades intensivas, especializadas e mecanizadas, onde se podem observar explorações com mais de 1000 porcas reprodutoras. Factores como: a tradição, as condições económico-sociais, onde a actividade de suicultor representa um rendimento complementar para o agregado familiar, a legislação sanitária, a concentração dos abates num pequeno número de matadouros localizados nessa região, e as suas condições climáticas têm contribuído para que se assista a esta concentração.

No entanto, problemas de ordem ecológica, tais como: maus cheiros, poluição ambiental e das águas subterrâneas, junto dos grandes centros urbanos, levaram a que se estabelecesse um dispositivo legal cada vez mais restrito, o qual levará a uma distribuição mais racional dos suicultores pelo País. Neste contexto, já se assiste a uma transferência de explorações para regiões, como o Alentejo, a qual registou o maior aumento de efectivo entre 1992 e 1993, 14% segundo o Anuário Pecuário, (1994). Esta

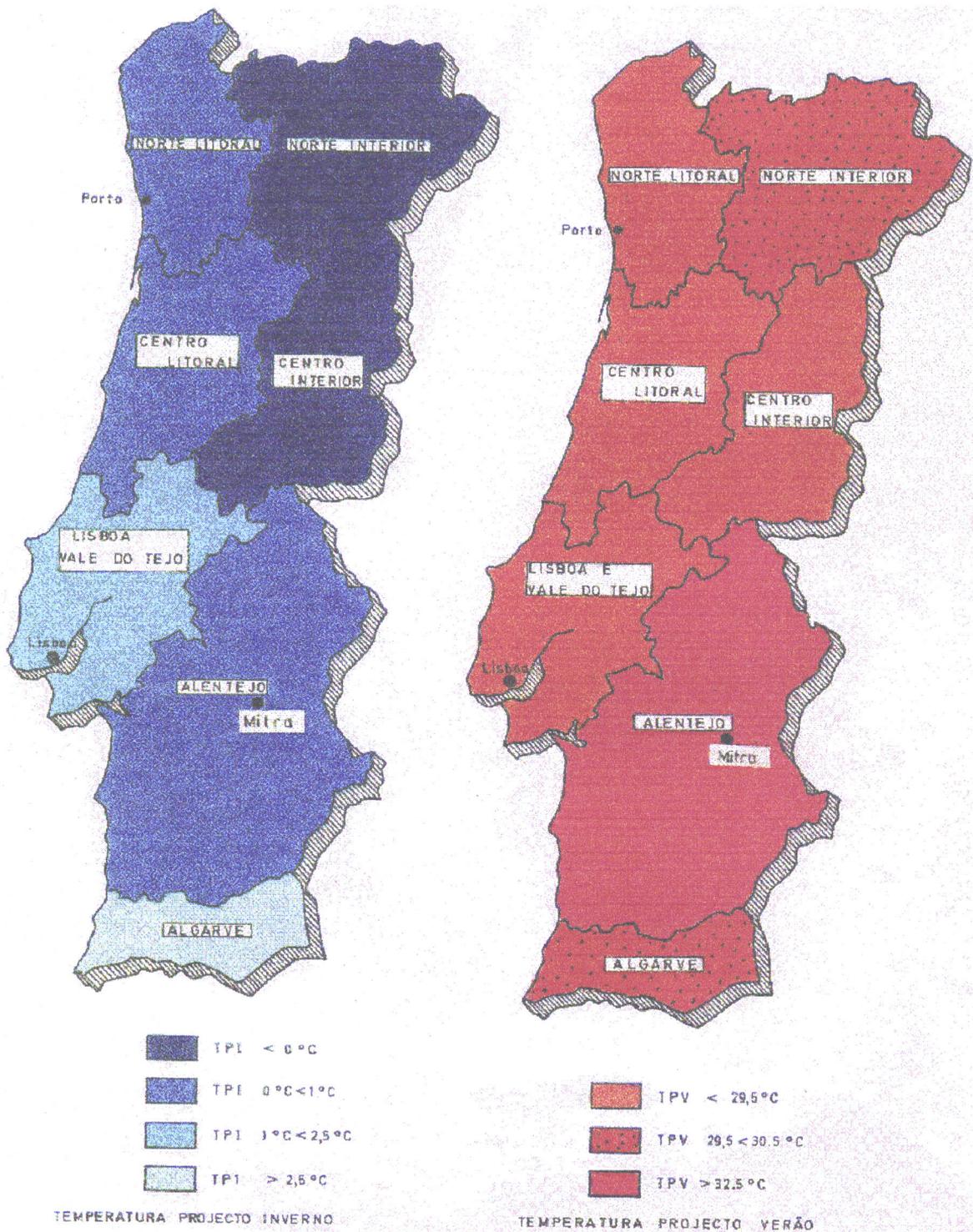


Figura 30. Temperaturas exteriores de projecto verificadas em cada região de Portugal Continental (Adaptado de Mendes et al., 1989)

região, embora com explorações com efectivos de dimensão menor do que a anteriormente referida, abrange uma vasta área do território nacional, com uma baixa densidade populacional, e, regista ainda o interesse, de ter os problemas de qualidade ambiental minimizados.

2.C.II. BREVE CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

O Clima em Portugal Continental, com Verão quente e seco, chuvas na estação fria e Inverno moderado, (Feio, 1991) apresenta variações acentuadas, devido a forma do relevo e à latitude (Ribeiro e Lanterisach, 1988), a qual cria a oposição fundamental entre o Verão seco e a estação chuvosa (Azevedo, 1971; Ribeiro e Lanterisach, 1988).

Nas regiões litorais, a amplitude térmica anual é bastante reduzida. No entanto, o frio e o calor são fenómenos bem presentes nas regiões interiores de Portugal (Ribeiro e Lanterisach, 1988). A vigorosa originalidade térmica da faixa ocidental, em relação ao interior, resulta sobretudo da atenuação dos valores mínimos ao fim da noite, no Inverno, e dos máximos nas tardes de Verão.

Por outro lado, o Verão é, especialmente, mais diferenciado do que o Inverno, sendo vulgar que as regiões interiores da planície atingem temperaturas máximas absolutas da ordem dos 45,0°C e humidades relativas inferiores a 30%. Regiões como a de Lisboa, apresentam valores mais elevados de humidade relativa, raramente atingindo os 38,0°C de temperatura máxima absoluta.

A figura 30 apresenta os valores médios das temperaturas exteriores, de projecto, calculadas por Mendes et al., (1989) para situação de Inverno (TPI) e para situação de Verão (TPV), para cada região do País. Pela análise destes mapas, pode ver-se que as regiões do interior, Norte e Centro, apresentam valores de temperatura bastante baixos, sendo a região do Algarve a que apresenta os valores mais elevados no Inverno. Em relação aos valores de Verão, todas as regiões apresentam valores elevados, notando-se que na região Alentejo estes valores são nitidamente superiores (em mais de 3°C) aos valores registados nas outras regiões.

O Alentejo, é uma das regiões onde as condições climáticas exteriores mais se afastam, (quadro 14) quer das recomendações (20 a 25°C), quer da tci (13,5°C) e da tcs

Quadro 14 - Relação entre as temperaturas recomendadas e a zona de termoneutralidade para suínos em fase de crescimento e acabamento com as temperaturas de projecto verificadas nas várias regiões de Portugal Continental

REGIÃO	SITUAÇÃO					
	INVERNO			VERÃO		
	Temp. Proj. (°C)	Δt_{ci} (°C)	ΔI recomend. (°C)	Temp. Proj. (°C)	Δt_{cs} (°C)	ΔV recomend. (°C)
Norte interior	-2,8	-16,3	-22,8	30,1	+1,6	+5,1
Norte litoral	0,2	-13,3	-20,2	28,7	+0,2	+3,7
Centro interior	-3,0	-16,5	-23,0	28,4	-0,1	+3,4
Centro litoral	0,1	-13,4	-20,1	29,3	+0,8	+4,3
Lisboa e Vale do Tejo	2,1	-11,4	-17,9	28,9	+0,4	+3,9
Alentejo	0,7	-12,8	-19,3	33,0	+4,5	+8,0
Algarve	4,7	-8,8	-15,3	29,8	+1,3	+4,8

$\Delta t_{ci} = TPI - t_{ci}$

$\Delta t_{cs} = TPV - t_{cs}$

$\Delta I = TPI - 20,0^{\circ}\text{C}$

$\Delta V = TPV - 25,0^{\circ}\text{C}$

(28,5°C). Assim, para se atingirem estas temperaturas interiores, as construções utilizadas nesta região para o crescimento e engorda de suínos, deverão ter um papel acrescido no que respeita à modificação das condições climáticas exteriores.

2.C.II.1. A Região Alentejo

2.C.II.1.1. O Clima

A região Alentejo situa-se numa variante particularmente difícil do clima mediterrânico, com o Verão muito quente e as chuvas concentradas na estação fria (Feio, 1991).

Esta região apresenta valores de temperatura média que variam entre os 19,9°C (litoral) e os 25,5°C (interior) nos meses de Verão, e os 5,4°C (interior) e os 10,8°C (litoral) nos meses de Inverno. A temperatura máxima absoluta, que ocorre nos meses de Junho a Setembro, chega a atingir valores de 47,5°C na estação meteorológica de Évora-Mitra. Em Marvão, as temperaturas mínimas absolutas atingiram -9,5°C, ocorrendo estas temperaturas, geralmente, nos meses de Dezembro a Fevereiro.

Os meses mais chuvosos são Dezembro e Janeiro e os mais secos Julho e Agosto, onde praticamente não se regista precipitação. A precipitação média anual desta região situa-se entre 550 e 600 mm.

Nesta região, os ventos predominantes são do quadrante Norte, registando-se os valores máximos da velocidade do vento nos meses de Inverno, fazendo-se sentir de Sudoeste e acompanhados de chuva.

Nos meses de Julho a Agosto, os valores da humidade relativa do ar chegam a ser inferiores a 30%, registando-se os valores mais elevados, superiores a 90%, nos meses de Janeiro e Fevereiro (Reis e Gonçalves, 1982).

2.C.II.1.2. O condicionamento ambiental das construções utilizadas na produção de suínos

Cruz e Lucas, (1995) e Lucas e Cruz, (1995), efectuaram medições de temperatura nos períodos de Verão e Inverno, em construções destinadas à produção de

suínos localizadas no Alentejo interior, as quais são de algum modo representativas do tipo de construção existente na região. Destes estudos os autores concluíram:

1. Em termos gerais:

- o condicionamento ambiental existente é mínimo, i.e., os suicultores não intervêm no microclima interior dos locais destinados à recria e engorda dos animais, aquecendo-os e/ou arrefecendo-os. O aquecimento localizado nas maternidades é prática habitual.
- o isolamento térmico da envolvente, regra geral, é pouco cuidado
- as pocilgas situadas nas zonas mais interiores, são as que apresentam valores de temperatura e humidade relativa interiores mais nefastos, quer no Inverno, quer no Verão.

2. Em relação à situação de Inverno

- as temperaturas no interior das construções atingem, em termos absolutos, valores baixos (4 a 5°C), apresentando a humidade relativa valores elevados.
- os valores de temperatura registados nas zonas centrais dos pavilhões, são superiores aos encontrados nas zonas laterais.

3. Em relação à situação de Verão

- as temperaturas encontradas no interior dos pavilhões são demasiado elevadas, podendo atingir valores de 40°C e, as humidades relativas baixas, alcançando valores próximos aos 30%.
- nos pavilhões que dispõem de ventilação natural e de ventilação dinâmica o sistema natural de ventilação leva a que as temperaturas absolutas no interior da construção sejam menos elevadas.

Constata-se, assim, que o clima do Alentejo é um factor limitante ao desenvolvimento da produção suinícola nesta região, pois existe uma extraordinária dependência do microclima interior, em relação às condições climáticas (Meneses, 1985), da região onde estas se encontram. Por outro lado, verifica-se que o tipo de construção

mais utilizado nesta região, não se encontra bem adaptado ao seu tipo de clima o qual vai influenciar as performances alcançadas.

2.D. CONCLUSÃO E OBJECTIVOS DO TRABALHO EXPERIMENTAL

Tal como mostra a revisão bibliográfica, o ambiente térmico é um factor importante e permanente na fisiologia, comportamento e produtividade do suíno em fase de crescimento e acabamento. Ao actuar sobre o metabolismo energético tem um efeito de extraordinária importância sobre as performances dos animais.

A temperatura ambiental, dado que os outros factores lhe estão relacionados, aparece como o factor climático mais importante na definição do ambiente térmico. O seu valor óptimo, em termos de recomendações é influenciado pelos objectivos de produção e também pelo peso vivo, tamanho do grupo, densidade animal, nível alimentar e tipo de alimento. Estes factores interactuam sobre as respostas do porco às variações de temperatura ambiente.

Para se atingirem os objectivos produtivos é, pois, necessário manter a temperatura ambiental, sempre que possível, dentro da zona de termoneutralidade. Para que tal aconteça, é necessário que as construções destinadas a alojar os animais se encontrem bem dimensionadas e que o manejo esteja bem adaptado aos condicionalismos derivados das condições climáticas. Portugal, em particular a região Alentejo, é uma zona onde as condições climáticas exteriores podem condicionar a obtenção de boas performances zootécnicas, já que os animais aí criados estão sujeitos a condições de stress térmico, quer pelo frio, quer pelo calor.

Assim, no presente trabalho experimental, serão efectuadas três experiências:

A experiência 1, que terá como objectivo estudar os efeitos da estação do ano sobre as performances dos suínos em fase de crescimento e acabamento. Neste estudo, uma vez que a bibliografia aponta para diferenças entre sexos na ingestão alimentar, limites da zona de termoneutralidade e composição da carcaça, estudar-se-á também o efeito do sexo sobre estas performances.

As experiências 2 e 3, terão como objectivo a procura de estratégias para a melhoria destas performances, quer no Verão, quer no Inverno. Para isso serão estudadas duas vias:

- **a construção** (exp. 2), onde se estudará a interacção estação do ano x densidade animal. Esta densidade, que é um importante factor, na definição dos custos de alojamento, é apontada pela bibliografia como sendo um dos principais factores de variação da zona de termoneutralidade. Ao ter uma estreita relação com o comportamento dos porcos, nos parques, poderá influenciar as trocas de calor do animal com o ambiente.
- **a nutricional** (exp. 3), onde se estudará o comportamento de duas dietas, com diferentes concentrações energéticas, nas duas estações do ano (Inverno e Verão): baixa, que parece ser melhor valorizada no Inverno e alta, a qual parece atenuar os problemas derivados das altas temperaturas ambientais.

Em termos gerais pretende-se, assim, verificar se com condições diferenciadas de manejo, em cada estação do ano, será possível minimizar os efeitos que o clima da região exerce sobre os suínos aí criados, em fase de crescimento e acabamento, de modo a melhorar as performances dos animais.

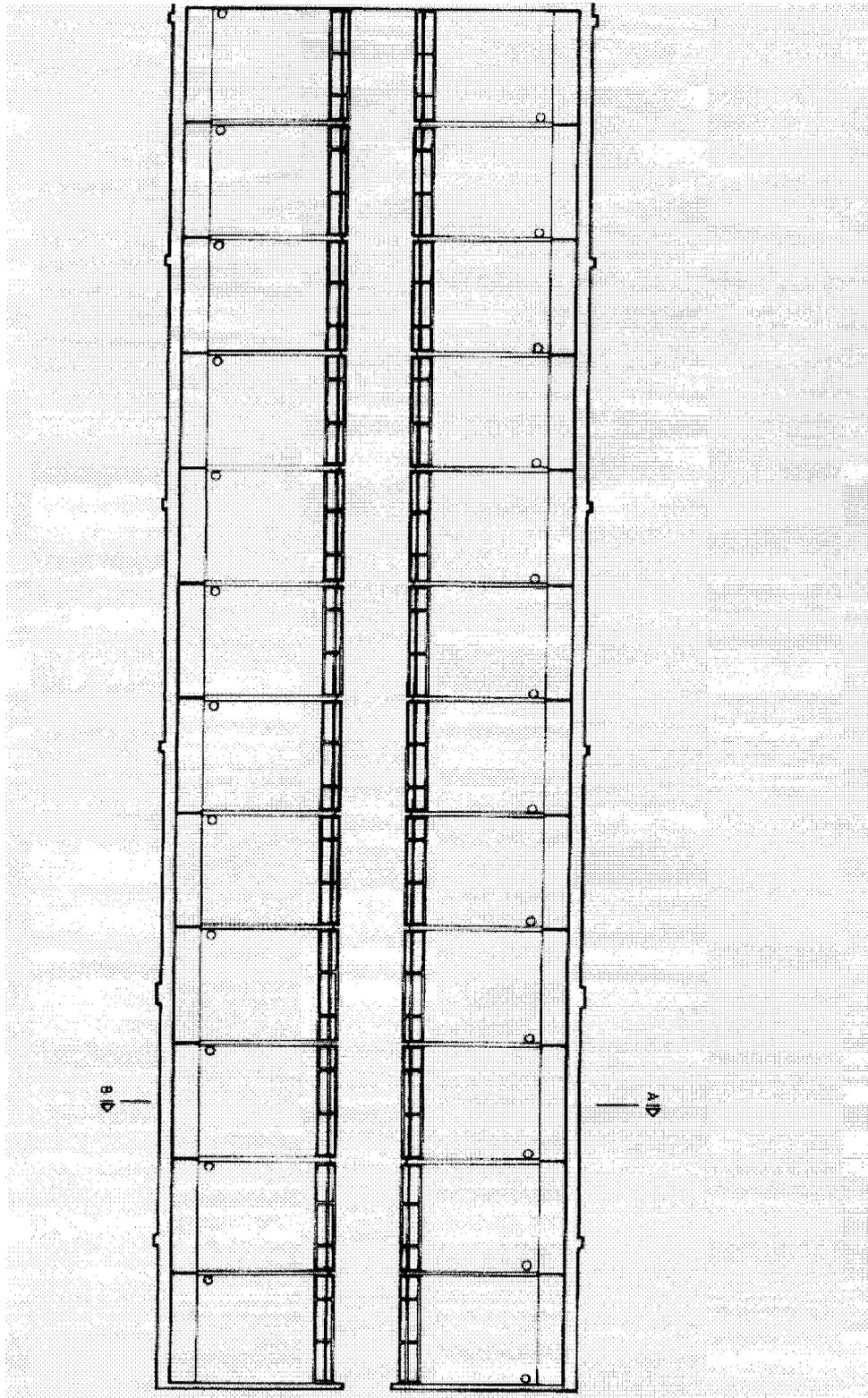


Figure 1

Figura 3.1. Planta do pavilhão de engorda da pocilga da Herdade Experimental da Mitra

3. TRABALHO EXPERIMENTAL

3.A. MATERIAIS E MÉTODOS

3.A.I. LOCAL DE REALIZAÇÃO

3.A.I.1. Construção

As experiências decorreram no pavilhão de engorda e acabamento, da pocilga da Herdade Experimental da Mitra (Universidade de Évora). A pocilga está orientada, segundo o seu eixo longitudinal, na direcção Este-Oeste, encontrando-se o pavilhão de engorda e acabamento, na metade Oeste.

Este pavilhão, cuja planta se encontra na figura 3.1., tem cerca de 395,3 m² de área (36,6 m x 10,8 m), dispõe de um corredor de alimentação central com cerca de 1,8 m de largura e está dividido em 24 parques. Cada parque tem uma área próxima dos 9,0 m² (3,40 m x 2,65 m), possuindo uma fossa de dejectação lateral com 0,6 m de largura, ao longo de todo o pavilhão e, está equipado com um comedouro de chapa galvanizada a toda a largura (3,0 m de frente) e com um bebedouro tipo "chupeta" ou tetina. A divisão dos parques faz-se por parede de alvenaria de tijolo furado, rebocada nas faces à vista, com cerca de 1,30 m de altura.

Todo o pavilhão dispõe de pavimento totalmente em betão, revestido de ladrilho anti-derrapante, com uma resistência térmica de 0,978 m² x °C/w. As paredes, cuja altura do pé direito é de 2,70 m, são de alvenaria de tijolo furado, rebocada nas faces à vista, ao que corresponde uma espessura de 0,35 m e uma resistência térmica de 0,719 m² x °C/w. A cobertura, cuja resistência térmica é de 0,502 m² x °C/w, é formada por um telhado de duas águas, com uma altura à cumeeira de 5,10 m, constituído por telha de cerâmica, as quais revestem, exteriormente, placas com 0,03 m de espessura de aglomerado de palha e betão.

O pavilhão não dispõe de iluminação natural. Possui um sistema de iluminação artificial composto por 10 lâmpadas fluorescentes de 40 w, cada.

O sistema de ventilação é um sistema estático vertical, i.e. ventilação natural por fresta de cumeeira, tal como se pode ver na figura 3.2. A entrada de ar

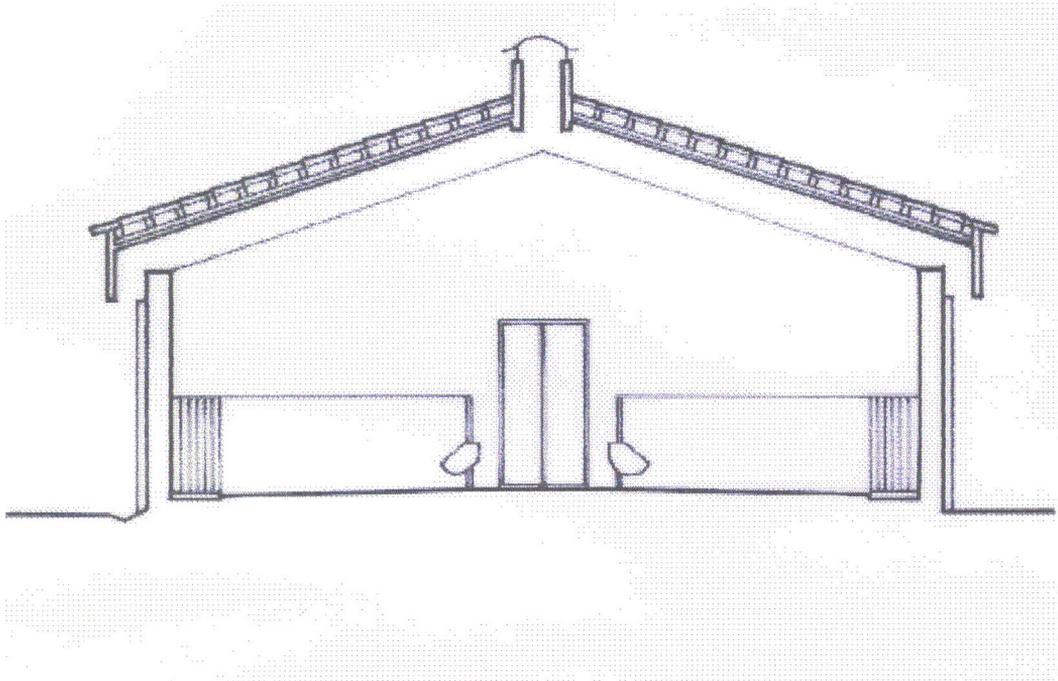


Figura 3.2. Corte transversal do pavilhão de engorda da pocilga da Herdade Experimental da Mitra

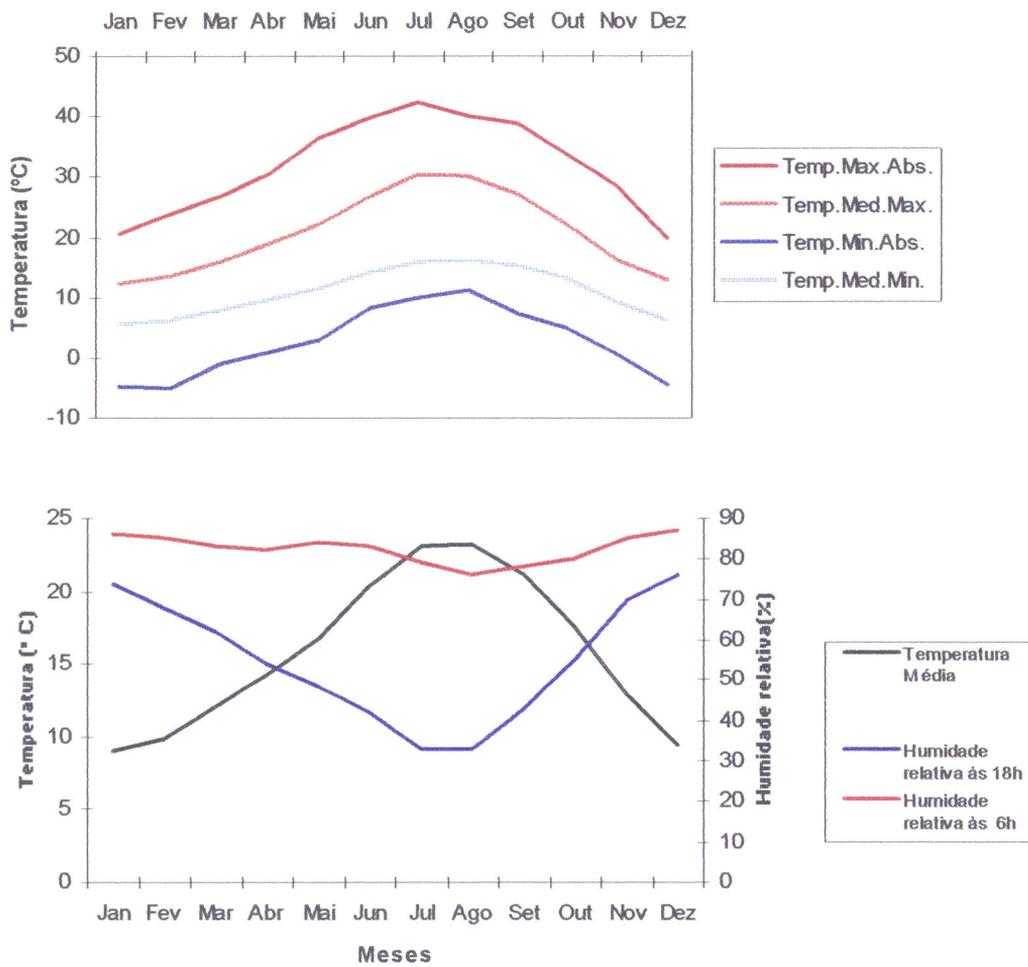


Figura 3.3. Condições climáticas verificadas na Herdade Experimental da Mitra (Fonte: I.N.M.G.)

efectua-se por duas aberturas laterais, com 0,35 m de largura, rasgadas a todo o comprimento do pavilhão e situadas na parte superior das paredes longitudinais, junto ao telhado. A saída de ar dá-se por uma fresta de cumeeira, também rasgada a todo o comprimento do pavilhão com 0,40 m de largura. Salienta-se que as aberturas, quer de entrada, quer de saída de ar, não possuem qualquer sistema que permita controlar as suas áreas.

O pavilhão, em cada topo, possui duas portas correntes, as quais dão acesso a duas salas: uma onde se armazena ração (topo Este), sendo, a outra, uma sala de passagem para a báscula e cais de embarque (topo Oeste).

3.A.I.2. Clima exterior

A Herdade Experimental da Mitra situa-se em pleno Alentejo, a 13 Km a sudoeste da cidade de Évora, sofrendo, assim, o clima envolvente uma forte influência mediterrânica, sendo-lhe próprios, por esse facto, Invernos frios e chuvosos e Verões quentes e secos. Na figura 3.3 apresenta-se um resumo dos parâmetros climáticos, mais importantes, para a realização deste estudo. Os dados aqui apresentados foram recolhidos junto do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica (I.N.M.G.) e referem-se à estação Évora-Mitra.

Refira-se, ainda, que os ventos sopram predominantemente de Noroeste com uma velocidade média que não ultrapassa os 18 Km/h.

3.A.II. ANIMAIS UTILIZADOS

3.A.II.1. Proveniência

Os animais utilizados neste estudo eram provenientes da pocilga da Herdade Experimental da Mitra (pavilhão de reprodutores). O peso médio de entrada em

ensaio, situou-se nos $25,5 \pm 5,6$ kgs (média \pm desvio padrão). Os animais foram abatidos quando atingiram, em média, $94,6 \pm 13,1$ kgs.

3.A.II.2. Genotipo e sexo

A origem destes animais baseou-se nas seguintes raças: Duroc Jersey, Landrace, Large White e Piétrain, sendo utilizados machos inteiros e fêmeas, em raça pura ou cruzados.

3.A.II.3. Constituição dos lotes

Os lotes foram constituídos procurando que os efeitos raça, ninhada e peso vivo se encontrassem perfeitamente diluídos em cada lote e em cada tratamento.

Os animais foram alojados em grupos de 6, por parque, nas experiências 1 e 3 e em grupos de 6, 9 ou 12 animais, por parque, na experiência 2. Os grupos integravam igual número de machos e de fêmeas. Na experiência 1, os lotes eram constituídos só por machos ou só por fêmeas.

3.A.II.4. Identificação

Aquando da constituição dos lotes, os animais foram identificados por meio de uma tatuagem, na orelha esquerda. Esta, era composta de uma letra correspondente ao lote, e de um número, correspondente ao animal, dentro de cada lote. Para facilitar a leitura, pintou-se também esse número, através de spray marcador, no dorso dos animais.

3.A.III. MEDIÇÕES

3.A.III.1. Medições efectuadas nos animais

3.A.III.1.1. Pesagens e ganho médio diário de peso vivo

As pesagens dos animais foram efectuadas numa balança tipo báscula, cuja precisão é de $\pm 0,5$ kg, existente no cais de embarque, o qual está localizado no topo Oeste do pavilhão de engorda e acabamento. Estas foram realizadas com uma periodicidade média de 15 dias, no período da manhã, antes da distribuição do alimento.

A primeira pesagem realizou-se no dia da constituição dos lotes, que integravam cada ensaio. Dado que os animais eram transportados para o matadouro, na véspera dos abates, a última pesagem foi efectuada nessa altura.

O ganho médio diário de peso vivo (GMD) foi determinado através da seguinte equação:

$$\text{G.M.D.} = \frac{\text{Peso}_i - \text{Peso}(i - 1)}{\text{Data}_i - \text{Data}(i - 1)} \quad (\text{eq. 3.1.})$$

onde i é a pesagem actual e $i-1$ é a pesagem anterior

O ganho médio diário foi estimado, dividindo a diferença de peso vivo verificada entre duas pesagens consecutivas, pelo número de dias que as separava.

3.A.III.1.2. Temperatura rectal

Estas temperaturas foram medidas com o objectivo de medir a influência dos diferentes tratamentos, sobre este parâmetro, de modo a determinar o stress térmico a que os animais estariam sujeitos.

A recolha destas temperaturas foi efectuada, semanalmente, no período da manhã, antes da distribuição do alimento. Para a sua medição utilizou-se um termómetro

digital, o qual cobre uma gama de temperaturas entre os 32,0 e os 42,0°C, com uma precisão de $\pm 0,1^\circ\text{C}$.

3.A.III.2. Medições efectuadas após o abate dos animais

3.A.III.2.1. Breve descrição do abate e preparação das carcaças

Os abates dos animais foram efectuados no Matadouro Industrial de Beja, sito a 80 km do local de realização dos ensaios. O transporte dos animais foi efectuado de manhã cedo, através de um veículo de caixa aberta. A sua duração era de 90 minutos aproximadamente.

Os animais, ao chegarem ao matadouro eram alojados num parque ficando, aí, sujeitos a uma dieta hídrica, sendo abatidos 24 horas mais tarde.

Antes do abate, os porcos eram submetidos a um duche de água fria, sendo em seguida insensibilizados por electroanarcose (90 volts e 0,3 amperes) durante 5 a 10 segundos. Após a insensibilização eram suspensos verticalmente e sangrados, entrando na chamada cadeia de abate. Seguidamente eram lançados, um a um, numa tina de escaldão cuja temperatura da água se situa entre os 58,0 e os 62,0°C, sendo posteriormente depilados e eviscerados.

Durante a evisceração recolheu-se a gordura perirenal.

Finalmente, as carcaças eram abertas pela linha média, duchadas, inspeccionadas e pesadas, sendo, posteriormente, recolhidos os dados relativos ao comprimento de carcaça, espessuras da gordura dorsal e do músculo Longissimus dorsi.

3.A.III.2.2. Peso da carcaça

Nestes ensaios, a carcaça foi pesada inteira, i.e., o corpo do porco abatido, contendo a cabeça, sangrado, sem vísceras, pelos, unhas, órgãos genitais, não contendo

neste caso também a banha e os rins. Dado que a carcaça foi pesada após o abate, deve entender-se por peso de carcaça o peso de carcaça a quente.

3.A.III.2.3. Rendimento de carcaça

Este parâmetro mostra-nos a relação existente entre o peso de carcaça e o peso vivo de cada animal e é calculado da seguinte forma:

$$RC(\%) = \frac{\text{Peso de carcaça}}{\text{Peso vivo final}} \times 100 \quad (\text{eq. 3.2})$$

Como o peso de carcaça foi obtido a quente, este valor diz respeito ao rendimento de carcaça a quente.

3.A.III.2.4. Comprimento de carcaça

O comprimento de carcaça foi estimado na parte interior da meia carcaça esquerda, medindo a distância que separa a primeira vértebra cervical do isquion.

3.A.III.2.5. Peso da gordura perirenal

A pesagem da gordura perirenal realizou-se após a separação deste tecido do corpo do porco, depois de abatido, sangrado e aberto ao meio. Para tal utilizou-se um balança digital com uma precisão de $\pm 0,1$ g.

PONTOS DE MEDIÇÃO NA CARÇAÇA

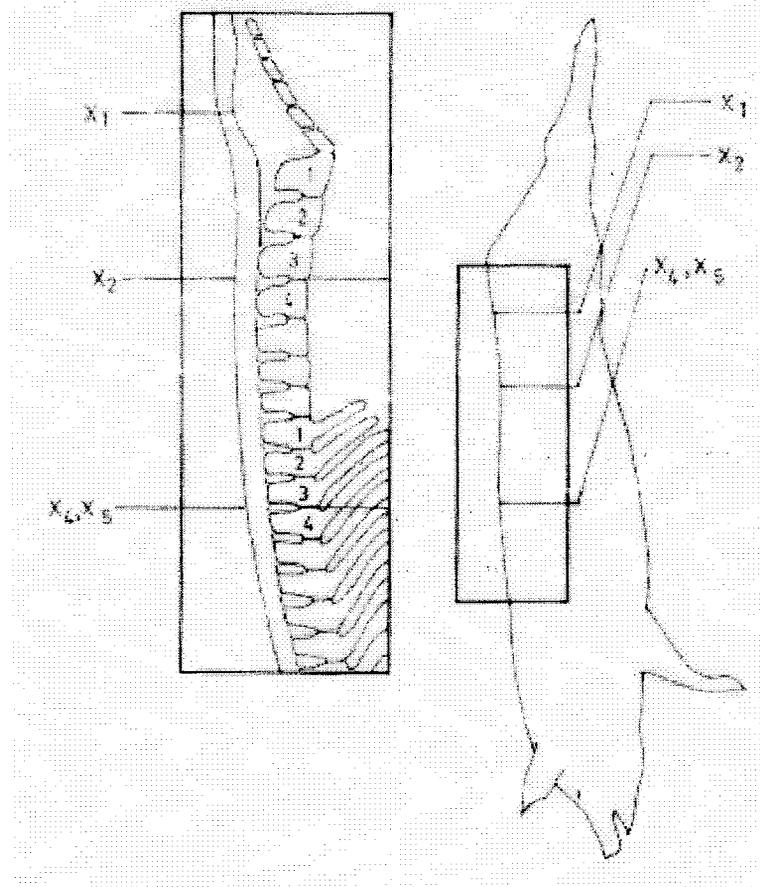


Figura 3.4. Pontos de recolha, na carcaça de suínos, das medidas X_1 , X_2 , X_4 e X_5 (Fonte: Desmoulin et al., 1984)

3.A.III.2.6. Percentagem de músculo e percentagem de gordura

A relação entre a espessura da gordura dorsal e diversas características de carcaça, nomeadamente a sua percentagem de gordura e de músculo, tem sido estudada por vários investigadores. Aqui apresentam-se as seguintes:

$$\%M = 55,53 + 0,07PC - 0,23 X1 - 0,22 X2 - 0,27X4 + 0,13X5 \quad (\text{eq.A})$$

(Desmoulin et al., 1984)

$$\%M = 40,47 + 0,18PC - 0,24X1 - 0,23X2 - 0,20X4 + 0,18X5 \quad (\text{eq.B})$$

(Kulmbach, 1979 cit in Desmoulin et al., 1984)

$$\%M = 46,21 + 0,11PC - 0,16X1 - 0,28X2 - 0,15X4 + 0,15X5 \quad (\text{eq.C})$$

(Desmoulin et al., 1984)

$$\%M = 51,19 - 0,26X2 - 0,32X4 + 0,21X5 \quad (\text{eq.D})$$

(A. Aumaitre, comunicação pessoal)

onde :

- %M, é a percentagem de músculo,
- PC, é o peso de carcaça (kgs),
- X1, é a espessura da gordura dorsal (mm), ao nível do rim, na linha de corte
- X2, é a espessura da gordura dorsal (mm), entre a 3^a e a 4^a vértebra lombar (sentido crâneo-caudal) a 8 cm da linha de corte
- X4, é a espessura da gordura dorsal (mm), entre a 3^a e a 4^a vértebra costal (sentido crâneo-caudal) a 6 cm da linha de corte
- X5, é a espessura do músculo Longíssimus dorsi (mm) ao mesmo nível de X4.

Neste estudo estas medidas foram recolhidas na meia carcaça esquerda após o abate dos animais (figura 3.4).

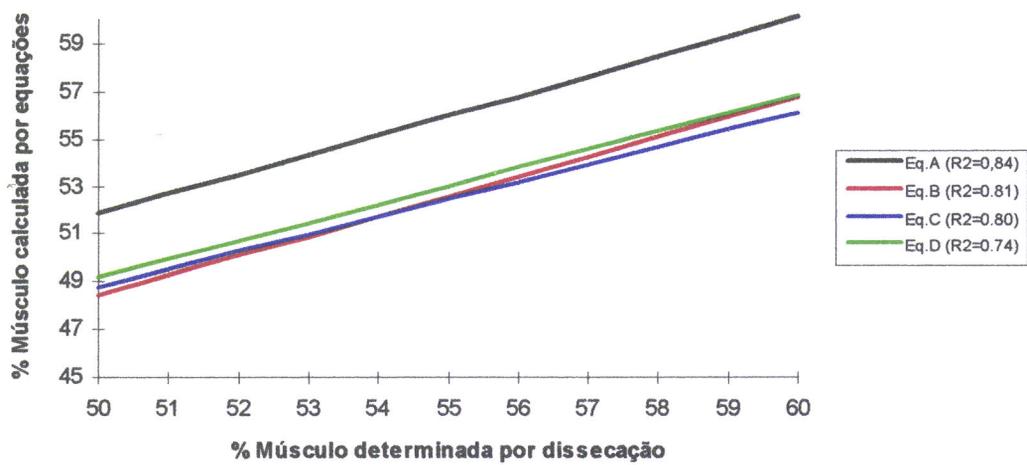


Figura 3.5. Relação entre a percentagem de músculo estimada pelas equações e a percentagem de músculo obtida por dissecação das carcaças

Com o objectivo de estimar qual a equação mais adequada para a predição da percentagem de músculo, nas carcaças em estudo, dissecaram-se 26 meias carcaças esquerdas, as quais constituíam uma amostra das utilizadas nos ensaios. Foi, assim, determinada a quantidade de músculo, gordura e osso. Os valores da percentagem de músculo, resultantes destas dissecações, foram então correlacionados com os valores estimados pela aplicação das equações previamente referidas (equações A, B, C e D).

A equação A :

$$\%M = 55,53 + 0,07PC - 0,23X1 - 0,22X2 - 0,27X4 + 0,13X5 \quad (\text{eq. 3.3})$$

foi a equação que registou maior coeficiente de determinação ($R^2 = 0,84$), tal como se mostra na figura 3.5. Assim sendo, foi esta a equação utilizada, neste estudo, para estimar a percentagem de músculo nas carcaças.

Para a estimação da percentagem de gordura utilizou-se a seguinte equação (Desmoulin et al., 1984):

$$\%G = 7,45 + 0,31X1 + 0,32X2 + 0,35X4 - 0,03X5 \quad (\text{eq. 3.4})$$

3.A.III.2.7. Espessura da gordura dorsal

Para comparar as diferenças entre as espessuras da gordura dorsal devidas aos vários tratamentos utilizou - se a medida X2.

3.A.IV. ALIMENTAÇÃO

Os animais após o desmame, que nesta exploração se realiza quando estes atingem a idade média de 50 ± 7 dias, além do alimento normalmente utilizado durante a lactação, foram progressivamente alimentados com o concentrado de crescimento. Pretendeu-se assim que a transição entre alimentos fosse efectuada gradualmente, de modo a que os animais na altura de entrada em ensaio estivessem perfeitamente adaptados ao alimento que lhes seria distribuído aquando da realização dos mesmos.

A origem dos concentrados de crescimento utilizados, neste estudo, foi uma fábrica de alimentos compostos para animais. Estes foram distribuídos aos animais sob a forma de farinha e em regime de *ad libitum*.

3.A.IV.1. Medição da ingestão alimentar e da ingestão de energia

Dado que a exploração não dispunha de alimentadores com distribuição automatizada, optou-se por distribuir o alimento duas vezes ao dia; de manhã cedo, cerca da 7 horas, e ao fim da tarde cerca das 19 horas, em quantidades suficientes para que os animais tivessem alimento permanentemente à sua disposição. Estas quantidades foram pesadas antes de cada distribuição. Semanalmente, antes da distribuição do alimento, retiraram-se os restos de alimento que se encontravam no comedouro. Estes restos depois de bem misturados, foram secos numa estufa, sendo seguidamente pesados numa balança, cuja precisão era de ± 1 g. Determinou-se, assim, a quantidade de alimento rejeitada pelos animais em cada lote. Esta quantidade foi retirada ao somatório da quantidade de alimento distribuída diariamente, ao longo de toda a semana, obtendo-se, assim, a quantidade de alimento ingerida por lote e semana. Dividindo esta quantidade por sete, e, pelo número de animais por lote, obteve-se a ingestão média diária por animal (IA).

A ingestão média diária de energia (IE) foi obtida multiplicando a ingestão de alimento pela sua densidade energética.

3.A.IV.2. Índice de conversão alimentar (IC) e índice de conversão da energia (ICE)

O índice de conversão alimentar (da energia) é um parâmetro que nos dá a quantidade de ração (energia) ingerida, para que o animal aumente o seu peso vivo de 1,0 Kg. Para a sua determinação recorreu-se às seguintes expressões:

$$IC = \frac{IA}{GMD} \quad (\text{eq. 3.4})$$

$$ICE = \frac{IE}{GMD} \quad (\text{eq. 3.5})$$

Dado que a ingestão diária foi calculada por lote, também os valores de IC e de ICE apresentados, dizem respeito ao valor médio do lote.

3.A.V. CÁLCULO DOS PARÂMETROS DE CONDICIONAMENTO AMBIENTAL

3.A.V.1. Temperatura ambiental

As temperaturas do interior do pavilhão foram obtidas recorrendo a termómetros de máxima e de mínima. Estes termómetros estavam colocados em cada topo do pavilhão e, no interior dos parques. A informação recolhida (temperatura ambiental) foi utilizada com o intuito de analisar as condições térmicas, dentro das quais decorreu cada ensaio e consistiu na média entre os valores máximo e mínimo registados nos termómetros.

As temperaturas foram recolhidas, pelo menos, duas vezes por semana, registando-se também a temperatura actual verificada no momento de cada leitura.

3.A.V.2. Equações utilizadas nas simulações para as situações de Inverno e Verão

Na discussão geral dos resultados foram consideradas várias simulações, respeitantes ao papel da construção no condicionamento ambiental, quer em situação de Inverno quer em situação de Verão. Os parâmetros em discussão foram estimados de acordo com as seguintes equações (Albright, 1990) e pressupostos:

a) Caudal de ventilação (CV) calculado em função das áreas (Av) disponíveis para ventilação

$$CV_{(m^3/s)} = 2A_v \sqrt{\frac{g\Delta h(T_i - T_o)}{T_i}} \times 1,22 \quad (\text{eq. 3.6})$$

b) Caudal de ventilação (CV) calculado com o objectivo de controlar a temperatura interior

$$CV_{(m^3/s)} = \frac{Q_s - (\sum AU + F'P')(t_i - t_o)}{1006\mu(t_i - t_o)} \quad (\text{eq. 3.7})$$

c) Caudal de ventilação (CV) calculado com o objectivo de controlar a humidade relativa interior a 80% (máximo)

$$CV_{(m^3/s)} = \frac{Mv}{\rho_i - \rho_o} \quad (\text{eq. 3.8})$$

d) Caudal de ventilação (CV) calculado com o objectivo de controlar o nível de dióxido de carbono no interior a 0,005 m³/m³ (máximo)

$$CV_{(m^3/s)} = \frac{CO_2}{CO_{2i} - CO_{2o}} \quad (\text{eq. 3.9})$$

e) Necessidades de aquecimento (N_s) calculadas para manter a temperatura interior a 15 ou a 20°C quando se utiliza o caudal de ventilação necessário para controlar a humidade relativa

$$N_{s(w)} = \left(\sum AU + F'P' + 1006\mu \cdot CV \right) (t_i - t_o) - Q_s \quad (\text{eq. 3.10})$$

f) Necessidades de aquecimento (N) calculadas com o objectivo de alcançar uma temperatura interior de 20°C

$$N_{(w)} = \frac{\sum AU + F'P' + 1006\mu \cdot CV (t_i - t_o) - Q_s}{\eta} \times 86,4 \times 10^3 \quad (\text{eq. 3.11})$$

Para este cálculo considerou-se uma temperatura exterior média, durante o período de utilização do aquecimento, de 10°C.

g) Caudal de ventilação (CV) calculado com base na utilização de um sistema de arrefecimento adiabático

$$CV_{(m^3/s)} = \frac{Q_s (\sum AU + F'P' (t_i - t_o))}{1006 \cdot \mu (t_i - t_f)} \quad (\text{eq. 3.12})$$

$$t_f = t_o - \eta' (t_o - t_w) \quad (\text{eq. 3.13})$$

onde:

- g , é a aceleração da gravidade (9,8 m²/s)
- Δh , é a diferença entre as alturas das aberturas de entrada e de saída de ar
- T_i e T_o , são, respectivamente, as temperaturas absolutas (K), interior e exterior
- 1,22, é um factor de correcção determinado em função da relação existente entre as áreas de entrada e de saída de ar.
- A , é a área (m²) de cada elemento da envolvente

- U, é o coeficiente de transmissão térmica global ($W/m^2/^\circ C$) de cada elemento da envolvente
- P', é o perímetro (m) do pavimento
- F', é o coeficiente periférico de transmissão térmica ($W/m/^\circ C$) do pavimento
- t_i e t_o , são, respectivamente, a temperatura ($^\circ C$) interior e exterior
- μ , é a densidade do ar (Kg/m^3)
- M_v , é a quantidade de vapor de água ($kgV.H_2O/Kg/s$) produzida no interior da construção
- p_i e p_o , são, respectivamente, a humidade absoluta (Kg/m^3) do ar interior e do ar exterior
- CO_2 , é a quantidade de CO_2 (m^3/s) produzida no interior da construção
- CO_{2i} e CO_{2o} , são, respectivamente, a quantidade de CO_2 (m^3/m^3) do ar interior e do ar exterior
- Q_s , é a produção de calor sensível (W) dos animais (ver figura 2)
- η , é o rendimento (80%) do sistema de aquecimento
- t_f , é a temperatura ($^\circ C$) do ar após passar os painéis evaporativos
- η' , é o rendimento (85%) do sistema de arrefecimento evaporativo
- t_w , é a temperatura ($^\circ C$) de bolbo húmido.

h) Aquecimento, versus alimentação suplementar, para a termoregulação

Le Dividich et al., (1985) em ensaios realizados com porcos de peso vivo compreendido entre 25 e 90 kg, alojados em condições de temperatura abaixo dos $20^\circ C$, mostram que cada animal consome adicionalmente 460 kJ de energia metabolizável por dia e por $^\circ C$ de redução na temperatura de alojamento de modo a manter o mesmo ganho de peso do que nas condições termoneutrais. Valores similares são referidos também por Verstegen et al., 1987 e por Le Dividich e Rinaldo, 1989. Com base neste conhecimento e, no preço de 1 kg de alimento (52\$00), elaborou-se o quadro C.3. no qual se apresenta o custo de oportunidade da energia, para utilização no aquecimento.

3.A.VI. INTERPRETAÇÃO ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Os dados recolhidos foram armazenados numa base de dados, sobre a qual, se efectuaram dois tipos de análises estatísticas:

1. **ANOVA** - Os cálculos foram efectuados através do modelo 1 do programa de mínimos quadrados e máxima probabilidade LSMLMW e MIXMDL PC-2 version (Harvey, 1990). Os dados respeitantes às performances de crescimento, i.e. ingestão média diária de alimento, ganho médio diário e índice de conversão alimentar, foram analisados em 3 períodos:

- 1) período de crescimento, desde o início do ensaio até os animais atingirem 50kg de peso vivo.
- 2) período de acabamento, desde os 50kg de peso vivo até ao final do ensaio.
- 3) período global, desde a entrada em ensaio até ao dia anterior ao abate dos animais.

O modelo geral da análise de variância, utilizado para todos os parâmetros em análise, foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + T_j + E*T_{ij} + e_{ijk}$$

onde Y_{ijk} , é o valor do parâmetro em análise; μ é a média corrigida; E_i é o efeito associado à estação do ano; T_j é o efeito associado ao tratamento (sexo (macho ou fêmea) na experiência 1); densidade de alojamento (1,50 m²/porco, 1,00 m²/porco ou 0,75m²/porco) na experiência 2); e, densidade energética da ração (3200 ou 2850 kcal ED/kg) na experiência 3); $E*T_{ij}$ é a interacção entre a estação do ano e o tratamento; e_{ijk} é o erro residual.

Nas experiências 2 e 3 utilizou-se ainda o seguinte modelo, do programa estatístico, NCSS :

$$y_{ijkl} = \mu + T_i + P_j + E_k + T*P_{ij} + T*E_{ik} + P*E_{jk} + T*P*E_{ijk} + e_{ijkl}$$

onde Y_{ijkl} é o valor da ingestão alimentar por animal e por período; T_i é o efeito associado ao tratamento; P_j é o efeito associado ao período de distribuição do alimento (noite ou dia); E_k é o efeito associado à estação do ano; $T*P_{ij}$ é a interação entre o tratamento e o período; $T*E_{ik}$ é a interação entre o tratamento e a estação; $P*E_{jk}$ é a interação entre o período e a estação; $T*P*E_{ijk}$ é a interação entre tratamento, período e estação; e_{ijkl} , o erro residual.

2. **análise de regressão** - para este tipo de análise recorreu-se ao programa STATISTICA for Windows, onde se fez relacionar as performances de crescimento, i.e., ingestão alimentar, ingestão de energia, ganho médio diário, índice de conversão e índice de conversão de energia com o peso vivo dos animais.

Aquando da apresentação das equações de regressão utilizaram - se as seguintes siglas:

- pv - peso vivo dos animais (kg)
- R^2 - coeficiente de determinação
- n - número de observações

Para todas as análises efectuadas foram utilizados os seguintes níveis de significância:

- NS - não significativo ($p \geq 0,05$)
- * - significativo ao nível $p < 0,05$
- ** - significativo ao nível $p < 0,01$
- *** - significativo ao nível $p < 0,001$

Quadro I.1. Pesos vivos médios por lote ao início e no fim da experiência 1

Lote	Sexo	Estação			
		Inverno		Verão	
		p.v. inicial	p.v. final	p.v. inicial	p.v. final
A	F	24,0	98,1	26,3	99,2
B	Ê	24,8	96,5	25,2	98,1
C	M	25,2	98,8	26,0	97,2
D	E	24,6	95,9	25,4	97,1
E	A	23,9	96,0	26,1	99,5
F	S	24,1	97,9	25,9	98,6
G	M	25,1	98,9	25,2	99,0
H	A	24,2	98,3	25,5	99,4
I	C	23,8	95,5	25,2	98,3
J	H	24,5	98,6	27,1	100,2
K	O	24,8	99,8	26,2	98,1
L	S	24,9	98,8	26,0	99,0

Quadro I.2. - Composição em ingredientes da ração utilizada na experiência 1

Ingrediente	Porcentagem
trigo	25,0
corn gluten	17,0
bagaçõ de soja	19,0
milho	8,6
cevada	15,0
sêmea de trigo	7,7
melaço	5,0
carbonato de cálcio	1,5
fosfato bicalcico	0,27
Sal	0,45
Premix	4,8

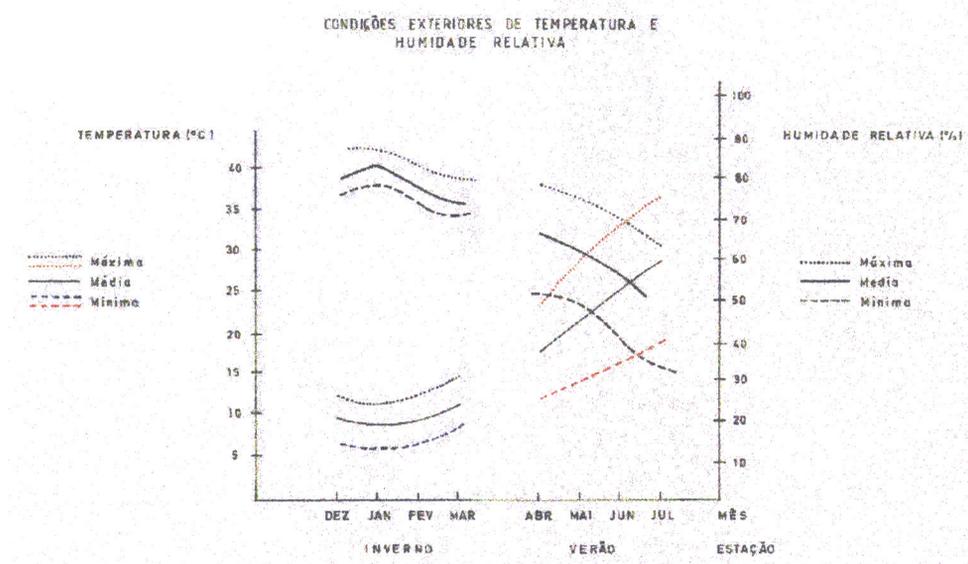


Figura I.1. Condições exteriores de temperatura e humidade relativa (Experiência 1)

3.B. EXPERIÊNCIAS

3.B.I. EXPERIÊNCIA 1:



3.B.I.1. OBJECTIVOS

Definiram-se como objectivos desta experiência, o estudo do efeito da estação do ano (Inverno ou Verão) nas performances de crescimento e acabamento e, na composição da carcaça de porcos criados no Alentejo, em pavilhões fechados.

3.B.I.2. MATERIAIS E MÉTODOS

3.B.I.2.1. Constituição dos lotes e alojamento

Nesta experiência foram utilizados um total de 144 animais, i.e., 72 em cada estação do ano. Os animais foram agrupados, de acordo com o seu sexo, machos inteiros ou fêmeas, em grupos de 6 animais, o que representa uma densidade de alojamento de 1,5m²/porco e 12 lotes no total (6 lotes de machos e 6 lotes de fêmeas) em cada estação.

Na situação de Inverno, os animais entraram em ensaio com 90 ± 7 dias de idade e com o peso vivo de $24,5 \pm 4,3$ kg (média \pm desvio padrão); foram abatidos 110 dias depois com um peso vivo de $98,0 \pm 11,9$ kg. No início do ensaio de Verão, os porcos tinham de idade 89 ± 6 dias e pesavam $25,8 \pm 5,3$ kg, tendo sido abatidos 112 dias depois, quando alcançaram um peso vivo de $98,5 \pm 12,3$ kg (quadro I.1)

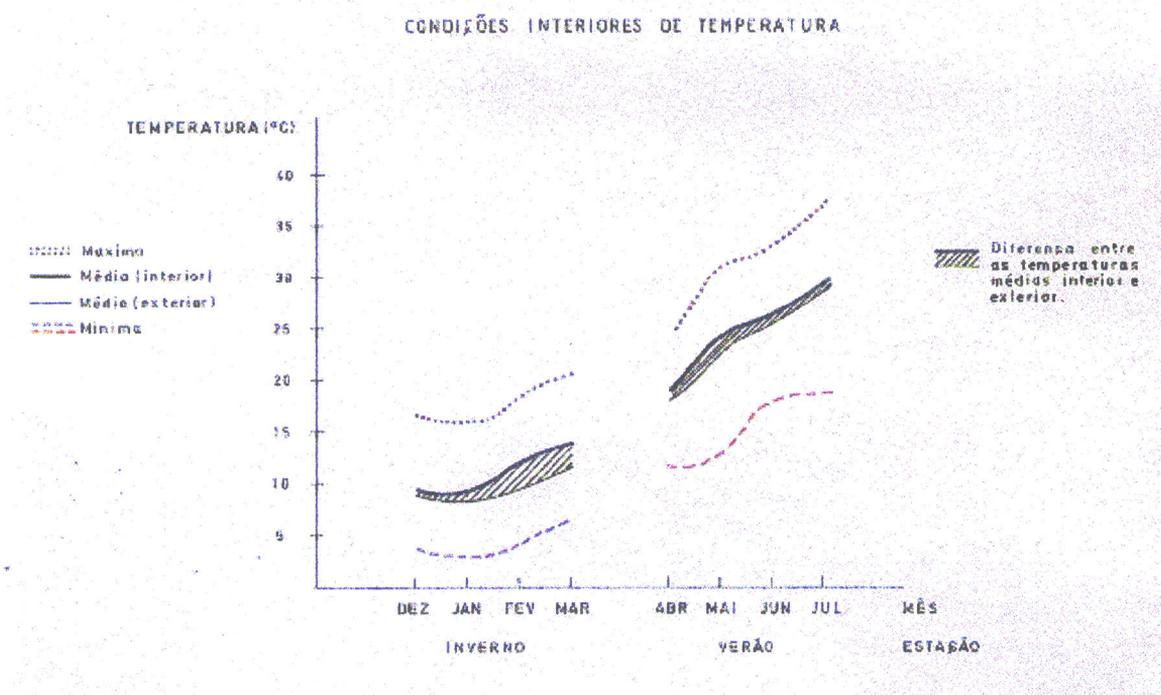


Figura I.2. Condições interiores de temperatura (Experiência 1)

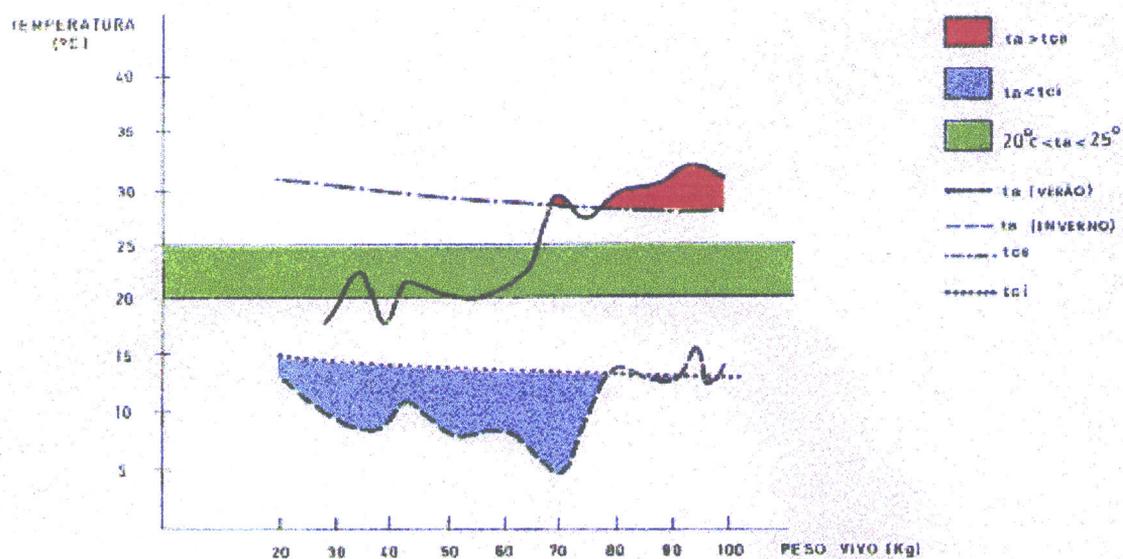


Figura I.3. Temperatura interior e zona de termoneutralidade (Experiência 1)

3.B.I.2.2. Alimentação

O alimento utilizado em todos os lotes, nas duas estações do ano, foi um concentrado comercial de crescimento distribuído em *ad libitum*.

Este concentrado fornecia 3100 kcal ED/kg, 179 g/kg de proteína bruta e, 85 g/kg de lisina (norma I.N.R.A.). A sua composição em ingredientes encontra-se no quadro I.2.

3.B.I.2.3. Medições efectuadas

Além das medições já referidas, em termos gerais, (capítulo 3.A) recolheram-se também valores de temperatura e humidade relativa exteriores, na Estação Meteorológica da Herdade Experimental da Mitra. Estes valores foram registados hora a hora, pelo que se puderam apurar os valores médios, máximos e mínimos obtidos em cada uma das estações do ano.

3.B.I.3. RESULTADOS

3.B.I.3.1. Condições ambientais

O Inverno, que inclui os meses de Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março, caracterizou-se por baixas temperaturas e elevadas humidades relativas. Nos meses de Verão (Abril, Maio, Junho e Julho) ocorreu o inverso, i.e., a humidade relativa exterior foi baixa e, a temperatura do ar alta, particularmente nos meses de Junho e Julho (figura I.1).

Tal como se ilustra na figura I.2 estas condições de temperatura reflectiram-se no interior da construção. Salienta-se que a temperatura ambiental no Verão aumentou bastante (11°C) desde Abril (19°C) até Julho (30°C).

Através da comparação da temperatura interior (temperatura ambiental) com as temperaturas que definem a zona de termoneutralidade (figura I.3), verificou-se que, no Inverno, os animais, até atingirem o peso vivo de 80 kg, estiveram permanentemente alojados em condições de temperatura inferior à temperatura crítica

Quadro I.3 - Influência da estação do ano e do sexo dos animais na temperatura rectal (°C) de porcos na fase de crescimento e acabamento

		Período de engorda					
		Crescimento (25 aos 50 kg p.v.)			Acabamento (50 aos 98 kg p.v.)		
Estação	Sexo	Macho	Fêmea	Média da estação	Macho	Fêmea	Média da estação
	Inverno		39,2	39,2	39,2	38,9	39,0
Verão		39,4	39,4	39,4	39,5	39,6	39,5
Média do sexo		39,3	39,3	39,3 ± 0,4 ^{a)}	39,2	39,4	39,3 ± 0,3 ^{a)}
Significância		Estação (E); ** Sexo (S); N.S. ExS; N.S.			Estação (E); *** Sexo (S); N.S. ExS; N.S.		

a) Média ± desvio padrão

Quadro I.4 - Influência da estação do ano e do sexo dos animais nas performances de crescimento de suínos - período de crescimento (dos 25 aos 50 kg p.v.)

		Parâmetro								
		Ingestão alimentar (kg/dia)			Ganho médio diário (kg/dia)			Índice de conversão (kg/kg)		
Estação	Sexo	Macho	Fêmea	Média da estação	Macho	Fêmea	Média da estação	Macho	Fêmea	Média da estação
	Inverno		2,13	2,08	2,12	0,525	0,518	0,522	4,05	4,02
Verão		2,10	2,03	2,06	0,621	0,616	0,618	3,38	3,43	3,41
Média do sexo		2,11	2,05	2,09 ± 0,26 ^{a)}	0,573	0,567	0,570 ± 0,105 ^{a)}	3,70	3,71	3,71 ± 0,38 ^{a)}
Significância		Estação(E); N.S. Sexo(S); N.S. ExS; N.S.			Estação(E); *** Sexo(S); N.S. ExS; N.S.			Estação(E); * Sexo(S); N.S. ExS; N.S.		

a) Média ± desvio padrão

inferior. Isto sucedeu, também, durante metade do tempo que mediou entre os 80 e os 98 kg de peso vivo.

Durante o ensaio de Verão, os animais, enquanto pesaram menos de 70 kg p.v., estiveram permanentemente alojados na zona de termoneutralidade. No entanto, após terem alcançado esse peso vivo, as condições interiores de temperatura ultrapassaram os valores da temperatura crítica superior.

Comparando os valores da temperatura ambiental com a gama de temperaturas recomendadas para se atingirem as máximas performances (20 a 25°C), constatou-se que, no ensaio de Inverno, os animais estiveram permanentemente sujeitos a temperaturas inferiores a 20°C.

Durante o Verão, os animais, até alcançarem o peso vivo de 65 kg estiveram sujeitos a temperaturas ambientais que se enquadravam neste intervalo de temperaturas de 20 a 25°C. Após este peso vivo a temperatura ambiental situou-se permanentemente acima dos 25°C.

3.B.I.3.2. Temperatura rectal

Não se registou influência significativa ($p \geq 0,05$) do sexo dos animais na temperatura rectal.

A estação do ano provou ser um factor que influencia significativamente esta temperatura (quadro I.3). No Verão os animais registaram uma temperatura rectal mais elevada do que no Inverno, tanto no período de crescimento (39,4 vs 39,2°C, $p < 0,01$) como no período de acabamento (39,5 vs 39,0°C, $p < 0,001$).

3.B.I.3.3. Performances de crescimento

3.B.I.3.3.1. Período de crescimento (dos 25 aos 50 kg p.v.)

Durante o período de crescimento não se verificou efeito significativo, ($p \geq 0,05$) quer da estação do ano, quer do sexo dos animais, na ingestão média diária de

Quadro I.5 - Influência da estação do ano e do sexo dos animais nas performances de crescimento de suínos - período de acabamento (dos 50 aos 98 kg p.v.)

		Parâmetro								
		Ingestão alimentar (kg/dia)			Ganho médio diário (kg/dia)			Índice de conversão (kg/kg)		
Estação	Sexo	Macho	Fêmea	Média da estação	Macho	Fêmea	Média da estação	Macho	Fêmea	Média da estação
	Inverno	3,02	2,97	2,99	0,782	0,750	0,766	3,89	4,11	4,03
	Verão	2,72	2,54	2,64	0,678	0,638	0,658	4,08	4,09	4,08
	Média do sexo	2,92	2,82	2,85 ± 0,23 ^{a)}	0,730	0,694	0,710 ± 0,099 ^{a)}	4,02	4,10	4,06 ± 0,28 ^{a)}
	Significância	Estação(E); *** Sexo(S); N.S. ExS; N.S.			Estação(E); *** Sexo(S); * ExS; N.S.			Estação(E); N.S. Sexo(S); N.S. ExS; N.S.		

a) Média ± desvio padrão

Quadro I.6 - Influência da estação do ano e do sexo dos animais nas performances de crescimento de suínos - período global de engorda (dos 25 aos 98 kg p.v.)

		Parâmetro								
		Ingestão alimentar (kg/dia)			Ganho médio diário (kg/dia)			Índice de conversão (kg/kg)		
Estação	Sexo	Macho	Fêmea	Média da estação	Macho	Fêmea	Média da estação	Macho	Fêmea	Média da estação
	Inverno	2,68	2,59	2,64	0,680	0,657	0,668	3,90	4,04	3,97
	Verão	2,47	2,39	2,42	0,655	0,629	0,642	3,86	3,81	3,84
	Média do sexo	2,57	2,51	2,54 ± 0,17 ^{a)}	0,667	0,643	0,653 ± 0,068 ^{a)}	3,87	3,90	3,89 ± 0,18 ^{a)}
	Significância	Estação(E); ** Sexo(S); N.S. ExS; N.S.			Estação(E); * Sexo(S); * ExS; N.S.			Estação(E); * Sexo(S); N.S. ExS; N.S.		

a) Média ± desvio padrão

alimento, a qual registou um valor médio de 2,09 kg/dia (quadro I.3). O sexo não exerceu, também, uma influência significativa, ($p \geq 0,05$) quer no ganho médio diário de peso vivo quer no índice de conversão alimentar, os quais registaram, respectivamente, um valor médio de 0,570 kg/dia e de 3,71 kg/kg.

Verificou-se, no entanto, um efeito significativo da estação do ano no ganho médio diário e no índice de conversão alimentar. O ganho médio diário foi 18% ($p < 0,001$) mais elevado e o índice de conversão alimentar foi 15% ($p < 0,05$) inferior no ensaio de Verão, do que no ensaio de Inverno.

3.B.I.3.3.2. Período de acabamento

Os resultados apresentados no quadro I.4, indicam que a ingestão média diária e o ganho médio diário foram significativamente reduzidos no ensaio de Verão comparativamente ao ensaio de Inverno, em 13% ($p < 0,001$) e em 16% ($p < 0,001$), respectivamente. No entanto, o índice de conversão alimentar foi semelhante nas duas estações do ano.

Durante este período notou-se, também, que os machos cresceram 5% ($p < 0,05$) mais rápido do que as fêmeas.

3.B.I.3.3.3. Período global de engorda

Durante o período global de crescimento e engorda (dos 25 aos 98 kg p.v.), a ingestão média diária, o ganho médio diário e o índice de conversão alimentar foram, significativamente, mais elevados ($p < 0,05$ e $p < 0,01$) no ensaio de Inverno do que no ensaio de Verão.

Os machos cresceram a uma taxa 4% superior ($p < 0,05$) à das fêmeas. O sexo não teve um efeito significativo ($p \geq 0,05$) na ingestão média diária ou no índice de conversão alimentar (quadro I.5).

Quadro I.7. - Influência da estação do ano e do sexo dos animais na composição de carcaça em porcos abatidos com 98kg p.v.

Parâmetro	Sexo	Macho	Fêmea	Média da Estação	Significância
	Estação				
Rendimento da carcaça (%)	Inverno	73,8	74,8	74,3	Estação; N.S.
	Verão	74,6	75,2	74,8	Sexo; N.S.
	Média do sexo	74,2	74,8	74,6 ± 2,6 ^{a)}	Exs; N.S.
Comprimento de carcaça (cm)	Inverno	98,3	96,3	97,3	Estação; ***
	Verão	102,1	100,4	101,2	Sexo; **
	Média do sexo	100,3	98,1	99,2 ± 3,4 ^{a)}	Exs; N.S.
Peso da gordura perirenal (kgs)	Inverno	0,760	0,842	0,801	Estação; ***
	Verão	0,953	1,204	1,083	Sexo; *
	Média do sexo	0,857	1,023	0,948 ± 0,286 ^{a)}	Exs; N.S.
Espessura da gordura dorsal (mm)	Inverno	19,7	20,7	20,2	Estação; **
	Verão	16,1	18,8	17,4	Sexo; N.S.
	Média do sexo	18,9	19,8	18,8 ± 5,4 ^{a)}	Exs; N.S.
Porcentagem de músculo (%)	Inverno	56,6	55,6	56,1	Estação; *
	Verão	55,9	54,0	55,0	Sexo; **
	Média do sexo	56,3	54,8	55,4 ± 3,1 ^{a)}	Exs; N.S.
Porcentagem de gordura (%)	Inverno	21,6	23,0	22,3	Estação; N.S.
	Verão	21,0	23,9	22,4	Sexo; **
	Média do sexo	21,3	23,4	22,4 ± 3,9 ^{a)}	Exs; N.S.

a) Média ± desvio padrão

3.B.I.3.4. Composição da carcaça

Para um peso vivo ao abate de $98,0 \pm 12,1$ kg, o qual não registou diferenças significativas entre tratamentos, verificou-se que a estação do ano teve um efeito significativo no comprimento de carcaça ($p < 0,001$), no peso da gordura perirenal ($p < 0,001$), na espessura da gordura dorsal ($p < 0,01$) e na percentagem de músculo na carcaça ($p < 0,05$). (Quadro I.6) Não se registaram diferenças significativas ($p \geq 0,05$), entre as estações do ano, no que respeita ao rendimento de carcaça ou à percentagem de gordura na carcaça.

Assim, os animais no Inverno foram mais curtos (97,3 vs 101,2 cm), tiveram menos gordura perirenal (0,801 vs 1,083 kg), registaram maior espessura da gordura dorsal (20,2 vs 17,4 mm) e a sua percentagem de músculo foi maior (56,1 vs 55,0%) do que nos animais criados no Verão.

Os machos comparativamente às fêmeas foram mais ($p < 0,01$) compridos (100,3 vs 98,1 cm), tiveram menos ($p < 0,05$) gordura perirenal (0,857 vs 1,023 kg; $p < 0,05$), registaram maior ($p < 0,01$) percentagem de músculo (56,3 vs 54,8%) e menor ($p < 0,01$) percentagem de gordura na carcaça (21,3 vs 23,4%). No entanto, o sexo não teve uma influência, significativa, ($p \geq 0,05$) na espessura da gordura dorsal.

3.B.I.4. DISCUSSÃO

3.B.I.4.1. Condições ambientais

Tal como se pode observar a partir das figuras I.1 e I.2 a construção, *per si*, não conseguiu evitar que as condições climáticas exteriores se viessem a reflectir no microclima interior. A prova disso, é que a diferença entre a temperatura interior e a temperatura exterior não foi elevada no ensaio de Inverno (2 a 4°C), verificando-se também no ensaio de Verão que a temperatura interior foi superior à exterior (2 a 7°C). Tal facto parece dever-se essencialmente a dois factores:

1. o baixo isolamento térmico da construção, particularmente da sua cobertura, a qual é o elemento da envolvente com menor resistência, sendo, ao mesmo tempo, o que maior área regista.
2. a ausência completa de um sistema de controle das aberturas de entrada e de saída de ar, para ventilação, i.e., a área das aberturas de entrada de ar é de 25,6 m² e a área das aberturas de saída de ar de 14,6 m², durante todo o ano. Tal é responsável pela existência de caudais de ventilação excessivos no Inverno e, deficientes no Verão.

3.B.I.4.2. Temperatura rectal

Registou-se um efeito da estação do ano na temperatura rectal. Esta diferença, entre estações do ano acentuou-se no período de acabamento devido às condições ambientais, pois neste período a temperatura ambiental alcançou valores superiores a 30°C, durante o ensaio de Verão.

Tais resultados eram esperados, pois como também mostraram Edwards et al., (1968); Wetterman et al., (1976; 1979) e Lopez et al., (1991) a temperatura rectal varia sob a influência da temperatura ambiental.

Seria de esperar, também, que os valores da temperatura rectal fossem mais elevados no período de crescimento relativamente ao período de acabamento, pois o animal jovem apresenta um metabolismo mais intenso (Mount e Rowell, 1960). No entanto, o efeito das altas temperaturas ambientais verificadas no período de acabamento, durante o Verão, sobrepôs-se a este efeito da idade dos animais.

Poder-se-á, assim, dizer que os animais em fase de acabamento, no ensaio de Verão, estiveram sujeitos a condições de stress térmico, o qual poderá ter levado a que tenham diminuído a sua ingestão alimentar na tentativa de baixar a sua produção de calor.

3.B.I.4.3. Efeito do sexo nas performances de crescimento e na composição da carcaça

Não se verificou um efeito significativo do sexo, na ingestão média diária de alimento ou no índice de conversão alimentar. Estes resultados concordam com os obtidos por Lougnon e Kiener, (1987) os quais encontraram que somente os machos castrados têm uma ingestão alimentar superior à dos machos inteiros e à das fêmeas.

Registou-se um efeito do sexo no ganho médio diário na fase final do crescimento. No entanto, este efeito foi limitado a uma superioridade de 5% dos machos em relação às fêmeas. Este efeito limitado concorda com o geralmente referido na bibliografia, onde se relata não haver diferenças importantes entre machos inteiros e fêmeas no que se refere às performances de crescimento. No entanto, quer Campbell et al., (1985) quer Lougnon e Kiener, (1987) também encontraram uma ligeira superioridade dos machos inteiros, em relação às fêmeas, no que respeita à taxa de crescimento. Esta superioridade pode estar relacionada com o facto das fêmeas, no final do crescimento, evidenciarem uma maior tendência para a deposição de gordura a qual, é depositada com um custo energético superior ao do músculo.

Na presente experiência observaram-se algumas diferenças, na composição da carcaça, entre machos e fêmeas. As fêmeas são mais curtas, mais gordas, têm menor percentagem de músculo e um maior rendimento de carcaça do que os machos. Os estudos de Lougnon e Kiener, (1987) também revelam um maior rendimento de carcaça e maior adiposidade (Davies et al., 1980; Campbell et al., 1985) das fêmeas em relação aos machos.

3.B.I.4.4. Efeito da estação do ano

3.B.I.4.4.1. Ingestão alimentar

Em termos gerais os porcos registaram uma ingestão média diária de alimento 9% superior no Inverno, em relação ao Verão.

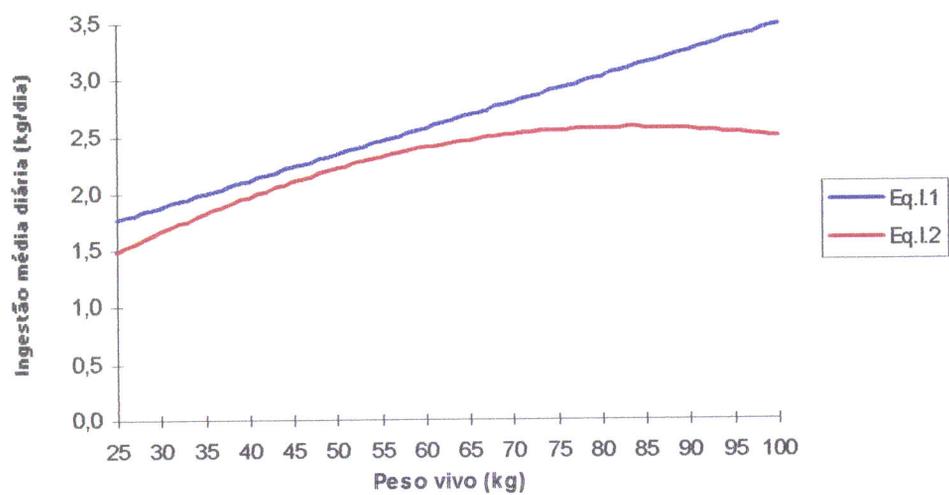


Figura I.4. Evolução da ingestão alimentar com o peso vivo dos suínos de acordo com a estação do ano (Experiência 1)

Tal concorda com o referido pela bibliografia no que respeita ao efeito detrimental que as altas temperaturas ambientais exercem sobre a ingestão alimentar, nomeadamente os resultados obtidos por Hsia e Lu, (1987). Estes investigadores, trabalhando com porcos com peso vivo compreendido entre 41 e 113 kg, encontraram que os porcos criados no Verão, ingerem, em média, 30% menos alimento do que os porcos criados no Inverno.

No presente estudo, os resultados indicam que a ingestão diária de alimento diminui 15g/°C de aumento da temperatura ambiental. Este valor é inferior aos valores da ordem dos 40 a 50 g/°C referidos por Nichols et al., (1982); Nienaber et al., (1987) e Massabie et al., (1996), mas que se enquadra dentro da escala de valores de 20 a 25 g/°C encontrados por Stahly e Cromwell, (1986) e Lefaucheur et al., (1991).

A análise dos resultados, por período, sugere a existência de uma interação entre temperatura ambiental e período de crescimento na ingestão alimentar. Os animais, a partir dos 50 kg de peso vivo no ensaio de Verão, estiveram sujeitos a temperaturas ambientais frequentemente superiores à temperatura crítica superior; a sua temperatura rectal aumentou, e, os animais para se adaptarem às condições de calor, diminuíram a sua ingestão alimentar. Esta é a razão pela qual, no período de acabamento se assistiu a uma importante diferença (13%) na ingestão média diária de alimento devido à estação do ano. De modo a explicar melhores estes resultados, determinaram-se as equações I.1 e I.2:

$$IA(i) = 1,189 + 0,023 \text{ pv} \quad (R^2 = 0,93; n = 64) \quad (\text{eq. I.1})$$

$$IA(v) = 0,344 + 0,0534 \text{ pv} - 0,00032 \text{ pv}^2 \quad (R^2 = 0,86; n = 64) \quad (\text{eq. I.2})$$

onde IA (kg/dia) é a ingestão média diária de alimento no Inverno (i) ou no Verão (v) e p.v. (kg) é o peso vivo dos animais.

No Inverno, a ingestão média diária de alimento aumentou linearmente com o aumento de peso vivo, estando 1kg de aumento de peso vivo associado a 23 g de aumento na ingestão média diária. Pelo contrário, no ensaio de Verão, esta relação processou-se de forma quadrática, de acordo com a equação I.2 (figura I.4).

Resultados semelhantes foram referidos por vários investigadores (Nichols et al., 1982; Hsia e Lu, 1987; Lopez et al., 1991; Nienaber et al., 1993 e Massabie et al.,

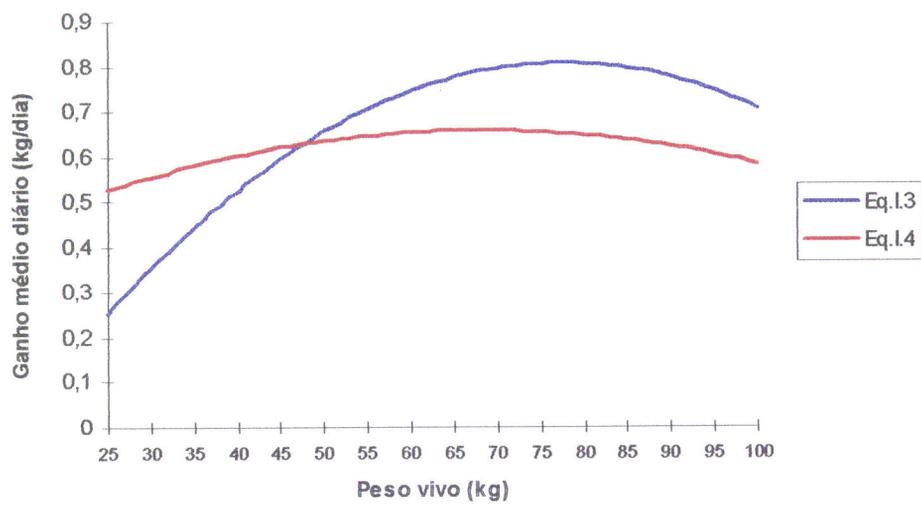


Figura I.5. Evolução do ganho médio diário com o peso vivo dos suínos de acordo com a estação do ano (Experiência 1)

1996) ao verificarem que o efeito das altas temperaturas na ingestão alimentar de suínos, é mais marcado quando os animais são mais pesados.

3.B.I.4.4.2. Ganho médio diário

Na globalidade, os animais no ensaio de Inverno cresceram 4% mais rápido do que no ensaio de Verão. Analisando, em separado, os dois períodos de engorda parece haver uma interação entre o período de engorda e a estação do ano, em relação ao ganho médio diário de peso vivo. Durante o período de crescimento, os animais cresceram mais rapidamente (18%) no Verão do que no Inverno. De facto, durante o Inverno, a temperatura ambiental situou-se abaixo da temperatura crítica inferior levando isso a uma diminuição da taxa de crescimento (Close et al., 1983; Stahly e Cromwell, 1986) especialmente quando os animais são jovens (Rinaldo e Le Dividich, 1991^a). Neste período, embora se tenha verificado uma maior ingestão alimentar por parte dos animais criados no Inverno, este aumento terá sido utilizado para compensar o aumento das necessidades de manutenção de modo a que o animal pudesse manter a sua temperatura corporal.

Durante o período de acabamento, os animais cresceram a uma taxa significativamente superior (16%), no ensaio de Inverno, comparativamente ao ensaio de Verão. No entanto, em ambas as estações do ano a relação entre ganho médio diário e peso vivo foi uma relação quadrática de acordo com as equações I.3 no Inverno, e, a equação I.4, no Verão. As equações de regressão que relacionaram o ganho médio diário com o peso vivo dos animais são as seguintes:

$$\text{GMD}(i) = -0,396 + 0,0310 \text{ p.v.} - 0,00020 \text{ p.v.}^2 \quad (R^2 = 0,68; n = 64) \quad (\text{eq. I.3})$$

$$\text{GMD}(v) = 0,333 + 0,0095 \text{ p.v.} - 0,00007 \text{ p.v.}^2 \quad (R^2 = 0,25; n = 64) \quad (\text{eq. I.4})$$

onde GMD é o ganho médio diário de peso vivo no Inverno (i) ou no Verão (v).

Estas equações indicam que, no Inverno, a taxa de crescimento máxima foi alcançada a um peso vivo superior em relação ao peso vivo à qual foi alcançada no ensaio de Verão (figura I.5.), contudo a segunda equação (eq. I.4) poderá ter pouco valor devido ao seu baixo R^2 . Tal pode levar a pensar que, no Inverno, o GMD depende do peso vivo e

no Verão esta dependência é menor sendo mais dependente doutros factores, tais como a temperatura ambiental.

Quando os animais estiveram sujeitos a temperaturas ambientais situadas abaixo, ou dentro, da zona termoneutral, puderam aumentar a sua ingestão alimentar de modo a satisfazer as necessidades de crescimento. No ensaio de Verão, as altas temperaturas ambientais, muitas vezes superiores à temperatura crítica superior, levaram a que o animal não conseguisse a completa dispersão do calor produzido. Tal, produziu um efeito negativo na ingestão alimentar com consequências previsíveis no ganho médio diário. Resultados similares foram obtidos por Stahly, (1985); Hsia e Lu, (1987); Lopez et al., (1991), Becker et al., (1993) e Massabie et al., (1996).

3.B.I.4.4.3. Índice de conversão alimentar

O índice de conversão alimentar é uma variável resultante dos dois parâmetros anteriormente discutidos. Numa análise global, o seu valor foi 3% superior no ensaio de Inverno comparativamente ao ensaio de Verão, parecendo, no entanto, haver uma interacção entre estação do ano e período de engorda neste parâmetro. De facto, durante o período de crescimento, no ensaio de Inverno, os animais estiveram sujeitos a temperaturas ambientais inferiores à temperatura crítica inferior, aumentando as suas perdas de calor para o ambiente, incrementando assim as suas necessidades de manutenção. Este aumento das necessidades de manutenção foi estimado em 5,7 kcal EM/kg^{0,75}/dia e por °C de temperatura abaixo da temperatura crítica inferior (Fuller e Boyne, 1972; Verstegen et al., 1973; Close et al., 1978), e não foi, inteiramente, compensado pelo aumento verificado na ingestão média diária de alimento (6 g/dia). A quantidade de energia metabolizável disponível para o crescimento ficou, assim, reduzida devido ao aumento das necessidades de manutenção, o que produziu efeitos no índice de conversão alimentar.

No ensaio de Verão, durante o período de crescimento, a temperatura ambiental aproximou-se dos 20°C, temperatura que optimiza as performances. Durante o período de acabamento os valores de índice de conversão obtidos no ensaio de Inverno, foram similares aos obtidos no ensaio de Verão, não conseguindo, em termos globais, os animais anular os maus resultados obtidos no período de crescimento durante o Inverno.

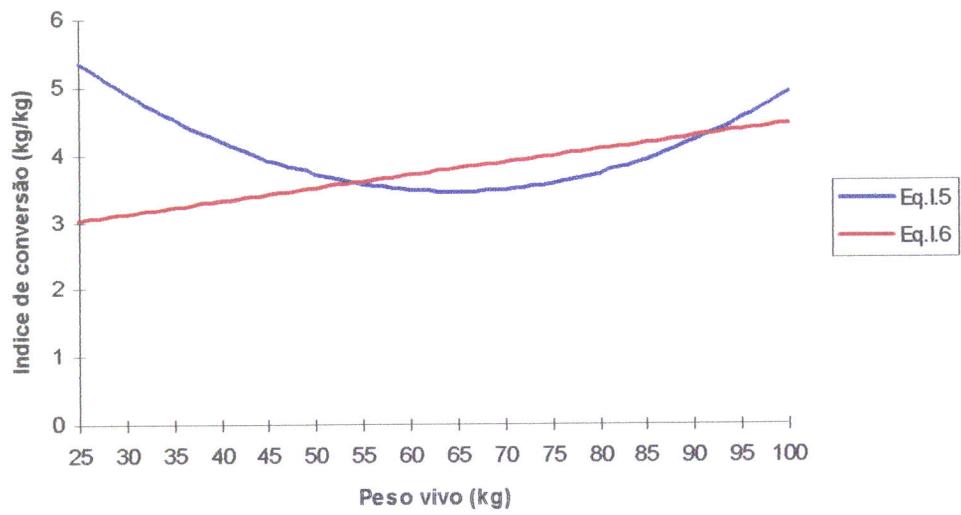


Figura I.6. Evolução do índice de conversão alimentar com o peso vivo dos suínos de acordo com a estação do ano (Experiência 1)

No período de acabamento, durante o Inverno, os animais estiveram alojados em condições de temperatura próximas da temperatura crítica inferior, conseguindo, assim, através de ajustamentos na ingestão alimentar, satisfazer as suas necessidades de crescimento. Durante o Verão, registou-se um efeito detrimental das altas temperaturas ambientais sobre a ingestão alimentar, o qual conduziu a uma menor disponibilidade dos alimentos para o crescimento. Este facto, é sustentado por Holmes (1973) quando refere que, quando a temperatura ambiental é superior à temperatura crítica superior as necessidades de manutenção aumentam e a ingestão alimentar diminui pelo que a energia disponível para o crescimento diminui.

As equações I.5 e I.6 mostram o efeito do peso vivo no índice de conversão alimentar de acordo com a estação do ano:

$$IC(i) = 8,503 - 0,156 \text{ p.v.} + 0,0012 \text{ p.v.}^2 \quad (R^2 = 0,39; n = 64) \quad (\text{eq. I.5})$$

$$IC(v) = 2,546 + 0,019 \text{ p.v.} \quad (R^2 = 0,59; n = 64) \quad (\text{eq. I.6})$$

onde IC é o índice de conversão alimentar no Inverno (i) ou no Verão(v).

No ensaio de Inverno registou-se um efeito quadrático do peso vivo no índice de conversão. Este foi mínimo aos 65 kg de peso vivo. No entanto, o R^2 da equação I.5 registou um valor relativamente baixo, o que leva a supor que o índice de conversão alimentar será mais dependente doutras variáveis do que o é do peso vivo. No ensaio de Verão o índice de conversão alimentar aumentou linearmente com o aumento de peso dos animais (figura I.6), estando nesta estação mais dependente do peso vivo.

Os resultados de Hsia e Lu, (1987) e Rinaldo e Le Dividich, (1991^a) indicam um aumento da eficiência de conversão dos alimentos, à medida que a temperatura ambiental aumenta, durante o período de crescimento. Hsia e Lu, (1987) criando animais desde os 18 aos 113 kg de peso vivo, em condições de temperatura próximas de temperatura crítica superior, também encontraram um aumento do índice de conversão alimentar com o aumento do peso vivo dos animais.

Os resultados obtidos nesta experiência, relativamente às performances de crescimento, confirmam que quanto mais pesado é o animal melhor suporta as condições de frio e mais sofre com o calor.

3.B.I.4.4. Composição da carcaça

Os resultados do quadro I.6 indicam que a temperatura ambiental teve um efeito na morfologia do animal e na repartição de gordura. Os animais no ensaio de Verão, foram mais compridos do que no ensaio de Inverno, podendo, assim, aumentar a superfície corporal exposta às trocas de calor. Jensen et al., (1969); Weaver e Ingram, (1969); Stahly e Cromwell, (1979); Lefaucheur et al., (1989); Rinaldo, (1989) e Becker et al., (1993) também encontraram que os animais criados no Verão são mais compridos do que os que foram criados no Inverno. Uma forma mais arredondada, em condições de baixas temperaturas ambientais, está relacionada com a diminuição da superfície corporal exposta às trocas de calor a qual tem como objectivo reter uma maior quantidade de calor.

A espessura da gordura dorsal aumentou 16% nos animais criados no Inverno. O peso da gordura perirenal aumentou 35% nos animais criados em condições de altas temperaturas. Na realidade, o animal em condições de frio, tem necessidade de aumentar o seu isolamento térmico dos seus tecidos externos (Stombauch et al., 1973). Isto é conseguido, essencialmente, através do aumento da espessura da camada externa de gordura, tecido que tem grande poder isolante térmico. Em condições de altas temperaturas, o objectivo é maximizar as perdas de calor, pelo que o poder isolante dos tecidos é diminuído, sendo a gordura depositada internamente.

Este efeito da temperatura ambiental na distribuição da massa adiposa foi também referido por Verstegen et al., (1985); Le Dividich et al., (1987) e Becker et al., (1993) e constitui outro mecanismo de adaptação do suíno às condições ambientais.

Em síntese, verifica-se que a construção não conseguiu proteger os animais das temperaturas extremas verificadas no exterior, o qual acabou por influenciar os níveis de produção alcançados sem contudo se verificar uma ruptura da homeotermia.

No Inverno os animais apresentaram um ganho médio diário superior, embora à custa de uma maior ingestão de alimento o que levou a um pior índice de conversão comparativamente ao Verão.

Quadro II.1. Pesos vivos médios por lote ao início e no fim da experiência 2

Lote	Densidade de Alojamento	Estação			
		Inverno		Verão	
		p.v. inicial	p.v. final	p.v. inicial	p.v. final
A	1,50 m ² /porco	27,0	92,8	25,0	94,0
B		26,8	91,5	25,5	95,2
C		27,1	90,7	26,2	94,6
D		27,3	91,6	25,3	95,5
E	1,00 m ² /porco	26,0	93,0	26,3	93,9
F		26,5	93,8	27,1	94,3
G		25,8	94,6	27,0	92,8
H		26,4	94,1	25,9	94,6
I	0,75 m ² /porco	27,1	93,2	26,3	94,7
J		25,2	91,7	25,8	93,9
K		26,0	92,5	26,9	92,8
L		26,3	92,0	27,2	95,0

3.B.II. EXPERIÊNCIA 2:

**EFEITO DA DENSIDADE DE ALOJAMENTO E DA ESTAÇÃO DO ANO
(INVERNO OU VERÃO) NAS PERFORMANCES DE SUÍNOS EM FASE DE
CRESCIMENTO E ACABAMENTO**

3.B.II.1. OBJECTIVOS

De acordo com a literatura o número de animais por grupo e o espaço por animal podem influenciar os limites da zona de termoneutralidade. A quantificação deste efeito poderá permitir estabelecer normas de manejo, em relação ao número de animais no grupo e, ao espaço disponível por animal, adaptadas às condições ambientais de cada estação do ano.

Esta experiência foi delineada tendo como objectivo examinar o efeito do número de porcos por parque, (6,9 ou 12) o que conduz a uma área por animal de 1,50; 1,00 ou 0,75m², respectivamente, já que a área de cada parque é a mesma (9,0m²), nas performances de crescimento e na composição da carcaça de acordo com a estação do ano (Inverno ou Verão).

3.B.II.2. MATERIAIS E MÉTODOS

3.B.II.2.1. Constituição dos lotes e alojamento

Dois ensaios, envolvendo 108 animais cada, foram conduzidos de modo a avaliar o efeito da densidade de alojamento (6,9 ou 12 animais por parque) sobre as performances de suínos, em fase de crescimento e acabamento, em cada uma das estações do ano. Os animais foram divididos em 12 lotes; 4 com uma área por animal de 1,50m²; 4 com uma área por animal de 1,00m² e 4 com uma área por animal de 0,75m², em cada estação.

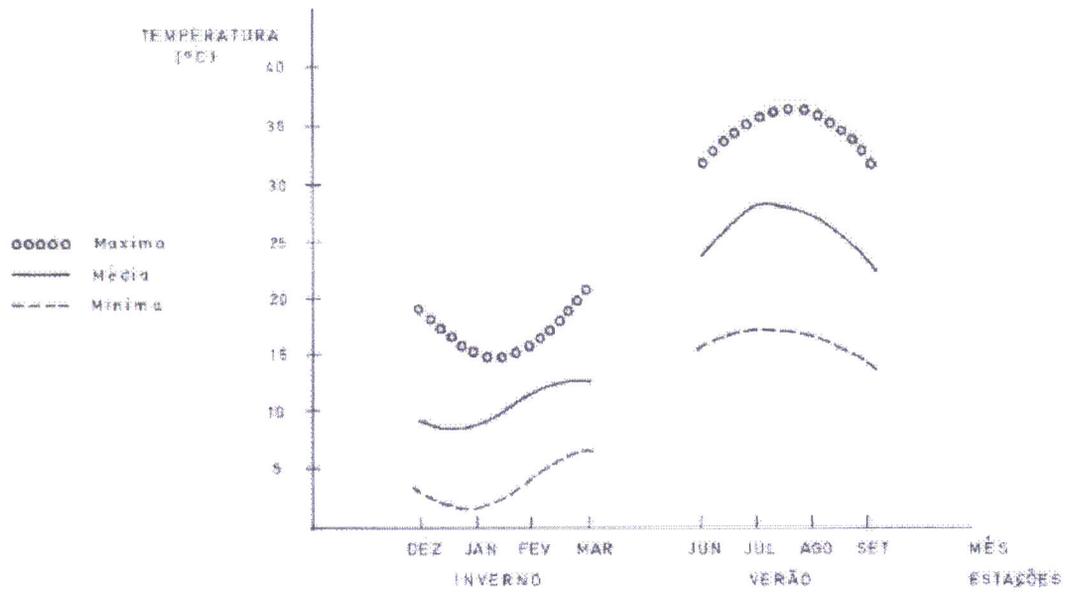


Figura II.1. Condições interiores de temperatura (Experiência 2)

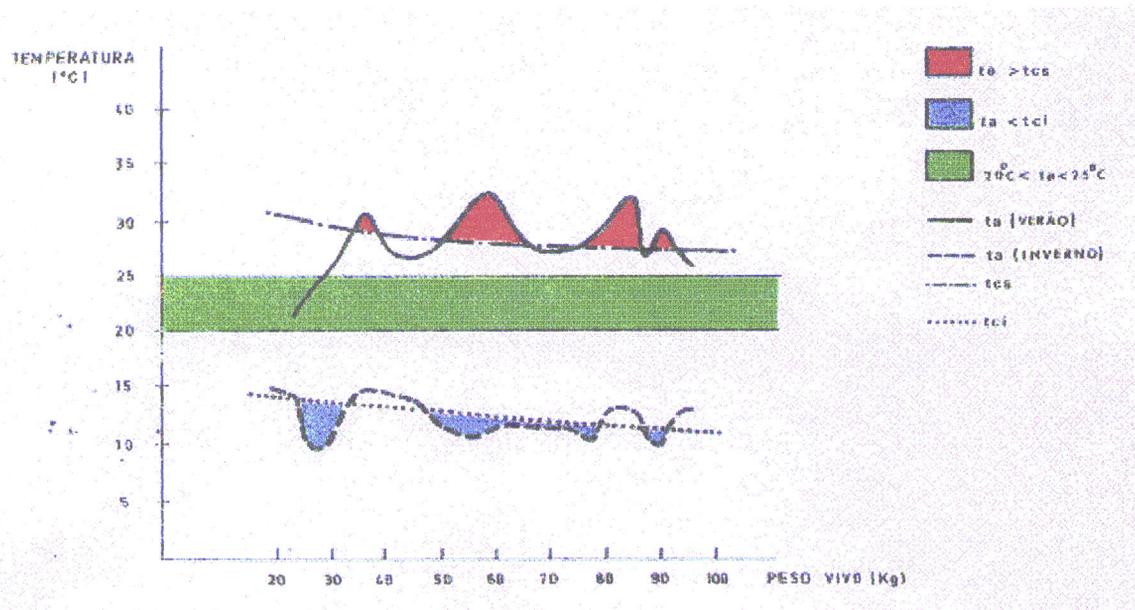


Figura II.2. Temperatura interior e zona de termoneutralidade (Experiência 2)

A constituição dos lotes foi efectuada tendo em conta o genótipo, a ninhada e peso vivo dos animais, tentando-se assegurar que cada lote, dentro de cada densidade de alojamento, tivesse igual número de machos inteiros e de fêmeas.

Para a dimensão dos parques existentes, o número recomendado de animais por parque é 9, o que representa uma densidade de alojamento de 1,00 m²/porco (Maton et al., 1985).

Os porcos no ensaio de Inverno, tinham inicialmente uma idade de 89 ± 6 dias e pesavam $26,5 \pm 3,8$ kg; foram abatidos aos 187 ± 6 dias com um peso médio de $92,5 \pm 11,3$ kg. O ensaio de Verão iniciou-se quando os animais tinham a idade de 85 ± 8 dias e o peso vivo de $26,1 \pm 4,7$ kg. O abate dos animais realizou-se quando estes atingiram a idade de 196 ± 8 dias e o peso médio de $94,0 \pm 12,9$ kg (quadro II.1).

3.B.II.2.2. Alimentação

Nesta experiência o tipo de alimento utilizado foi o mesmo que o utilizado na experiência 1 (quadro I.1), sendo também distribuído *ad libitum*.

3.B.II.2.3. Medições efectuadas

Além das medições já referidas em termos gerais, (capítulo 3.A.), calculou-se a ingestão média de alimento por período de distribuição no intervalo que mediou entre os 60 e os 70 kg de peso vivo dos animais. Esta medição foi efectuada com o objectivo de quantificar eventuais alterações, na ingestão de alimento, devidas à estação do ano, à densidade de alojamento ou ao período de distribuição de alimento (diurno, cuja distribuição se efectuou às 7 horas ou nocturno, cuja distribuição se efectuou às 19 horas). Além de se terem pesado as quantidades de alimento distribuídas em cada período, a cada lote, os restos de alimento de cada parque foram pesados antes da distribuição do alimento, i.e., duas vezes ao dia.

Quadro II.2 - Influência da estação do ano e da densidade de alojamento na temperatura rectal (°C) de porcos na fase de crescimento e acabamento

		Período de engorda							
		Crescimento (26,3 aos 50 kg p.v.)				Acabamento (50 aos 93,3 kg p.v.)			
Densidade de Alojamento	Estação	1,50 m ² /porco	1,00 m ² /porco	0,75 m ² /porco	Média da estação	1,50 m ² /porco	1,00 m ² /porco	0,75 m ² /porco	Média da estação
	Inverno	39,2	39,2	39,4	39,3	38,9 ^a	39,1 ^a	39,2 ^a	39,1
	Verão	39,4	39,6	39,7	39,6	39,3 ^a	39,6 ^b	39,8 ^c	39,6
	Média da densidade de alojamento	39,3	39,4	39,5	39,4 ± 0,3 ¹⁾	39,1 ^a	39,3 ^b	39,5 ^c	39,3 ± 0,4 ¹⁾
	Significância	Estação (E); ** Dens. de alojamento(DA); N.S. Ex DA; N.S.				Estação (E); *** Dens. de alojamento(DA); * Ex DA; *			

1) Média ± desvio padrão

a, b e c - valores da mesma linha em cada estação afectados pela mesma letra não são significativamente diferentes devido ao efeito da densidade de alojamento

3.B.II.3. RESULTADOS

3.B.II.3.1. Condições ambientais

Notou-se um efeito da estação do ano na temperatura ambiental verificada no interior da construção, a qual registou uma variação de 15,5°C do Verão (27,0°C) para o Inverno (11,5°C), tal como se pode ver na figura II.1.

Durante a maior parte da duração do ensaio de Inverno, que incluiu os meses de Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março, a temperatura ambiental registou valores próximos da temperatura crítica inferior. No ensaio de Verão, que incluiu os meses de Junho, Julho, Agosto e Setembro, esta temperatura situou-se próximo da temperatura crítica superior (figura II.2).

Os porcos no ensaio de Inverno estiveram sujeitos a temperaturas inferiores à temperatura crítica inferior, no início do ensaio e, quando o seu peso vivo variou entre os 50 e os 80 kg. No ensaio de Verão, os animais quando registaram um peso vivo compreendido entre os 55 e os 65 kg e, no final do ensaio, estiveram alojados em condições de temperatura superiores à temperatura crítica superior.

Durante todo o ensaio de Inverno a temperatura ambiente situou-se, permanentemente, abaixo dos 20°C. Por sua vez, no ensaio de Verão, os porcos a partir do momento em que alcançaram os 30 kg de peso vivo, estiveram, permanentemente, sujeitos a temperaturas ambientais superiores a 25°C (figura II.2). No entanto, esta temperatura ambiental aproximou-se mais dos 25°C no ensaio de Verão, do que dos 20°C no ensaio de Inverno.

3.B.II.3.2. Temperatura rectal

A estação do ano revelou ter uma influência significativa nos valores da temperatura rectal. No Verão os animais registaram maiores temperaturas rectais do que no Inverno, tanto no período de crescimento (39,6 vs 39,3; $p < 0,01$) como no período de engorda (39,6 vs 39,1; $p < 0,001$) (Quadro II.1).

No período de crescimento a densidade de alojamento não teve efeito na temperatura rectal, enquanto que, no período de acabamento, o aumento da densidade de

Quadro II.3 - Influência da estação do ano e da densidade de alojamento nas performances de crescimento de suínos - período de crescimento (dos 26,3 aos 50 kg p.v.)

Parâmetro												
Ingestão alimentar (kg/dia)			Ganho médio diário (kg/dia)			Índice de conversão (kg/kg)						
Densidade de Alojamento	1,50 m ² /porco	1,00 m ² /porco	0,75 m ² /porco	Média da estação	1,50 m ² /porco	1,00 m ² /porco	0,75 m ² /porco	Média da estação	1,50 m ² /porco	1,00 m ² /porco	0,75 m ² /porco	Média da estação
Estação												
Inverno	2,14 ^a	2,06 ^b	2,01 ^b	2,07	0,504 ^a	0,576 ^b	0,609 ^b	0,563	4,22 ^a	3,58 ^b	3,32 ^b	3,70
Verão	1,94 ^a	1,75 ^b	1,81 ^b	1,83	0,602 ^a	0,601 ^a	0,673 ^b	0,625	3,24 ^a	2,92 ^b	2,76 ^b	2,97
Média da dens. de alojamento	2,04 ^a	1,91 ^b	1,91 ^b	1,98±0,07 ¹⁾	0,553 ^a	0,589 ^b	0,641 ^c	0,583±0,033 ¹⁾	3,73 ^a	3,25 ^b	3,04 ^c	3,44±0,18 ¹⁾
Significância	Estação(E); *** Dens. de alojamento(DA); *** Ex DA; N.S.				Estação (E); *** Dens. de alojamento(DA); *** Ex DA; *				Estação; *** Dens. de alojamento; *** Ex DA; *			

1) Média ± desvio padrão

a, b e c - valores da mesma linha em cada estação afetado pela mesma letra não são significativamente diferentes devido ao efeito da densidade de alojamento

Quadro II.4 - Influência da estação do ano e da densidade de alojamento nas performances de crescimento de suínos - período de acabamento (dos 50 aos 93,3 kg p.v.)

Parâmetro												
Ingestão alimentar (kg/dia)			Ganho médio diário (kg/dia)			Índice de conversão (kg/kg)						
Densidade de Alojamento	1,50 m ² /porco	1,00 m ² /porco	0,75 m ² /porco	Média da estação	1,50 m ² /porco	1,00 m ² /porco	0,75 m ² /porco	Média da estação	1,50 m ² /porco	1,00 m ² /porco	0,75 m ² /porco	Média da estação
Estação												
Inverno	2,99 ^a	2,88 ^b	2,66 ^b	2,85	0,684 ^a	0,703 ^a	0,622 ^b	0,683	4,37 ^a	3,97 ^b	4,09 ^b	4,14
Verão	2,83 ^a	2,60 ^b	2,42 ^b	2,62	0,687 ^a	0,596 ^b	0,522 ^b	0,612	4,25 ^a	4,44 ^{ab}	4,61 ^b	4,43
Média da dens. de alojamento	2,91 ^a	2,74 ^b	2,54 ^c	2,78±0,12 ¹⁾	0,685 ^a	0,649 ^b	0,607 ^c	0,660±0,039 ¹⁾	4,31	4,20	4,35	4,27±0,19 ¹⁾
Significância	Estação(E); *** Dens. de alojamento(DA); *** Ex DA; N.S.				Estação(E); *** Dens. de alojamento(DA); *** Ex DA; **				Estação(E); *** Dens. de alojamento(DA); N.S. Ex DA; ***			

1) Média ± desvio padrão

a, b e c - valores da mesma linha em cada estação afetado pela mesma letra não são significativamente diferentes devido ao efeito da densidade de alojamento

alojamento levou a um incremento ($p<0,05$) da temperatura rectal. Deste modo, os resultados indicam a aparência de uma interacção entre peso vivo e densidade de alojamento na temperatura rectal. Este efeito da densidade de alojamento foi mais pronunciado ($p<0,05$) no ensaio de Verão do que no ensaio de Inverno..

3.B.II.3.3. Performances de crescimento

3.B.II.3.3.1. Período de crescimento (dos 26,3 aos 50,0 kg p.v.)

Durante o período de crescimento quer a estação do ano quer a densidade de alojamento exerceram uma influência significativa ($p<0,001$) na ingestão média diária de alimento, no ganho médio diário de peso vivo e no índice de conversão alimentar. No Inverno, a ingestão alimentar foi 13% superior, o ganho médio diário 11% inferior e o índice de conversão alimentar 25% superior em relação ao ensaio de Verão (quadro II.2).

A ingestão média diária diminuiu 6%, o ganho médio diário aumentou 16% e o índice de conversão alimentar diminuiu 18% com o aumento da densidade de alojamento de 6 para 12 animais por parque. No entanto, este aumento do ganho médio diário, devido ao aumento da densidade de alojamento, foi de 21% no ensaio de Inverno e, somente, de 12% no ensaio de Verão ($p<0,05$). Também a diminuição do índice de conversão, com o aumento da densidade de alojamento, foi mais pronunciada ($p<0,05$) no ensaio de Inverno (21%) do que no ensaio de Verão (15%).

3.B.II.3.3.2. Período de acabamento (dos 50 aos 93,3 kg p.v.)

A estação do ano manifestou ter um efeito significativo ($p<0,001$) na ingestão média diária de alimento, no ganho médio diário de peso vivo e no índice de conversão alimentar durante o período de acabamento.

Os animais no ensaio de Inverno registaram uma ingestão média diária 9% superior, um ganho médio diário 12% superior e um índice de conversão alimentar 7% inferior, relativamente, aos animais do ensaio de Verão (quadro II.3).

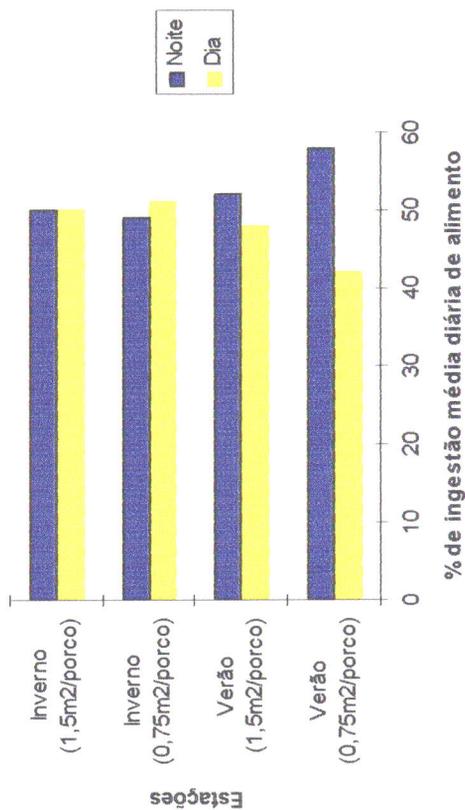


Figura II.3. Repartição da ingestão de alimento pelo período diurno e pelo período noturno de acordo com a densidade de alojamento e com a estação do ano (Experiência 2)

Quadro II.5 - Influência da estação do ano e da densidade de alojamento nas performances de crescimento de suínos - período global de engorda (dos 26,3 aos 93,3 kg p.v.)

Densidade de Alojamento	Ingestão alimentar (kg/dia)				Ganho médio diário (kg/dia)				Índice de conversão (kg/kg)			
	1,50 m²/porco	1,00 m²/porco	0,75 m²/porco	Média da estação	1,50 m²/porco	1,00 m²/porco	0,75 m²/porco	Média da estação	1,50 m²/porco	1,00 m²/porco	0,75 m²/porco	Média da estação
Estação	2,69 ^a	2,56 ^{ab}	2,41 ^b	2,55	0,610 ^a	0,649 ^b	0,641 ^b	0,633	4,24 ^a	3,81 ^b	3,78 ^b	3,94
Verão	2,47 ^a	2,26 ^b	2,17 ^b	2,30	0,653 ^a	0,598 ^b	0,601 ^b	0,617	3,85	3,83	3,87	3,85
Média da dens. de alojamento	2,58 ^a	2,41 ^b	2,29 ^b	2,47±0,15 ¹⁾	0,631	0,623	0,621	0,628±0,027 ¹⁾	4,04 ^a	3,82 ^b	3,83 ^b	3,93±0,15 ¹⁾
Significância	Estação(E); ***				Estação(E); N.S.				Estação(E); N.S.			
	Dens. de alojamento(DA); ***				Dens. de alojamento(DA); N.S.				Dens. de alojamento(DA); ***			
	Ex DA; N.S.				Ex DA; ***				Ex DA; ***			

1) Média ± desvio padrão

a, b e c - valores da mesma linha em cada estação afetado pela mesma letra não são significativamente diferentes devido ao efeito da densidade de alojamento

A densidade de alojamento teve uma influência significativa ($p < 0,001$) na ingestão média diária e no ganho médio diário. O índice de conversão alimentar não foi afectado por este factor ($p \geq 0,05$). A ingestão alimentar e o ganho médio diário diminuíram, respectivamente, 13 e 14%, com o aumento da densidade de alojamento de 6 para 12 animais por parque. No entanto, no ensaio de Inverno, o ganho médio diário pouco variou e o índice de conversão diminuiu 6% com este aumento da densidade de alojamento. No ensaio de Verão, o ganho médio diário diminuiu 20% e o índice de conversão aumentou 8% com o aumento da densidade de alojamento.

Determinou-se, também, a repartição da ingestão alimentar entre período diurno (das 7 às 19 horas) e o período nocturno (das 19 às 7 horas) para animais alojados em grupos de 6 ou de 12 por parque, quando registaram um peso vivo médio de 65 kg. Os dados da figura II.3 indicam um efeito, da estação do ano, na repartição nictemeral da ingestão alimentar. Os animais no ensaio de Inverno, para ambas as densidades de alojamento, ingeriram a mesma quantidade de alimento durante a noite e durante o dia. No ensaio de Verão, os animais ingeriram 55% da ingestão diária de alimento durante a noite; mas este efeito foi mais evidente ($p < 0,001$) quando a densidade de alojamento foi mais elevada (12 animais por parque), ingerindo os animais, neste caso, apenas 42% da ingestão diária de alimento durante o dia.

3.B.II.3.3.3. Período global de engorda

Os dados apresentados no quadro II.4 indicam que durante o período global de engorda (dos 26,3 aos 93,3 kg de peso vivo) a ingestão média diária de alimento foi, significativamente, ($p < 0,001$) reduzida em 10%, no ensaio de Verão comparativamente ao ensaio de Inverno. O aumento da densidade de alojamento também levou a uma diminuição da ingestão alimentar em 11%.

Registou-se uma interacção, significativa, ($p < 0,001$) entre estação do ano e densidade de alojamento no ganho médio diário de peso vivo e no índice de conversão alimentar. No ensaio de Inverno, o maior ganho médio diário (0,649 kg/dia) foi conseguido com uma densidade de alojamento de 9 animais por parque, não se verificando diferenças significativas entre este valor e o obtido com uma densidade de alojamento de

Quadro II.6. - Influência da estação do ano e da densidade de alojamento na composição de carcaça em porcos abatidos com 93,3 kg p.v.

Parâmetro	Densidade de Alojamento	1,50 m ² /porco	1,00 m ² /porco	0,75 m ² /porco	Média da Estação	Significância
	Estação					
Peso da gordura perirenal (kg)	Inverno	0,754 ^a	0,807 ^a	0,609 ^b	0,723	Estação; *** Dens. de Aloj.; * Ex DA; ***
	Verão	0,870 ^a	1,090 ^b	1,239 ^c	0,949	
	Média da dens. de alojamento	0,812 ^a	0,949 ^b	0,924 ^b	0,873 ± 0,258 ¹⁾	
Espessura da gordura dorsal (mm)	Inverno	19,3 ^a	19,4 ^a	14,7 ^b	17,8	Estação; ** Dens. de Aloj.; *** Ex DA; N.S.
	Verão	17,0 ^a	15,2 ^{ab}	14,0 ^b	15,4	
	Média da dens. de alojamento	18,1 ^a	17,3 ^a	14,3 ^b	16,5 ± 4,8 ¹⁾	
Percentagem de músculo (%)	Inverno	53,2 ^a	53,2 ^a	57,3 ^b	54,6	Estação; *** Dens. de Aloj.; *** Ex DA; N.S.
	Verão	56,4 ^a	57,4 ^{ab}	58,1 ^b	57,3	
	Média da dens. de alojamento	54,8 ^a	55,3 ^a	57,7 ^b	55,8 ± 3,2 ¹⁾	
Percentagem de gordura (%)	Inverno	23,7 ^a	24,0 ^a	19,1 ^b	22,2	Estação; *** Dens. de Aloj.; *** Ex DA; N.S.
	Verão	21,3 ^a	19,6 ^{ab}	18,9 ^b	19,9	
	Média da dens. de alojamento	22,5 ^a	21,8 ^b	18,9 ^b	21,2 ± 3,8 ¹⁾	

1) Média ± desvio padrão

a, b e c - valores da mesma linha em cada estação afectado pela mesma letra não são significativamente diferentes devido ao efeito da densidade de alojamento

acompanhado por um aumento na percentagem de músculo e por uma diminuição quer da percentagem de gordura, quer da espessura da gordura dorsal (quadro II.5).

Verificou-se uma interacção entre estação do ano e densidade de alojamento no peso da gordura perirenal. A gordura perirenal foi, significativamente, mais pesada ($p < 0,001$) no Verão do que no Inverno. No ensaio de Inverno o aumento da densidade de alojamento de $1,50 \text{ m}^2/\text{porco}$ para $0,75 \text{ m}^2/\text{porco}$ levou a uma diminuição do peso da gordura perirenal em 19%. No ensaio de Verão o aumento desta densidade conduziu a um aumento daquele peso em 42%.

3.B.II.4. DISCUSSÃO

3.B.II.4.1. Temperatura rectal

Os valores da temperatura rectal foram mais elevados no ensaio de Verão do que no ensaio de Inverno. Os valores mais elevados foram registados no período de crescimento, relativamente, ao período de acabamento. Estes resultados, tal como na experiência 1, estão de acordo com o referido por Edwards et al., (1968); Wettemann et al., (1976; 1979) e Lopez et al., (1991).

A densidade de alojamento não teve influência nos valores da temperatura rectal registados durante o período de crescimento. No entanto, no período de acabamento, verificou-se que os valores mais elevados de temperatura rectal foram registados nos animais alojados nos parques de maior densidade de alojamento, sendo este efeito mais evidente no ensaio de Verão. Isto leva a supor que uma forte densidade de alojamento, principalmente quando os animais são mais pesados, contribuiu para o acentuar do stress térmico provocado pelas altas temperaturas ambientais, razão pela qual a temperatura rectal aumentou.

Tal, parece estar relacionado com o facto de que em situações de altas temperaturas ambientais, as quais afectam de modo mais notório os animais mais pesados, os porcos necessitam de dissipar mais calor. De modo a conseguir esta dissipação, tal como os trabalhos de Boon (1981) mostram, o animal altera a sua postura e o seu comportamento, em relação aos outros animais, no grupo. Assim, quanto maior é o número de animais no grupo e menor o espaço por animal, mais dificuldade tem o animal

em praticar estas alterações comportamentais (Hansen et al., 1992). Tal, pode levar a que a dissipação de calor não seja tão eficaz, aumentando assim a temperatura interna dos animais alojados nestas condições.

3.B.II.4.2. Performances de crescimento

3.B.II.4.2.1. Ingestão alimentar

Durante ambos os períodos de engorda (crescimento e acabamento) a ingestão média diária de alimento diminuiu com o aumento da densidade de alojamento. Resultados semelhantes são referidos por Petersen e Nielsen, (1977) e por Kornegay e Notter, (1984), os quais demonstraram um aumento da ingestão alimentar com o aumento do espaço disponível por animal.

Na realidade, o aumento do número de animais por parque poderá ser responsável por um aumento da dificuldade do animal em dissipar calor, no Verão, ou permitir-lhe conservá-lo melhor no Inverno, o que levará a uma diminuição da ingestão alimentar em ambas as estações do ano. No entanto, se as condições de temperatura ambiental não se afastarem muito da termoneutralidade e se o aumento da densidade de alojamento for muito acentuado, (Meunier-Salaun, 1989) este aumento poderá levar a um incremento da ingestão alimentar devido à maior competição pelo alimento que se regista entre os animais.

Verificou-se, também, um efeito da estação do ano ($p < 0,001$) na ingestão média diária. Em média, tal como se verificou na experiência 1, os porcos no ensaio de Inverno ingeriram mais alimento, 11% nesta experiência, do que no ensaio de Verão o que concorda com o relatado por Nichols et al., (1982); Hsia e Lu, (1987); Lopez et al., (1991); Nienaber et al., (1993) e Massabie et al., (1996).

O efeito da densidade de alojamento, na ingestão alimentar, foi mais marcado no período de acabamento, 13% de redução quando a densidade de alojamento subiu de 6 para 12 animais por parque, do que no período de crescimento onde a redução foi somente de 6%. Verificou-se, também, que esta diminuição da ingestão média diária com o aumento da densidade de alojamento foi mais evidente no ensaio de Verão (12%),

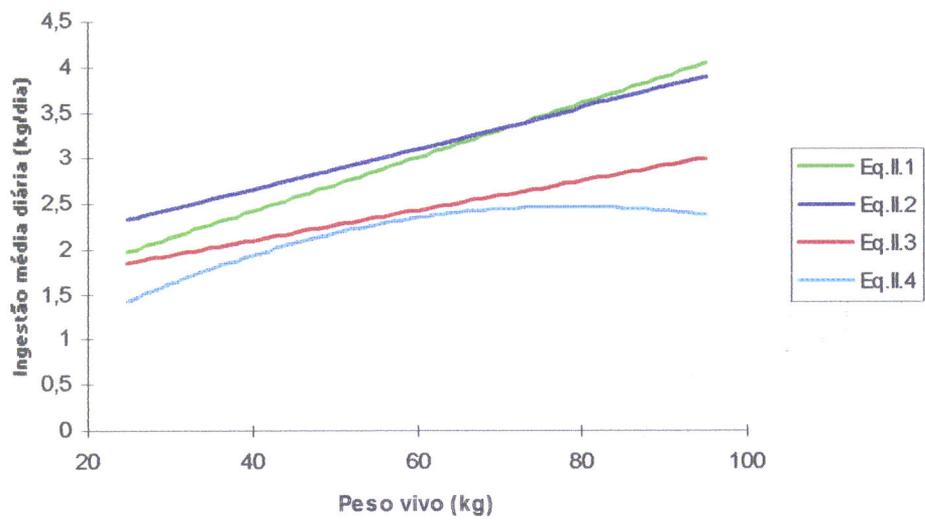


Figura II.5. Evolução da ingestão alimentar com o peso vivo dos suínos de acordo com a densidade de alojamento e com a estação do ano (Experiência 2)

do que no ensaio de Inverno (10%), o que concorda com os resultados de Phuah, (1976) e Argañosa et al., (1988).

Tal facto é sustentado pelo modo como a ingestão média diária de alimento evoluiu com o peso vivo dos animais, em cada estação do ano, de acordo com cada densidade de alojamento, o qual se ilustra através das equações II.1, II.2, II.3 e II.4:

$$IA(i,6) = 1,2400 + 0,0294 \text{ p.v.} \quad (R^2 = 0,98; n = 62) \quad (\text{eq. II.1})$$

$$IA(i,12) = 1,4434 + 0,0163 \text{ p.v.} \quad (R^2 = 0,93; n = 62) \quad (\text{eq. II.2})$$

$$IA(v,6) = 1,7775 + 0,0221 \text{ p.v.} \quad (R^2 = 0,93; n = 62) \quad (\text{eq. II.3})$$

$$IA(v,12) = 0,2448 + 0,0565 \text{ p.v.} - 0,00036 \text{ p.v.}^2 \quad (R^2 = 0,90; n = 62) \quad (\text{eq. II.4})$$

onde IA é a ingestão média diária de alimento no ensaio de Inverno (i) ou no ensaio de Verão (v) de acordo com a densidade de alojamento de 6 animais por parque ou de 12 animais por parque e pv é o peso vivo dos animais.

Pode, assim, verificar-se que no ensaio de Inverno a ingestão alimentar aumentou linearmente com o aumento do peso vivo dos animais. Durante o Verão, a ingestão alimentar também aumentou linearmente com o aumento do peso vivo dos animais. No entanto, para a densidade de alojamento de 12 animais por parque registou-se uma relação quadrática entre ingestão média diária de alimento e peso vivo dos animais (figura II.5). O sucedido vem evidenciar que o efeito detrimental das altas temperaturas de Verão sobre a ingestão alimentar se torna mais acentuado quanto mais elevada é a densidade de alojamento, sendo aconselhável, em situações de altas temperaturas, aumentar o espaço disponível, por animal, o qual representará uma vantagem em termos de ingestão alimentar.

3.B.II.4.2.2. Ganho médio diário

Os resultados globais indicam a existência de uma interacção ($p < 0,001$) entre densidade de alojamento e estação do ano no ganho médio diário de peso vivo. O aumento da densidade de alojamento foi acompanhado por um incremento do ganho médio diário, no ensaio de Inverno, e por uma diminuição no ensaio de Verão. De facto, tal como referem Mount, (1974); Holmes e Close, (1977) e Meneses, (1985) a

temperatura crítica inferior diminui com o aumento do número de animais por grupo, pois quanto maior for esse número menos calor o animal perde para o ambiente, ficando assim mais energia disponível para o crescimento.

Em condições de altas temperaturas, o aumento do número de animais por grupo diminui a eficiência das perdas de calor do animal para o ambiente, sendo assim, acentuado o efeito do stress térmico por calor. Como tal, as necessidades de manutenção aumentam (Holmes, 1973) e a ingestão alimentar diminui, havendo assim uma diminuição do ganho médio diário de peso vivo.

No entanto, a amplitude desta interacção foi diferente para cada período de engorda. No período de crescimento assistiu-se a um efeito da estação do ano no ganho médio diário, crescendo os animais no ensaio de Verão 11% mais rápido, do que no ensaio de Inverno. Estes resultados concordam com os obtidos por Close, (1983); Stahly e Cromwell, (1986) e Rinaldo e Le Dividich, (1991^a). Neste período de crescimento a menor densidade de alojamento (1,5 m²/porco) conduziu a um decréscimo de 17% no ganho médio diário no ensaio de Inverno, e, de somente 10% no ensaio de Verão, relativamente à maior densidade de alojamento (0,75 m²/porco).

Embora outros trabalhos (Kornegay et al., 1993) refiram que o ganho médio diário diminui com a diminuição da área disponível, por animal, no presente estudo as três densidades de alojamento utilizadas são nitidamente inferiores às recomendadas para o período de crescimento (0,7 m²/porco até aos 50 kg de peso vivo, segundo Andrada, 1987 e Baxter, 1989) pelo que não seria de esperar um efeito directo da densidade de alojamento na diminuição da taxa de crescimento. Ao que se assistiu, foi a um efeito benéfico do aumento da densidade de alojamento na diminuição das perdas de calor do animal para o ambiente, o qual foi mais nítido no ensaio que registou as temperaturas ambientais mais baixas, já que no ensaio de Verão, durante o período de crescimento, as temperaturas ambientais situaram-se dentro da zona de termoneutralidade.

No período de acabamento a maior densidade de alojamento foi responsável por uma diminuição de 3% no ganho médio diário, relativamente à maior densidade de alojamento, no ensaio de Inverno. Estes resultados concordam com o referido por Pedersen e Nielsen, (1977) e Petherick, (1983) onde se relata que, em condições de frio, a taxa de crescimento não difere significativamente entre densidades de alojamento.

No ensaio de Verão, esta diminuição do ganho diário com o aumento da densidade de alojamento, durante o período de acabamento, foi mais marcada (20%). Kornegay e Notter, (1984) também demonstraram uma diminuição do ganho médio diário, durante o período de acabamento, devido ao aumento do número de animais no grupo. Os resultados obtidos concordam com os resultados de Phuah, (1976) McConnel et al., (1987) e Argañosa et al., (1988) os quais demonstram uma maior taxa de crescimento dos animais criados em grupos de baixa densidade de alojamento relativamente àqueles que foram criados em grupos com altas densidades de alojamento, em condições de altas temperaturas ambientais.

3.B.II.4.2.3. Índice de conversão alimentar

No período global de engorda não se notou uma influência significativa da estação do ano sobre o índice de conversão alimentar. No entanto, assistiu-se a uma interação entre densidade de alojamento e estação do ano, em cada período (crescimento ou acabamento), neste parâmetro.

No período de crescimento o índice de conversão diminuiu com o aumento da densidade de alojamento de 1,50 m²/porco para 0,75 m²/porco. Esta diminuição foi mais marcada no ensaio de Inverno (21%) do que no ensaio de Verão (15%). Durante o período de acabamento este aumento da densidade de alojamento conduziu a uma diminuição de 6% no índice de conversão, no ensaio de Inverno, e, a um aumento de 8% neste parâmetro no ensaio de Verão.

Também Bells et al., (1966), Petersen e Nielsen, (1977) e Mc Connel et al., (1987) verificaram que uma baixa densidade de alojamento é responsável por um índice de conversão mais elevado quando os animais estão alojados em condições de temperatura situadas na zona de termoneutralidade ou abaixo dela, particularmente quando os animais são mais jovens. Nestas condições de frio, a maior parte da ingestão alimentar é utilizada para satisfazer as necessidades de termoregulação, pelo que uma maior densidade de alojamento, ao providenciar uma redução nas perdas de calor do animal para o ambiente, disponibiliza mais energia para o crescimento, razão pela qual, o índice de conversão diminui. Em condições de calor, uma maior densidade de alojamento acentua os efeitos das altas temperaturas ambientais, levando o animal a estado de hipertermia o qual

provoca uma redução drástica da ingestão alimentar com efeitos na taxa de crescimento e no índice de conversão alimentar.

Como já foi referido, os animais mais pesados adaptam-se melhor às baixas temperaturas ambientais e os animais mais leves às altas temperaturas ambientais. Uma baixa densidade de alojamento pode levar a que os efeitos das altas temperaturas ambientais, no crescimento dos animais mais pesados, não seja tão evidente. Pelo contrário, uma elevada densidade de alojamento parece ser favorável, no Inverno, particularmente para os animais mais jovens.

3.B.II.4.3. Composição da carcaça

Os animais no ensaio de Inverno, inversamente ao sucedido na experiência 1, foram mais gordos do que os animais criados no Verão. Estes resultados estão de acordo com os resultados obtidos por Campbell et al., (1985); Verstegen et al., (1985); Rinaldo e Le Dividich, (1991^a) e Nienaber et al., (1993).

Notou-se a existência de interação entre estação do ano e densidade de alojamento relativamente ao peso da gordura perirenal. A temperatura ambiental teve um efeito na repartição da gordura. A gordura externa aumentou 12% no ensaio de Inverno, em relação ao ensaio de Verão. Este efeito foi mais pronunciado na densidade de alojamento mais baixa (11%) do que na mais elevada (1%).

Por sua vez, o peso da gordura perirenal aumentou 47% no Verão, em relação ao ensaio de Inverno, mas, o efeito foi mais marcado na densidade de alojamento de 12 animais por parque (103%) do que na densidade de alojamento mais baixa (15%).

Os resultados encontrados, com respeito ao efeito da densidade de alojamento, na composição da carcaça estão de acordo com os referidos por Petersen e Nielsen, (1977) para animais alimentados *ad libitum* e abatidos aos 90 kg de peso vivo.

Nesta experiência verificou-se que uma baixa densidade de alojamento acentua os efeitos das baixas temperaturas e, que uma elevada densidade de alojamento torna mais evidente os efeitos do stress térmico provocado pelas altas temperaturas, relativamente às performances e à composição da carcaça de suínos.

Quadro III.1. Pesos vivos médios por lote ao início e no fim da experiência 3

Lote	Densidade energética da dieta	Estação			
		Inverno		Verão	
		p.v. inicial	p.v. final	p.v. inicial	p.v. final
A	3200 kcal/kg	25,2	98,0	24,5	98,2
B		25,8	98,7	24,2	96,5
C		25,7	99,2	24,1	96,8
D		26,0	97,3	25,8	97,2
E		25,4	97,9	23,9	95,9
F	2850 kcal/kg	25,0	99,0	24,9	97,3
G		25,3	99,1	25,6	98,1
H		24,5	99,7	23,7	96,4
I		24,8	98,1	26,1	96,2
J		25,4	98,6	25,3	96,7

Quadro III.2. - Composição em ingredientes das dietas utilizadas na experiência 3

Densidade energética			
Alta		Baixa	
Ingrediente	Porcentagem	Ingrediente	Porcentagem
Milho	31,8	Milho	7,3
Trigo	14,5	Trigo	30,0
Bagaco de soja	16,5	bagaco de soja	11,0
Soja Micromizada	4,4	Girassol	5,0
Melaços	5,0	Melaços	5,0
Corn gluten	17,0	Corn gluten	17,0
Sêmea de trigo	8,0	Sêmea de trigo	20,0
Carbonato de cálcio	1,35	Carbonato de cálcio	1,78
Fosfato bicálcio	0,53	-	-
Sal	0,45	Sal	0,45
Premix	0,47	Premix	0,47

Quadro III.3. - Composição química calculada das dietas utilizadas na experiência 3

Nutriente	Densidade energética	
	Alta	Baixa
Energia digestível kg/kg alimento	3200	2850
Proteína bruta	17,8	16,5
Fibra bruta	5,5	6,3
Cinzas	6,5	8,7
Cálcio	0,80	0,80
Fósforo	0,55	0,55
Gordura bruta	3,6	2,1
Lisina	0,85	0,85
Metionina + cistina	0,60	0,58

3.B.III. EXPERIÊNCIA 3:**EFEITO DA DENSIDADE ENERGÉTICA DA DIETA E DA ESTAÇÃO DO ANO (INVERNO OU VERÃO) NAS PERFORMANCES DE SUÍNOS EM FASE DE CRESCIMENTO E ACABAMENTO****3.B.II.1. OBJECTIVOS**

A bibliografia indica que os alimentos pouco concentrados em energia são melhor valorizados nas condições de Inverno e que, uma alta concentração energética limita o stress causado ao animal pelas altas temperaturas ambientais.

Esta experiência foi delineada para examinar o efeito da densidade energética da dieta (3200 kcal ED/kg de alimento vs 2850 kcal ED/kg de alimento) nas performances de crescimento e na composição da carcaça de suínos, de acordo com a estação do ano.

3.B.III.2. MATERIAIS E MÉTODOS**3.B.III.2.1. Constituição dos lotes e alojamento**

Os 120 animais utilizados, 60 em cada ensaio (Inverno ou Verão), foram divididos em lotes de 6 animais (3 machos inteiros e 3 fêmeas) o que conduziu a uma densidade de alojamento de 1,50 m²/porco e a 10 lotes, 5 por tratamento, (alta densidade energética ou baixa densidade energética), em cada estação do ano.

No ensaio de Inverno os animais tinham 91 ± 7 dias de idade e um peso vivo de $25,3 \pm 4,5$ kg, à entrada no ensaio e, foram abatidos aos 196 ± 7 dias com um peso vivo médio de $98,5 \pm 10,8$ kg. No Verão, o ensaio iniciou-se quando os animais tinham uma idade média de 99 ± 9 dias e pesavam $24,8 \pm 4,9$ kg, tendo sido abatidos aos 195 ± 9 dias com um peso vivo de $97,0 \pm 11,0$ kg (quadro III.1).

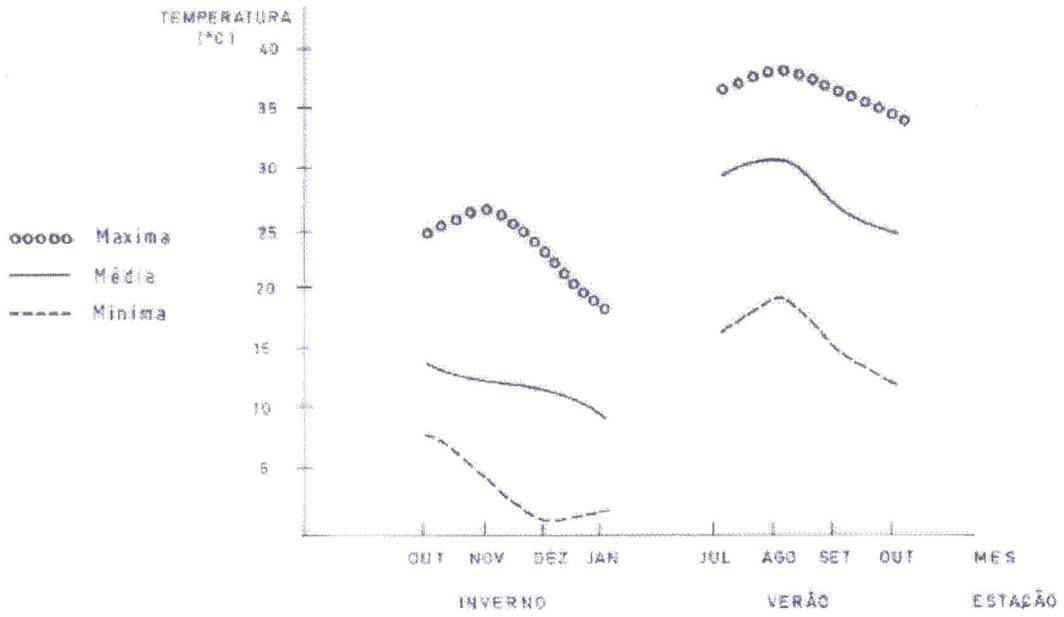


Figura III.1. Condições interiores de temperatura (Experiência 3)

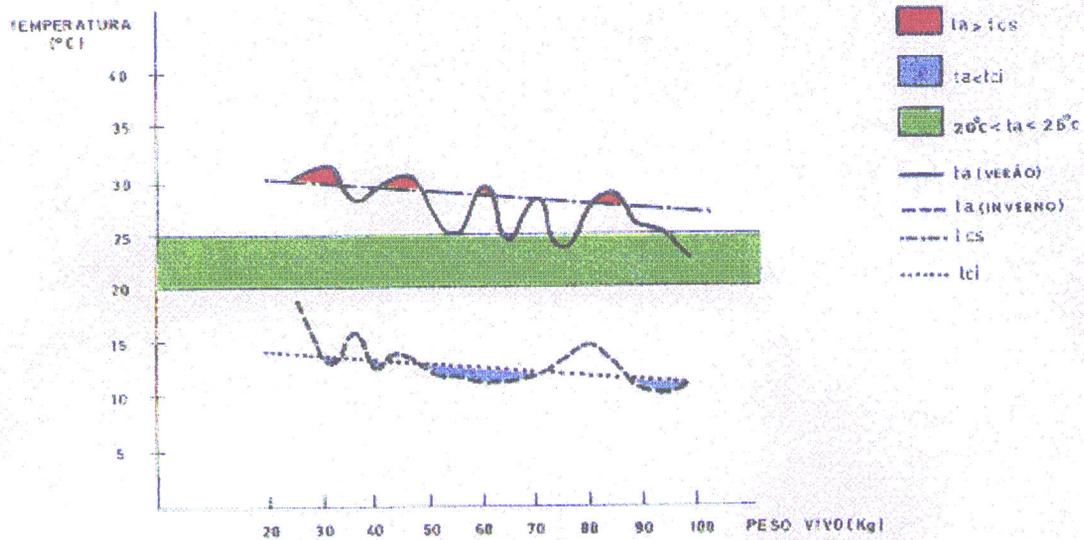


Figura III.2. Temperatura interior e zona de termoneutralidade (Experiência 3)

3.B.III.2.2. Alimentação

Nesta experiência utilizaram-se dois tipos de alimento. Ambos eram um concentrado comercial de crescimento fornecido em *ad libitum*. Um, consistia numa dieta de alto nível energético com uma densidade energética, calculada por tabelas, com base na sua composição em ingredientes, de 3200 kcal ED/kg de alimento; o outro, era uma dieta de baixo nível energético, com uma densidade energética também calculada por tabelas de 2850 kcal ED/kg de alimento. A sua composição em ingredientes pode ser visualizada no quadro III.1 e, a sua composição química no quadro III.2.

A diferença nos níveis de energia digestível, entre dietas, foi conseguida através da modificação dos ingredientes na composição de cada dieta, tendo sido ajustada a percentagem de proteína bruta ao nível energético da dieta.

3.B.III.2.3. Medições efectuadas

Além das medições já referidas, em termos gerais (capítulo 3.A.), calculou-se a ingestão média de alimento por período de distribuição, no intervalo que mediou entre os 60 e os 70 kg de peso dos animais.

Esta medição foi efectuada com o objectivo de quantificar eventuais alterações, na ingestão de alimento, devidas à estação do ano, à densidade energética da dieta e ao período de distribuição do alimento (diurno cuja distribuição se efectuou às 7 horas ou nocturno, cuja distribuição se efectuou às 19 horas).

Além de se terem pesado as quantidades de alimento distribuídas em cada período, a cada lote, os restos de alimento de cada parque foram pesados antes da distribuição do alimento, i.e., duas vezes ao dia.

Quadro III.4. - Influência da estação do ano e da densidade energética da dieta na temperatura rectal (°C) de suínos em fase de crescimento e acabamento

Densidade energética da dieta		Período de engorda					
		Crescimento (26,1 a 50 kg p.v.)			Acabamento (50 kg a 98 kg p.v.)		
		3200 kcal ED/kg	2850 kcal ED/kg	Média da Estação	3200 kcal ED/kg	2850 kcal ED/kg	Média da Estação
Estação do ano	Inverno	39,4	39,3	39,3	38,7	38,7	38,7
	Verão	39,6	39,5	39,5	39,1	39,1	39,1
	Média da Dens. Energética	39,5	39,4	39,4±0,2 ¹⁾	38,9	38,9	38,8±0,3 ¹⁾
	Significância	Estação; *** Densidade energética (Ded); N.S. Ex Ded; N.S.			Estação; *** Densidade energética (Ded); N.S. Ex Ded; N.S.		

1) Média ± desvio padrão

3.B.III.3. RESULTADOS**3.B.III.3.1. Condições ambientais**

Tal como se pode ver na figura III.1 verificou-se um efeito da estação do ano na temperatura ambiental registada no interior da construção, a qual sofreu uma variação de 16,4°C do Verão (28,3°C) para o Inverno (11,9°C).

No Inverno, que incluiu os meses de Outubro, Novembro, Dezembro e Janeiro, a temperatura ambiental aproximou-se da temperatura crítica inferior. No ensaio de Verão, que incluiu os meses de Julho, Agosto, Setembro e Outubro, a temperatura ambiental registou, em termos gerais, valores ligeiramente inferiores à temperatura crítica superior.

Os animais estiveram permanentemente sujeitos a temperaturas ambientais inferiores a 20°C no ensaio de Inverno, e superiores a 25°C no ensaio de Verão (figura III.2).

3.B.III.3.2. Temperatura rectal

Registou-se um efeito, significativo, da estação do ano ($p < 0,001$) na temperatura rectal. No ensaio de Verão, os animais registaram uma temperatura rectal superior àquela que registaram os animais no ensaio de Inverno, tanto no período de crescimento (39,5 vs 39,3) como no período de acabamento (39,1 vs 38,7).

A densidade energética da dieta não teve uma influência significativa ($p \geq 0,05$) na temperatura rectal (quadro III.4).

Quadro III.5. - Influência da estação do ano e da densidade energética de dieta nas performances de crescimento de suínos - período de crescimento (26,1 a 50 kg p.v.)

Densidade energética da dieta		Parâmetro																			
		Ingestão média diária de alimento (kg/dia)			Ingestão média diária de energia digestível (MJ/dia)			Ganho Médio diário (kg/dia)			Índice de conversão alimentar (kg/kg)			Índice de conversão da energia (MJ/kg)							
		3200 kcal ED/kg	2850 kcal ED/kg	Média da Estação	3200 kcal ED/kg	2850 kcal ED/kg	Média da Estação	3200 kcal ED/kg	2850 kcal ED/kg	Média da Estação	3200 kcal ED/kg	2850 kcal ED/kg	Média da Estação	3200 kcal ED/kg	2850 kcal ED/kg	Média da Estação					
Estação do ano																					
Inverno	2,06	2,24	2,15	6,59	6,38	6,49	0,499	0,548	0,523	4,19	4,09	4,14	13,43	11,66	12,54						
Verão	1,90	2,07	1,98	6,06	5,91	5,99	0,604	0,610	0,607	3,14	3,40	3,27	10,05	9,69	9,87						
Média da Densidade Energética	1,98	2,16	2,08± 0,16 ¹⁾	6,33	6,15	6,27± 0,50 ¹⁾	0,551	0,579	0,560± 0,058 ¹⁾	3,66	3,74	3,75± 0,25 ¹⁾	11,74	10,68	11,35± 0,80 ¹⁾						
Significância	Estação(E); *			Estação(E); *			Estação(E); **			Estação(E); ***			Estação(E); ***			Estação(E); ***			Dens. energética (Ded); * Ex Ded; N.S.		
	Dens. energética (Ded); *			Dens. energética (Ded); N.S.			Dens. energética (Ded); N.S.			Dens. energética (Ded); N.S.			Dens. energética (Ded); N.S.			Dens. energética (Ded); *			Ex Ded; (p=0,085)		

1) Média ± desvio padrão

Quadro III.6. - Influência da estação do ano e da densidade energética de dieta nas performances de crescimento de suínos - período de acabamento (50 a 98 kg p.v.)

Densidade energética da dieta		Parâmetro																			
		Ingestão média diária de alimento (kg/dia)			Ingestão média diária de energia (MJ/dia)			Ganho Médio diário (kg/dia)			Índice de conversão alimentar (kg/kg)			Índice de conversão da energia (MJ/kg)							
		3200 kcal ED/kg	2850 kcal ED/kg	Média da Estação	3200 kcal ED/kg	2850 kcal ED/kg	Média da Estação	3200 kcal ED/kg	2850 kcal ED/kg	Média da Estação	3200 kcal ED/kg	2850 kcal ED/kg	Média da Estação	3200 kcal ED/kg	2850 kcal ED/kg	Média da Estação					
Estação do ano																					
Inverno	3,05	3,35	3,20	9,76	9,55	9,65	0,753	0,779	0,766	4,06	4,30	4,18	12,98	12,24	12,61						
Verão	2,68	2,88	2,78	8,58	8,19	8,39	0,682	0,655	0,668	3,93	4,39	4,16	12,59	12,52	12,55						
Média da Densidade Energética	2,87	3,11	3,01± 0,15 ¹⁾	9,17	8,87	9,09± 0,45 ¹⁾	0,718	0,717	0,723± 0,027 ¹⁾	3,99	4,34	4,17± 0,15 ¹⁾	12,78	12,38	12,58± 0,45 ¹⁾						
Significância	Estação(E); ***			Estação(E); ***			Estação(E); ***			Estação(E); N.S.			Estação(E); N.S.			Estação(E); N.S.			Dens. energética (Ded); N.S. Ex Ded; N.S.		
	Dens. energética (Ded); *			Dens. energética (Ded); N.S.			Dens. energética (Ded); N.S.			Dens. energética (Ded); N.S.			Dens. energética (Ded); ***			Dens. energética (Ded); N.S.			Ex Ded; N.S.		

1) Média ± desvio padrão

3.B.III.3.3. Performances de crescimento**3.B.III.3.3.1. Período de crescimento (dos 26,1 aos 50 kg p.v.)**

A estação do ano provou ter um efeito significativo na ingestão média diária de alimento ($p < 0,05$), na ingestão média diária de energia ($p < 0,05$), no ganho médio diário de peso vivo ($p < 0,01$), no índice de conversão alimentar ($p < 0,001$) e no índice de conversão da energia ($p < 0,001$), durante o período de crescimento.

Os animais no ensaio de Inverno, ingeriram 9% mais de alimento e de energia digestível, cresceram 14% mais lento, registaram um índice de conversão do alimento e um índice de conversão da energia 27% maior do que, os animais, no ensaio de Verão.

A densidade energética da dieta teve uma influência, significativa, na ingestão diária de alimento e no índice de conversão da energia ($p < 0,05$). Os animais alimentados com uma dieta de baixa densidade energética, registaram uma ingestão média diária de alimento 9% mais elevada e um índice de conversão da energia 9% mais baixo do que, aqueles, que foram alimentados com a dieta de alta densidade energética (quadro III.4). Esta diferença, no índice de conversão da energia devido à densidade energética da dieta, foi mais efectiva no ensaio de Inverno (13%) do que no ensaio de Verão (4%).

3.B.III.3.3.2. Período de acabamento (dos 50 aos 98 kg p.v.)

Os dados apresentados no quadro III.6, indicam que durante o período de acabamento a ingestão média diária de alimento, a ingestão média diária de energia e o ganho médio diário foram significativamente ($p < 0,001$) reduzidos no ensaio de Verão, comparativamente, ao ensaio de Inverno, em 13% para os três parâmetros. Não se verificou um efeito da estação do ano ($p \geq 0,05$) no índice de conversão alimentar ou no índice de conversão da energia.

A ingestão média diária de alimento ($p < 0,05$) e o índice de conversão alimentar ($p < 0,001$) foram também influenciados pela densidade energética da dieta. Os animais, alimentados com a dieta de baixa densidade energética, registaram uma ingestão

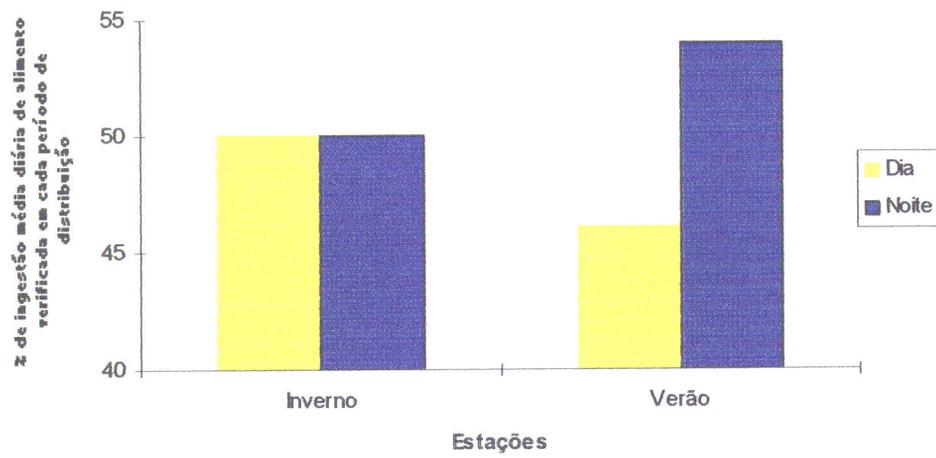


Figura III.3. Repartição da ingestão de alimento pelo período diurno e pelo período noturno de acordo com a estação do ano (Experiência 3)

média diária de alimento e um índice de conversão alimentar, 8% e 9%, respectivamente, superiores, em relação àqueles que, foram alimentados com a dieta de alta densidade energética.

A densidade energética da dieta não teve um efeito significativo ($p \geq 0,05$) na ingestão média diária de energia ou no índice de conversão da energia. No ensaio de Inverno os animais alimentados com a dieta de baixa densidade energética cresceram 3% mais rápido do que os alimentados com a dieta de alta densidade energética. Por sua vez, no ensaio de Verão foram os animais com a dieta de alta densidade energética os que cresceram 4% mais rápido, relativamente, aos alimentados com a dieta de baixa densidade energética.

Notou-se uma interacção, significativa, ($p < 0,001$) entre período de distribuição de alimento (diurno; cuja distribuição se efectuou às 7 horas ou nocturno, cuja distribuição se efectuou às 19 horas) e estação do ano na repartição da ingestão alimentar entre dia e noite, quando os animais pesavam 65 kg de peso vivo (figura III.3). No Inverno, os animais ingeriram a mesma quantidade de alimento nos dois períodos. No ensaio de Verão ingeriram 54% da ingestão diária de alimento no período nocturno.

3.B.III.3.3.3. Período global de engorda

Durante o período global de engorda (dos 26,1 aos 98,0 kg de peso vivo) registou-se um efeito significativo ($p < 0,001$) da estação do ano na ingestão média diária de alimento, na ingestão média diária de energia, no índice de conversão alimentar e no índice de conversão da energia. Os animais no ensaio de Inverno ingeriram mais 12% e 11%, em média, de alimento e de energia, respectivamente, por dia. Os seus índices de conversão alimentar e de energia foram, respectivamente, 8% e 5% superiores relativamente aos dos animais criados no ensaio de Verão (quadro III.7).

A ingestão média diária de alimento também foi influenciada ($p < 0,01$) pela densidade energética da dieta. Os animais alimentados com a dieta de baixa densidade energética, ingeriram 9% mais alimento do que os animais alimentados com a dieta de alta densidade energética (quadro III.7).

Quadro III.7. - Influência da estação do ano e da densidade energética de dieta nas performances de crescimento de suínos - período global de engorda (26,1 a 98 kg p.v.)

Densidade energética da dieta		Parâmetro													
		Ingestão média diária de alimento (kg/dia)			Ingestão média diária de energia (MJ/dia)			Ganho Médio diário (kg/dia)			Índice de conversão alimentar (kg/kg)			Índice de conversão da energia (MJ/kg)	
Estação do ano	3200 kcal ED/kg	2850 kcal ED/kg	Média da Estação	3200 kcal ED/kg	2850 kcal ED/kg	Média da Estação	3200 kcal ED/kg	2850 kcal ED/kg	Média da Estação	3200 kcal ED/kg	2850 kcal ED/kg	Média da Estação	3200 kcal ED/kg	2850 kcal ED/kg	Média da Estação
Verão	2,37	2,56	2,46	7,59	7,28	7,44	0,652	0,637	0,645	3,64	4,01	3,82	11,64	11,43	11,54
Média da Densidade Energética	2,49	2,72	2,62 ± 0,12 ¹⁾	7,97	7,75	7,91 ± 0,36 ¹⁾	0,649	0,662	0,657 ± 0,024 ¹⁾	3,84	4,10	3,99 ± 0,08 ¹⁾	12,28	11,69	12,03 ± 0,25 ¹⁾
Significância	Estação(E); *** Dens. energética (Ded); ** Ex Ded; N.S.			Estação(E); *** Dens. energética (Ded); N.S. Ex Ded; N.S.			Estação(E); N.S. Dens. energética (Ded); N.S. Ex Ded; *			Estação(E); *** Dens. energética (Ded); *** Ex Ded; *			Estação(E); *** Dens. energética (Ded); *** Ex Ded; **		

1) Média ± desvio padrão

Durante o ensaio de Inverno os animais alimentados com a dieta de baixa densidade energética cresceram 6% mais rápido do que os alimentados com a dieta de alta densidade energética. No ensaio de Verão a taxa de crescimento foi semelhante para as duas dietas.

No ensaio de Verão não se verificaram diferenças significativas, entre dietas, no índice de conversão da energia. Durante o ensaio de Inverno o índice de conversão da energia foi 8% superior para os animais alimentados com a dieta de alta concentração energética.

3.B.III.3.4. Composição da carcaça

Para um peso vivo ao abate de $98,0 \pm 11,6$ kg, o peso de carcaça foi semelhante para todos os tratamentos. Não se notou um efeito significativo da estação do ano no rendimento de carcaça, mas este parâmetro foi significativamente afectado ($p < 0,01$) pela densidade energética da dieta.

Os animais alimentados com a dieta de baixa densidade energética registaram menor rendimento de carcaça ($p < 0,01$), menor espessura da gordura dorsal ($p < 0,05$), maior percentagem de músculo ($p < 0,05$) e menor percentagem de gordura ($p < 0,05$) do que os animais alimentados com a dieta de alta densidade energética (quadro III.8).

O comprimento de carcaça foi superior para os animais criados no ensaio de Verão, comparativamente, aos criados no ensaio de Inverno, mas o efeito da estação do ano não se revelou significativo ($p \geq 0,05$). Os animais do ensaio de Inverno eram, significativamente, mais gordos ($p < 0,05$) do que os animais provenientes do ensaio de Verão.

Quadro III.8. - Influência da estação do ano e da densidade energética da dieta na composição de carcaça de suínos abatidos com um peso vivo de 98 kg

Parâmetro	Dens.ener- gética da Estação dieta do ano	3200 kcal ED/kg	2850 kcal ED/kg	Média da Estação	Significância
Rendimento da carcaça (%)	Inverno	76,5	75,1	75,8	Estação; N.S. Dens.energét.(Ded); **
	Verão	76,3	75,0	75,0	
	Média da dens. energética	76,4	75,0	75,7 ± 2,1 ¹⁾	
Comprimento de carcaça (cm)	Inverno	95,8	96,6	96,2	Estação; N.S. Dens.energét.(Ded);N.S
	Verão	97,1	97,6	97,4	
	Média da dens. energética	96,5	97,1	96,8 ± 3,7 ¹⁾	
Peso da gordura perirenal (kgs)	Inverno	0,726	0,758	0,742	Estação; *** Dens.energét.(Ded);N.S
	Verão	0,908	0,993	0,875	
	Média da dens. energética	0,817	0,875	0,8,49 ± 0,320 ¹⁾	
Espessura da gordura dorsal (mm)	Inverno	18,0	16,1	17,1	Estação; ** Dens.energét.(Ded); *
	Verão	15,6	14,0	14,8	
	Média da dens. energética	16,8	15,1	15,9 ± 3,7 ¹⁾	
Porcentagem de músculo (%)	Inverno	54,8	56,4	55,6	Estação; * Dens.energét.(Ded); *
	Verão	56,3	57,5	56,9	
	Média da dens. energética	55,6	56,9	56,3 ± 2,4 ¹⁾	
Porcentagem de gordura (%)	Inverno	22,7	20,9	21,8	Estação; * Dens.energét.(Ded); *
	Verão	21,3	19,9	20,6	
	Média da dens. energética	22,0	20,6	21,2 ± 3,2 ¹⁾	

1) Média ± desvio padrão

A interação estação x densidade energética da dieta não foi significativa ($p \geq 0,05$) para qualquer parâmetro em análise.

3.B.III.4. DISCUSSÃO

3.B.III.4.1. Temperatura rectal

Os valores da temperatura rectal foram superiores no período de crescimento em relação ao período de acabamento e, também, no ensaio de Verão, comparativamente, ao ensaio de Inverno. Esta superioridade, do período de crescimento, deve-se a que os animais mais jovens têm o metabolismo mais acelerado, e, uma vez que as temperaturas ambientais, no período de acabamento, não superaram a temperatura crítica superior, o efeito desta temperatura na elevação da temperatura rectal não se sobrepôs ao efeito da idade dos animais.

Não se verificaram efeitos, significativos ($p \geq 0,05$) da densidade energética da dieta na temperatura rectal, o qual vai de encontro ao citado na bibliografia onde somente se referem os efeitos do nível alimentar neste parâmetro.

Os resultados encontrados, tal como nas experiências 1 e 2 concordam com o relatado por Edwards et al., (1968); Wetterman et al., (1976, 1979) e Lopez et al., (1991).

3.B.III.4.2. Performances de crescimento

3.B.III.4.2.1. Ingestão alimentar e ingestão de energia

A ingestão média diária de alimento diminuiu no ensaio de Verão, comparativamente, ao ensaio de Inverno. Este efeito foi mais marcado, no período de acabamento (13%) do que no período de crescimento (8%), devido ao facto do efeito prejudicial que as altas temperaturas ambientais exerceram sobre a ingestão alimentar, ser mais efectivo nos animais mais pesados.

A densidade energética da dieta também influenciou a ingestão média diária de alimento. Em termos globais, os animais alimentados com a dieta de baixa densidade

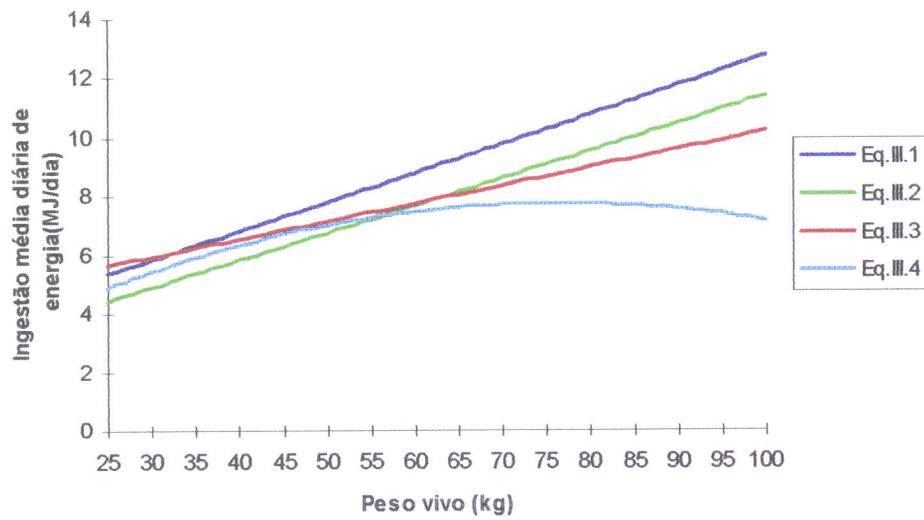


Figura III.5. Evolução da ingestão diária de energia com o peso vivo de suínos de acordo com a densidade energética da dieta e com a estação do ano (Experiência 3)

energética registaram uma ingestão média diária de alimento 9% superior à registada pelos animais alimentados com a dieta de alta densidade energética. Este efeito ocorreu, porque os porcos regulam a sua ingestão alimentar de acordo com a concentração energética do alimento (Henry e Noblet, 1986). Na presente experiência, os porcos ao serem alimentados com dietas diferentes em termos de concentração energética (3200 e 2850 kcal ED/kg) registaram uma ingestão de energia semelhante, de acordo com o tipo de dieta, em ambos os períodos de engorda, no ensaio de Inverno. No ensaio de Verão, particularmente no período de acabamento, a dieta de alta densidade energética conduziu a uma maior ingestão média diária de energia comparativamente à dieta de baixa densidade energética. Este efeito será melhor compreendido recorrendo às equações III.1, III.2, III.3 e III.4, as quais mostram o efeito da densidade energética da dieta na ingestão média de energia, de acordo com a estação do ano:

$$IE(i,a) = 2897 + 98,1 \text{ p.v.} \quad (R^2 = 0,91; n = 40) \quad (\text{eq. III.1})$$

$$IE(i,b) = 2923 + 92,5 \text{ p.v.} \quad (R^2 = 0,94; n = 40) \quad (\text{eq. III.2})$$

$$IE(v,a) = 4120 + 60,5 \text{ p.v.} \quad (R^2 = 0,94; n = 32) \quad (\text{eq. III.3})$$

$$IE(v,b) = 1433 + 166,1 \text{ p.v.} - 1,09 \text{ p.v.}^2 \quad (R^2 = 0,90; n = 32) \quad (\text{eq. III.4})$$

onde IE é a ingestão média diária de energia (MJ/dia) no ensaio de Inverno (i) ou no ensaio de Verão (v), de acordo com a densidade energética da dieta; alta (a) ou baixa (b) e p.v. é o peso vivo (kg) dos animais.

A ingestão média diária de energia aumentou, linearmente, com o aumento do peso vivo dos animais para ambas as densidades energéticas, no ensaio de Inverno. No ensaio de Verão, a ingestão de energia também aumentou, linearmente, com o aumento do peso vivo dos animais para a dieta de alta densidade energética. Para a dieta de baixa densidade energética a ingestão média diária de energia evoluiu quadraticamente com o aumento de peso vivo dos animais (figura III.5). Tal indica que, em condições de altas temperaturas ambientais, alimentar os porcos com uma dieta de baixa concentração energética leva a uma diminuição na ingestão alimentar nos porcos mais pesados. Estes resultados concordam com o relatado por Schoenherr et al., (1985). De facto, no ensaio de Inverno, os animais necessitaram aumentar a sua ingestão alimentar de modo a satisfazerem as necessidades de manutenção, as quais foram aumentadas devido às baixas temperaturas ambientais, razão pela qual, a ingestão alimentar e consequentemente a

ingestão de energia foi sempre aumentando com o aumento do peso vivo. No ensaio de Verão a dieta de densidade energética mais baixa, sendo também a que mais extra calor produziu, (o qual é benéfico em situação de Inverno), levou a que o efeito das altas temperaturas ambientais se fizesse sentir de modo mais notório.

Tal como ocorreu na experiência 2, também, na presente experiência os animais, no ensaio de Verão, independentemente do tipo de dieta, ingeriram maior quantidade de alimento no período nocturno do que no período diurno. Tal é explicado pelo facto de durante a noite a temperatura ambiental ser mais baixa que a verificada durante o dia. Deste modo, distribuir alimento no período nocturno, onde as temperaturas ambientais são mais baixas, poderá ser uma forma de atenuar o efeito que as condições ambientais de Verão exercem na ingestão alimentar.

3.B.III.4.2.2. Ganho médio diário

Os animais no ensaio de Inverno cresceram 3% mais rápido do que no ensaio de Verão. A análise dos resultados por período de engorda, tal como nas experiências anteriores, parece indicar a existência de uma interacção entre período de engorda e estação do ano no ganho médio diário. Durante o período de crescimento, os animais no ensaio de Verão cresceram 16% mais rápido do que cresceram os animais no ensaio de Inverno. Durante o período de acabamento, foram os animais no ensaio de Inverno, que cresceram 15% mais rápido comparativamente aos animais no ensaio de Verão. Estes resultados estão de acordo com o previamente relatado por Close, (1983); Stahly e Cromwell, (1986) e Rinaldo e Le Dividich, (1991^a).

No período de crescimento os animais alimentados com a dieta de baixa densidade energética cresceram mais rapidamente do que os alimentados com a dieta de alta densidade energética, particularmente no ensaio de Inverno (10%). Este resultado confirma que a dieta de menor densidade energética, a qual, ao ter uma menor digestibilidade, provoca um aumento da produção de extra-calor proveniente, não só, dos processos metabólicos, mas também da sua digestão e passagem no estômago e intestino, contribuindo, assim, para satisfazer as necessidades de termoregulação. Tal permitiu que maior parte da energia ingerida ficasse disponível para o crescimento, em condições de

frio. Este efeito notou-se, também, durante o período de acabamento no ensaio de Inverno.

Pelo contrário, no ensaio de Verão, foi a dieta de alta densidade energética que levou a um ganho médio diário 4% mais elevado. Tal deveu-se a que a quantidade de extra-calor produzido pela dieta de baixa densidade energética se tornasse prejudicial em condições de altas temperaturas, conduzindo a uma maior redução na ingestão alimentar, o qual tem como consequências uma diminuição mais acentuada da taxa de crescimento.

Os resultados obtidos concordam, de uma maneira geral, com os referidos por Seerley et al., (1978) e Coffey et al., (1982). Nestes estudos o ganho médio diário não se alterou, significativamente, com a utilização de dietas com diferentes densidades energéticas a 16°C. No entanto, o ganho médio diário foi incrementado quando a temperatura ambiental se situou nos 28°C, pela utilização de uma dieta com alta densidade energética, comparativamente, a uma dieta diluída em energia.

3.B.III.4.2.3. Índice de conversão alimentar e índice de conversão da energia

O índice de conversão alimentar e o índice de conversão da energia foram, em geral, 8% mais elevados no ensaio de Inverno do que no ensaio de Verão. Os resultados indicam a existência de uma interacção entre o período de engorda e estação do ano, dado que no período de crescimento ambos os parâmetros foram 27% mais elevados no ensaio de Inverno, comparativamente ao ensaio de Verão. No entanto, no período de acabamento não se registaram diferenças significativas quer no índice de conversão alimentar quer no índice de conversão da energia, devido à estação do ano.

De facto, no período de crescimento, os animais no ensaio de Inverno estiveram alojados em condições de temperatura próximas da temperatura crítica inferior. Assim, parte da energia ingerida foi utilizada com fins termoregulatórios, o que levou a um aumento do índice de conversão alimentar e do índice de conversão da energia. No período de acabamento, os animais ao serem mais pesados, resistiram melhor às condições de frio no ensaio de Inverno, não sendo este efeito tão evidente. No entanto, no ensaio de Verão, os animais cresceram menos como resultado da diminuição da ingestão alimentar, razão pela qual, os índices de conversão não sofreram alterações significativas durante o período de acabamento. Esta diminuição do índice de conversão alimentar com o aumento da

temperatura ambiental, no período de crescimento, foi também relatada por Hsia e Lu, (1987) e por Rinaldo e Le Dividich, (1991^a).

Não se registaram efeitos da densidade energética da dieta no índice de conversão alimentar ou no índice de conversão da energia, no ensaio de Inverno. No ensaio de Verão, o índice de conversão alimentar registado pelos animais alimentados com a dieta de baixa densidade energética foi 10% mais elevado do que o registado pelos animais alimentados com a dieta de alta densidade energética. Também os resultados de Seerley et al., (1978); Coffey et al., (1982); Schoenherr et al., (1985); Stahly e Cromwell, (1986); Noblet et al., (1987) e Rinaldo e Le Dividich, (1991^a) demonstram que, em condições de frio, as performances de crescimento são independentes da concentração energética da dieta. Nas condições de calor, as performances são melhoradas pelo aumento da densidade energética dos alimentos.

O índice de conversão da energia foi 8% superior com a utilização da dieta de alta densidade energética, no ensaio de Inverno, sendo esta diferença mais pronunciada no período de crescimento (13%) do que no período de acabamento (6%). No ensaio de Verão, a diferença verificada no índice de conversão da energia, devido à densidade energética da dieta, foi somente de 2%.

Estes resultados sustentam a hipótese da contribuição do extra-calor, produzido pela utilização das dietas diluídas em energia para a satisfação dos requerimentos de termoregulação, em condições de frio, principalmente quando os animais são jovens. Por sua vez, este tipo de alimento evidencia o efeito prejudicial das altas temperaturas ambientais nos animais mais pesados.

3.B.III.4.3. Composição corporal

Os resultados obtidos nesta experiência também indicam que a temperatura ambiental teve um efeito significativo na morfologia e na repartição de gordura. Os animais no ensaio de Verão são mais compridos, não sendo a diferença, significativa, devido a que a temperatura ambiental se situou abaixo da temperatura crítica superior, e mais magros do que os animais criados no Inverno. Também Campbell et al., (1985); Verstegen et al., (1985); Rinaldo e Le Dividich, (1991^a) e Nienaber et al., (1993) relataram que os animais criados no Inverno são mais gordos do que os criados no Verão.

No entanto, o peso da gordura interna foi mais elevado no ensaio de Verão, o que demonstra o efeito da temperatura ambiental na repartição de gordura.

A densidade energética da dieta teve uma influência significativa no rendimento de carcaça, percentagem de músculo e percentagem de gordura. O conteúdo lipídico da carcaça diminuiu com a diminuição da densidade energética da dieta, o qual concorda com os resultados obtidos por Coffey et al., (1982); Campbell et al., (1985) e Henry, (1985).

Os animais alimentados com a dieta de menor densidade energética registaram um menor rendimento de carcaça do que os animais alimentados com a dieta de alta densidade energética. Tal, concorda com o referido por Just et al., (1983) Noblet et al., (1985); e Jorgensen et al., (1985) cit in Bikawa, (1986) quando dizem que a diminuição da densidade energética da dieta leva a uma maior ingestão alimentar, conduzindo, por sua vez, ao aumento do peso dos órgãos, particularmente daqueles que compõem o tubo digestivo, os quais não pertencem à carcaça, razão pela qual o rendimento de carcaça diminuí.

Pode assim dizer-se que a utilização de um alimento diluído, no Inverno, tem um interesse limitado, pois apesar de diminuir a adiposidade da carcaça é também responsável por uma diminuição do seu rendimento.

Quadro C.1. - Efeito da estação do ano nas performances de crescimento de suínos (comparação entre as 3 experiências)¹

Experiência Parâmetro	Período de engorda											
	Crescimento				Acabamento				Global			
	1	2	3	Média	1	2	3	Média	1	2	3	Média
Ingestão média diária de alimento	97	98	92	92	88	92	87	89	92	90	89	90
Ganho médio diário	118	111	116	115	86	90	87	88	96	97	97	97
Índice de conversão alimentar	85	80	79	81	101	107	100	103	97	98	93	96

1) A comparação é feita com base no seguinte =

$$\frac{\text{registro no ensaio de Verão}}{\text{registro no ensaio de Inverno}} \times 100$$

C. DISCUSSÃO GERAL

No decurso das três experiências efectuadas verificou-se um marcado efeito da estação do ano na temperatura ambiental, medida no interior da construção. Poder-se-á dizer que, nas condições de Inverno, a temperatura ambiental se situou próximo da temperatura crítica inferior e que, nas condições de Verão, se aproximou da temperatura crítica superior, o qual conduziu a uma variação de temperatura ambiental do Verão para o Inverno de cerca 16°C.

Esta variação da temperatura ambiental teve um efeito na temperatura interna dos porcos, a qual registou valores mais elevados no Verão do que no Inverno, o que concorda com o referido por Edwards et al., (1968); Wetterman et al., (1976, 1979); Gilles et al., (1990) e Lopez et al., (1991). Este incremento da temperatura rectal, devido ao aumento da temperatura ambiental, reflecte também uma adaptação fisiológica às condições de calor, pois quanto maior for a diferença da temperatura rectal e da temperatura ambiental mais elevadas serão as perdas de calor sensível do animal, para o ambiente. Assim, um aumento da temperatura rectal dentro dos limites fisiológicos, i.e. sem que o animal entre em hipertermia, não afecta negativamente o suíno o que é reflectido pelas performances alcançadas.

O efeito da temperatura ambiental nas performances do porco, em fase de crescimento e engorda, pode ser visualizado no quadro C.1. Em ambos os períodos de engorda as altas temperaturas ambientais, verificadas no Verão, provocaram uma diminuição da ingestão alimentar relativamente às condições frias, que ocorreram no Inverno. Esta variação na ingestão alimentar constituiu uma estratégia de adaptação às condições climáticas:

- No Verão, todo o calor produzido deve ser dissipado, equivalendo uma redução na ingestão alimentar a uma redução na quantidade de calor que tem de ser dissipado.
- No Inverno, o extra-calor proveniente da utilização dos alimentos pode ser utilizado para a termoregulação (Verstegen et al., 1973; Close et al., 1978). Assim sendo, quanto maior for a ingestão alimentar maior será a produção de calor e mais extra-calor estará disponível para a termoregulação.

**Quadro C.2. - Efeito da estação do ano na composição da carcaça de suínos
(comparação entre as 3 experiências)¹**

Parâmetro Experiência	Rendimento de carcaça	Comprimento de carcaça	Peso da espessura perirenal	Espessura da gordura dorsal	Percentagem de músculo	Percentagem de gordura
1	101	104	135	86	98	100
2	100	104	147	86	105	90
3	100	101	118	86	102	94
Média	100	103	133	86	102	95

1) A comparação é feita com base no seguinte = $\frac{\text{registro no ensaio de Verão}}{\text{registro no ensaio de Inverno}} \times 100$

A diminuição da ingestão alimentar no Verão foi mais pronunciada no período de acabamento, quando os animais são mais pesados. Verificou-se também que, nesta estação do ano e neste período de engorda os animais consumiram mais alimento durante a noite do que durante o dia pois a temperatura ambiental à noite é menor do que de dia. Os trabalhos de Hsia e Lu, (1987); Lopez et al., (1991); Nienaber et al., (1993) e Massabie et al., (1996) também evidenciam uma diminuição da ingestão alimentar com o aumento da temperatura ambiental.

Relativamente ao ganho médio diário de peso vivo, o Verão foi mais favorável para o crescimento dos porcos quando estes eram jovens, uma vez que neste período de crescimento, no Inverno, as perdas de calor são mais elevadas, porque tal como o referido por Close, (1983) e por Stahly e Cromwell, (1986) parte da energia ingerida é encaminhada para fins termoregulatórios.

Por outro lado, as altas temperaturas ambientais parecem ser desvantajosas para os animais mais pesados, os quais registaram menores taxas de crescimento no Verão, o que é devido à extraordinária influência que as condições de calor exercem na diminuição da ingestão alimentar (Nichols et al., 1982). Nestas condições, o animal não dispõe de alimento suficiente para satisfazer as necessidades de crescimento. Os estudos de Stahly, (1985); Hsia e Lu, (1987); Lopez et al., (1991); Becker et al., (1993) e Massabie et al., (1996) também descreveram uma diminuição da taxa de crescimento dos animais mais pesados com o aumento da temperatura ambiental.

Os animais criados no Verão registaram um menor índice de conversão alimentar, no período de crescimento. No período de acabamento o índice de conversão foi superior no Verão do que no Inverno. Assim, quanto mais pesado for o animal melhor ele resiste às baixas temperaturas, uma vez que as necessidades de termoregulação, nestas condições vão decrescendo (Close, 1983) com o aumento do peso vivo.. Por sua vez, os animais mais pesados suportam pior as altas temperaturas ambientais, aumentando desta forma as suas necessidades de termoregulação o qual influencia também o índice de conversão alimentar.

Relativamente ao efeito da estação do ano na composição da carcaça, (quadro C.2) verificou-se que a estação do ano não exerceu qualquer influência no rendimento da carcaça. Registou-se uma tendência para que os animais, em condições de frio, registassem uma maior percentagem de gordura. No entanto, na experiência 1, esta

tendência não se verificou dado que a percentagem de gordura foi semelhante nas duas estações do ano e a percentagem de músculo decresceu no Verão, relativamente, ao Inverno. Nesta experiência a temperatura ambiental durante o período de acabamento, foi nitidamente superior à temperatura crítica superior. Nestas condições de temperatura, Holmes, (1971, 1973) demonstrou que a energia retida como proteína diminui, mais com o aumento da temperatura ambiental do que a energia retida como gordura. Como tal, na experiência 1, a percentagem de músculo dos animais, criados no ensaio de Verão, diminui comparativamente àquela registada nos animais criados no ensaio de Inverno.

Nas experiências 2 e 3 a temperatura ambiental raramente foi superior à temperatura crítica superior. Nestas condições as necessidades energéticas de manutenção não são afectadas. No entanto, a ingestão alimentar diminui deixando menos energia disponível para as sínteses proteica e lipídica. Nesta situação, Rinaldo e Le Dividich, (1991^o) demonstraram que quando a temperatura ambiental aumenta, dentro da zona de termoneutralidade, a energia retida sob a forma de gordura é mais afectada pelo aumento de temperatura do que a energia retida como proteína, e, como tal, as carcaças são mais magras. Noutros termos: o efeito do aumento da temperatura ambiental até valores abaixo da temperatura crítica superior, na composição da carcaça, é equivalente ao observado quando se pratica uma restrição alimentar.

Do mesmo modo os animais no Verão tiveram uma menor espessura da gordura dorsal e foram mais compridos do que os criados no Inverno. Notaram-se também alterações na deposição de gordura. A deposição da gordura interna foi mais evidente no Verão e a deposição da gordura externa foi mais pronunciada no Inverno. Observados em conjunto, estes resultados reflectem uma adaptação morfológica e anatómica às condições de temperatura ambiental.

Durante uma prolongada exposição ao frio (Inverno), os porcos apresentaram uma forma arredondada, sendo mais curtos, referindo, também, Dauncey e Ingram, (1986) que as orelhas e caudas são mais pequenas e que a pele tem mais pelos. Isto, e a transferência da deposição de gordura dos sítios internos para as zonas externas representam uma adaptação de forma a minimizar as perdas de calor, no frio, aumentando o nível de isolamento externo e diminuindo a superfície corporal exposta às trocas de calor. Pelo contrário, quando as temperaturas ambientais foram elevadas (Verão), o aumento do comprimento corporal e a transferência da gordura corporal dos sítios externos para as zonas internas, representaram uma adaptação de modo a aumentar as

perdas de calor. No geral, os resultados obtidos concordam com os relatados por Verstegen et al., (1985); Dauncey e Ingram, (1986); Le Dividich et al., (1987); Rinaldo e Le Dividich, (1991^a); Becker et al., (1993) e Katsumata et al., (1996).

Em síntese, é possível afirmar que os animais criados em condições de frio, têm maiores índices de conversão alimentar e são mais gordos comparados com aqueles que foram criados no Verão, os quais registam uma menor taxa de crescimento, no período de acabamento e são, em geral, mais magros.

Com o objectivo de melhorar as condições de alojamento e, conseqüentemente as performances dos suínos nas duas estações do ano, estudaram-se duas estratégias; uma, actuando ao nível do espaço disponível por animal (experiência 2) e outra, actuando ao nível da concentração energética da dieta (experiência 3).

Os resultados obtidos indicam que se verificou uma interacção entre densidade de alojamento e estação do ano nas performances de crescimento. Em termos gerais, a diminuição do espaço disponível, por animal, leva a uma diminuição da ingestão alimentar, o qual concorda com os resultados obtidos por Petersen e Nielsen, (1977) e por Kornegay e Notter, (1984).

Nas condições de frio, principalmente no período de crescimento, a existência de uma pequena área por animal é favorável, pois o animal pode assim reduzir, através de atitudes de agrupamento, a superfície corporal exposta às trocas de calor, diminuindo assim as perdas de calor para o ambiente, o qual melhora o ganho médio diário e o índice de conversão alimentar. Por outro lado, uma alta densidade de alojamento, em condições de temperaturas ambientais elevadas, impede que o animal aumente a superfície exposta às trocas de calor, o qual afecta, negativamente, as performances de crescimento, particularmente no período de acabamento. Também Phuah, (1976) e Argañosa et al., (1988) referem um efeito semelhante. Por estas razões, em condições de altas temperaturas ambientais, é preferível manter uma maior área disponível por animal.

No que respeita à composição da carcaça, em ambas as estações, observou-se um aumento da percentagem de músculo e uma diminuição da percentagem de gordura com o aumento da densidade de alojamento. Assim, a diminuição do espaço disponível, por animal, ao diminuir a ingestão alimentar, tem o mesmo efeito que uma restrição alimentar, conduzindo a uma diminuição da adiposidade da carcaça em qualquer situação de temperatura ambiental.

A densidade energética da dieta não afectou a temperatura rectal dos animais. No entanto, em relação às performances de crescimento verificou-se que a utilização de um alimento diluído em energia, no Verão, afecta o desempenho produtivo do animal. Os animais criados nestas condições registaram um ganho médio diário e um rendimento de carcaça inferior ao dos animais alimentados com a dieta concentrada em energia.

A grande quantidade de extra-calor produzida com dietas de baixa densidade energética é utilizada para a termoregulação em condições de frio, razão, pela qual, os animais alimentados com este tipo de dieta viram os seus ganhos médios diários e índice de conversão da energia melhorados, no Inverno. No Verão, esta elevada produção de extra-calor tem de ser inteiramente dissipada pelo animal, evidenciando assim, os efeitos das altas temperaturas ambientais. Além disso, a utilização de uma dieta diluída em energia é prejudicial, devido ao baixo rendimento de carcaça que se obtém quando os animais são alimentados com este tipo de dieta. A resultados similares aos obtidos chegaram Seerley et al., (1978); Coffey et al., (1982); Stahly e Cromwell, (1986) e Noblet et al., (1987).

Dados obtidos na mesma pocilga (Saial, 1994 e Pereira, 1995) em condições climáticas mais favoráveis (Primavera) apontam para valores produtivos superiores aos obtidos neste estudo. Assim, animais com o mesmo perfil genético registaram GMD e I.C., respectivamente, de 0,666 kg/dia e 3,50 kg/kg. Tal parece indicar que as duas estratégias propostas não são suficientes para os animais expressarem o seu potencial genético assim, além destas duas estratégias de actuação, uma, ao nível do espaço disponível por animal, e outra, ao nível nutricional se especulou acerca de uma terceira estratégia, esta actuando ao nível do condicionamento ambiental da construção. Nesta estratégia foram consideradas a situação de Verão e a situação de Inverno.

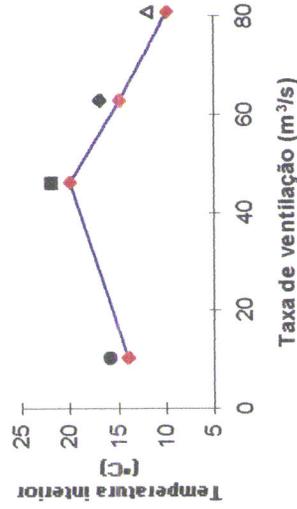
Relativamente à situação de Inverno a bibliografia refere os efeitos benéficos de elevado isolamento térmico (Foster e Down, 1987) de modo a que o calor produzido no interior da construção seja conservado. A construção, onde decorreu o presente estudo, tem um nível médio de isolamento térmico. No entanto, a maior parte do calor produzido pelos animais perde-se através da envolvente ou é removido pelo sistema de ventilação. Isto significa que a quantidade de calor que se conserva no interior da construção não é suficiente para que a temperatura do ar interior atinja valores satisfatórios. Os estudos efectuados nesta construção por Cruz, (1987) e Vicente, (1991)

$$t_o = 2,0^{\circ}\text{C}$$

Nível de ocupação baixo
(144 animais)

Ponto	A (●)	B (■)	C (◆)	D (△)
Considerações				
Humidade relativa interna(%)	100	80	80	94
CO ₂ interior < 0,005 m ³ /m ³	Não	Sim	Sim	Sim
Necessidades de aquecimento (kW)	-	19,5	10,5	-
Outras	-	-	-	t _i =10°C

Nº de animais alojados = 144



$$t_o = 2,0^{\circ}\text{C}$$

Nível de ocupação alto
(288 animais)

Ponto	A' (■)	B' (△)	C' (◆)	D' (●)
Considerações				
Humidade relativa interna(%)	100	97	80	90
CO ₂ interior < 0,005 m ³ /m ³	Não	Sim	Sim	Sim
Necessidades de aquecimento (kW)	-	-	18,3	-
Outras	-	-	-	-

Nº de animais alojados = 288

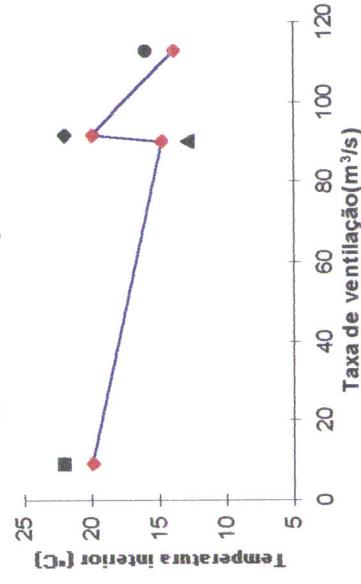


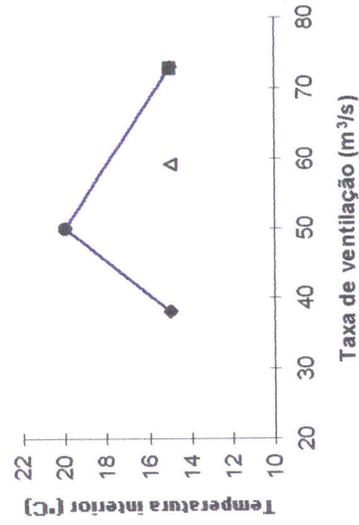
Figura C.1. Caudais de ventilação a praticar na situação de Inverno para condições exteriores de temperatura de 2,0°C e de humidade relativa de 90%

$t_o = 6,0^{\circ}C$

**Nível de ocupação baixo
(144 animais)**

Ponto	E (■)	F (Δ)	G (●)	H (◆)
Considerações				
Humidade relativa interna(%)	100	98	80	<100
CO ₂ interior < 0,005 m ³ /m ³	Sim	Sim	Sim	Sim
Necessidades de aquecimento (kW)	-	13,8	3,8	-
Outras	-	-	-	$t_o \geq 7,0^{\circ}C$

Nº de animais alojados = 144



$t_o = 6,0^{\circ}C$

**Nível de ocupação alto
(288 animais)**

Ponto	E' (◆)	F' (●)	G' (■)	H' (Δ)
Considerações				
Humidade relativa interna(%)	<80	81	<100	<100
CO ₂ interior < 0,005 m ³ /m ³	Sim	Sim	Sim	Sim
Necessidades de aquecimento (kW)	12,3	-	-	-
Outras	-	-	$U_o \leq 56\%$	$t_o \geq 10^{\circ}C$

Nº de animais alojados = 288

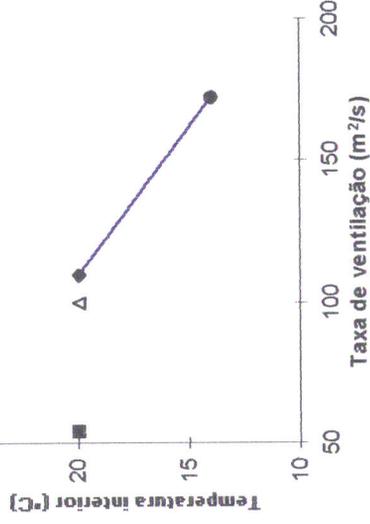


Figura C.2. Caudais de ventilação a praticar na situação de Inverno para condições exteriores de temperatura de 6,0°C e de humidade relativa de 90%

indicam que o incremento do nível de isolamento térmico, *per si*, não é suficiente para se garantirem temperaturas interiores situadas dentro da zona de termoneutralidade. Estas só serão conseguidas se os caudais de ventilação praticados se encontrarem perfeitamente ajustados a cada estação do ano. Assim sendo, a estratégia a adoptar para a situação de Inverno será tentar controlar a temperatura no interior da construção através da utilização de caudais de ventilação adequados.

Quando a temperatura exterior é baixa torna-se extremamente vantajoso ventilar com um caudal mínimo, de modo a garantir que a maior parte do calor produzido pelos animais fique retido no interior da construção, auxiliando a manter a temperatura interior em níveis adequados. As taxas mínimas de ventilação são calculadas com o objectivo de controlar os níveis de humidade relativa e a composição química da atmosfera interior (Morrison et al., 1969; Granier e Massabie, 1996).

Com base nestes pressupostos efectuaram-se algumas simulações, cuja base de cálculo se encontra descrita no capítulo 3.A.. Estas variaram de acordo com as condições exteriores de temperatura e de humidade relativa, (2,0 ou 6,0°C e 90%), a temperatura interior pretendida (15,0 ou 20,0°C) e o nível de ocupação (1,50m²/porco, o que corresponde a 144 animais, no total, ou 0,75m²/porco, correspondente a uma ocupação do pavilhão por 288 animais). Nestas simulações assumiu-se que o peso vivo médio dos animais era de 60 kg.

Os resultados obtidos, para a *situação de Inverno* (figura C.1 e figura C.2) demonstram a importância do ajustamento das áreas das aberturas disponíveis para ventilação na manutenção da temperatura interior. Isto foi, também, demonstrado por Meneses, (1985) e deve-se ao facto dos caudais de ventilação dependerem, entre outros factores, da dimensão das aberturas de entrada e de saída de ar. Estas figuras mostram, ainda, que quer as condições climáticas exteriores, quer o nível de ocupação do pavilhão assumem uma importância notável na definição do microclima interior.

Na *situação de Verão*, durante largos períodos as temperaturas exteriores são bastante elevadas, aproximando-se várias ocasiões dos 40°C. Esta ocorrência impede que a temperatura interior alcance os valores recomendados (25°C), sem que se recorra à utilização de um sistema de arrefecimento.

Na tentativa de encontrar soluções para este problema, efectuaram-se algumas simulações. Nestas simulações considerou-se o uso de ventilação natural, quando a temperatura exterior registou valores inferiores a 25,0°C. Quando esta temperatura

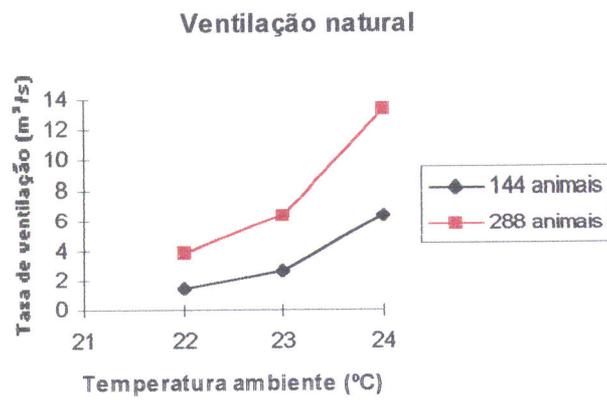


Figura C.3. Caudais de ventilação a utilizar em situação de Verão (ventilação natural)

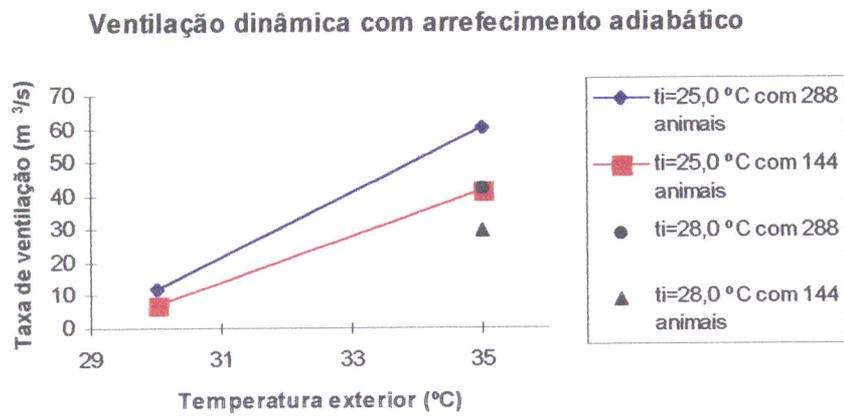


Figura C.4. Caudais de ventilação a utilizar em situação de Verão (Ventilação dinâmica com arrefecimento adiabático)

No que respeita à situação de Verão verifica-se que um baixo nível de ocupação é mais vantajoso, em termos de microclima interior, do que uma elevada densidade de alojamento, dado que a menor taxa de ocupação pressupõe menores necessidades de ventilação. Assim, quando a ventilação se efectua de modo natural com saída de ar pela fresta de cumeeira (figura C.3), as áreas necessárias, para garantir um caudal adequado, são menores quanto menor for o nível de ocupação da construção.

Quando é imprescindível o recurso ao arrefecimento (figura C.4), a menor densidade de alojamento pressupõe menores taxas de ventilação, assegurando-se que a temperatura interior desejada (25°C) seja conseguida através da utilização de um caudal de ventilação de 42 m³/s. Este caudal é também o caudal necessário para se alcançar uma temperatura interior próxima da temperatura crítica superior (28°C) quando o pavilhão se encontra ocupado por 288 animais.

4. CONCLUSÃO

De um modo geral, os resultados obtidos evidenciaram a importante influência que a temperatura ambiente exerce sobre os mecanismos de adaptação às condições ambientais e, sobre as performances do suíno em fase de crescimento e engorda.

No *Inverno*, quando a temperatura ambiental se situa próximo, ou abaixo, da temperatura crítica inferior assiste-se a um incremento da ingestão alimentar, a uma diminuição da taxa de crescimento e a um aumento do índice de conversão alimentar. Estes efeitos são mais evidentes no período de crescimento. Assiste-se, também, a um aumento da adiposidade das carcaças apresentando, o suíno, uma forma mais compacta. Verifica-se, também, que uma densidade de alojamento mais elevada permite atenuar este efeito das baixas temperaturas sobre as performances de crescimento, levando, em qualquer situação de temperatura ambiental, à obtenção de carcaças mais magras. Por sua vez, a utilização de dietas diluídas em energia, nestas condições de frio, apesar de conduzirem a melhores taxas de crescimento e a melhores índices de conversão alimentar, têm um interesse limitado, pois levam a menores rendimentos de carcaça.

No *Verão*, quando a temperatura ambiental se aproxima da temperatura crítica superior, regista-se uma diminuição da ingestão alimentar e da taxa de crescimento, sobretudo no período de acabamento, sendo, em geral, os animais mais compridos e mais magros. Verifica-se, também, que o porco ingere maior quantidade de alimento durante a noite do que durante o dia, i.e., quando as temperaturas ambientais são mais baixas. Nestas condições de calor, parece aconselhável praticar densidades de alojamento mais baixas ou utilizar dietas concentradas em energia, pois com estes procedimentos o efeito prejudicial que as altas temperaturas exercem sobre a ingestão alimentar é atenuado, permitindo a obtenção de melhores taxas de crescimento e de melhores índices de conversão alimentar sem que a adiposidade das carcaças atinja níveis despropositados.

A prática destas estratégias é no entanto limitada, pois, somente atenuam os efeitos provocados pelo stress térmico, não evitando que as condições ambientais de alojamento se situem fora das recomendações.

Quando se pretende que a temperatura ambiental varie dentro dos valores recomendados (20 a 25°C) torna-se necessário actuar ao nível do condicionamento ambiental das construções, onde aspectos como: o isolamento térmico, a taxa de

ventilação, o nível de ocupação pelos animais e as condições climáticas exteriores assumem um papel preponderante.

Numa região como o Alentejo, caracterizada por baixas temperaturas e elevadas humidades relativas, no Inverno, e baixas humidades relativas e elevadas temperaturas estivais, um cuidado nível de isolamento térmico, conjuntamente, com uma alta taxa de ocupação das construções destinadas a alojar os animais poderá evitar o recurso ao aquecimento para se obter adequados níveis de temperatura interior, na situação de Inverno, mesmo quando as temperaturas exteriores são relativamente baixas.

Relativamente à situação de Verão o arrefecimento das instalações torna-se imprescindível para que se alcancem níveis adequados de temperatura no seu interior. Por esta razão, e dado que os custos dos sistemas convencionais de arrefecimento se tornam anti-económicos, realça-se a necessidade de desenvolver acções de investigação que permitam a obtenção de sistemas, que através do aproveitamento das condições ambientais existentes, se revelem eficientes e operem com baixos custos .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBRIGHT, L.D. (1990) - Environment control for animals and plants. A.S.A.E. Text-Book number 4. The American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan, U.S.A., 453 pp.
- ANDRADA, A.D. (1987) - Alojamentos e instalaciones en ganado porcino. In Bases para el Diseño de Alojamentos e Instalaciones Ganaderas. Associació D'Enginyers Agrònoms de Catalunya. Barcelona. España, pp. 115-172.
- ANTUNES-CORREIA, J.C. (1995) - Breves notas sobre a produção de porco em Portugal. Publicação ocasional da F.P.A.S. Federação Portuguesa das Associações de Suínicultores, Lisboa.
- ANUÁRIO PECUÁRIO (1994) - Publicação Anual Sobre o Sector Pecuário em Portugal. IMAIAA. Lisboa.
- AREY, D.S.; BRUCE, J.M. (1993) - A note on the behaviour and performance of growing pigs provided with straw in a novel housing system. *Anim. Prod.*, 56: 269-272.
- ARGAÑOSA, V.G.; BAGUIO, S.S.; RESONTOC, A.G.R.; MAGTIBAY, P.C.V.; SASA, D.D. (1988) - The effects of floor space allowance and frequency of bathing on the performance of growing pigs. *Philippine Agriculturist*, 71:481-487.
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) (1991) - HVAC Applications Hand-Book, Chap. 21. *ASHRAE*, Inc., Atlanta. USA
- AXAOPOULOS, P.; PANAGAKIS, P.; KYRITSIS, S. (1992) - Computer simulation assessment of the thermal microenvironment of growing pigs under summer conditions. *Transactions of A.S.A.E.*, 35: 1005-1009.
- AZEVEDO, A.L. (1971) - Caracterização das condições climáticas de Portugal Continental. I.S.A., Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

- BACCARI, F. Jr.; GAYÃO, A.L.B.A.; NUNES, J.R.V. (1993) - Effect of water cooling on growth rate of Large white-Landrace gilts during thermal stress. Proceedings of Fourth International Livestock Environment Symposium, *A.S.A.E.* University of Warwick, Coventry, England, pp: 889-894.
- BAXTER, S. (1984) - Environmental manager and design, intensive pig production. Granada Publishing Ltd., London, England, pp: 202-209.
- BAXTER, S.H. (1989) - Intensive housing: the last straw for pigs. *J. of Anim. Sci.*, 67: 2433-2440.
- BAXTER, M.R.; SCHWALLER, C. (1983) - Space requirements for sows in confinement. In Farm Animal Housing and Welfare, S.H. Baxter, M.R. Baxter e J.A.C. MacCormac (eds.); Martinus Nijhoff, Hague, Netherlands, pp: 181-195.
- BECKER, B.A.; KNIGHT, C.D.; VEENHUIZEEN, J.J.; JESSE, G.W.; HEDRICK, H.B.; BAILE, C.A. (1993) - Performance, carcass composition, and blood hormones and metabolites of finishing pigs treated with porcine somatotropin in hot and cold environments. *J. of Anim. Sci.*, 71: 2375-2387.
- BELLS, E.S.; NEIL MARSHALL, E.Mc.; STAINLEY, J.; THOMAS, H.R. (1967) - Studies of slatted floor swine housing in controlled, semicontrolled and uncontrolled environments. *Transactions of A.S.A.E.*, 10: 561-563.
- BIKAWA, T. (1986) - Étude de l'influence de la température ambiente et de la concentration énergétique de l'aliment sur les performances et l'utilisation de l'énergie par le porc em croissance. Thèse de Docteur-Ingénieur en Sciences Agronomiques, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier. France, 61 pp.
- BÖHMER, M.; HOY, S. (1993) - The influence of the housing system (deep litter system with additives or stated metallic floor) on the behaviour of fattening pigs. Proceedings of Fourth International Livestock Environment Symposium, ASAE, University of Warwick, Coventry, England, pp: 483-490.
- BOND, T.E.; HEITMAN, H.; KELLY, L.F. (1952) - Heat and moisture loss from swine. *Agric. Eng.*, 33: 148-152.
- BOND, T.E.; KELLY, C.F.; HEITMAN, H. (1959) - Hog house air conditioning and ventilation data. *Transactions of ASAE*, 2: 1-4.

- BOON, C.R. (1981) - The effect of departure from lower critical temperature on the group postural behaviour of pigs. *Anim. Prod.*, 33: 71-79.
- BOTTCHER, R.W.; SINGLETARY, I.B.; BAUGHMAN, G.R. (1993) - Humidity effects on evaporative efficiency of misting nozzles. Proceedings of Fourth International Livestock Environment Symposium. A.S.A.E. University of Warwick, Coventry, England, pp: 375:383.
- BRUCE, J.M. (1981) - Ventilation and temperature control criteria for pigs. In Environmental Aspects of Housing for Animal Production. J.A. Clark (ed.), Butterworths, London, England, pp: 197:216.
- BRUCE, J.M.; CLARK, J.J. (1979) - Models of heat production and critical temperature for growing pigs. *Anim. Prod.*, 28: 363-369.
- BRUMM, M.C.; SHELTON, D.P. (1988) - A modified reduced nocturnal temperature regimen for early weaned pigs. *Journal of Anim. Sci.*, 66: 1067-1072.
- CABANAC, M. (1979) - Le comportement thermoregulateur. *J. Physiol.*, Paris, 75: 115-118.
- CAMPBELL, R.G.; TAVERNER, M.R. (1988) - Relationships between energy intake and protein and energy metabolism, growth and body composition of pigs kept at 14 or 32°C from 9 to 20 kg. *Livest. Prod. Sci.*, 18: 289-303.
- CAMPBELL, R.G.; TAVERNER, M.R.; CURIC, D.M. (1985) - Effects of sex and energy intake between 48 and 90 kg live weight on protein deposition in growing pigs. *Anim. Prod.*, 40: 497-503.
- CHARLES, D.R. (1994) - Comparative climatic requirements. In Livestock Housing. G.M. Whates; D.R. Charles (eds), Cab International, Wallingford, England, pp: 3-24.
- CHEN, K.H.; WANG, S.Y. (1981) - The effect of environmental temperature on feed intake, water consumption and nitrogen retention of growing-finishing pigs. Animal Industry Research Institute, Taiwan Sugar Corporation, Chunan, Miadi, Taiwan. *Annu. Res. Rept.*, pp. 95-101.
- CHIAPPINI, U.; CHRISTIAENS, J.P.A. (1992) - Cooling in Animal Houses. In 2nd Report of working group on climatization of Animal Houses, C.I.G.R., 2nd ed., Faculty of Agricultural Sciences, Gent, Belgium.

- CHRISTISON, G.I. (1988) - Effect of fluctuating temperatures and humidity on growing pigs: an outline. Proceedings of Third International Livestock Environmental Symposium. A.S.A.E., Toronto, Canada, pp: 101-108.
- CLARK, J.A.; CENA, K. (1981) - Monitoring the house environment. In Environmental Aspects of Housing for Animal Production. J.A. Clark (ed) Butterworths, London, England, pp: 309-330.
- CLARK, J.J.; ROBERTSON, A.M. (1984) - Temperature requirements for growing and finishing pigs. *Farm Building Progress*, 76: 15-19.
- CLOSE, W.H. (1978) - The effects of plane of nutrition and environmental temperature on the energy metabolism of the growing pig. 3. The efficiency of energy utilisation for maintenance and growth. *Anim. Prod.* 433-438.
- CLOSE, W.H. (1980) - The influence of the environment on feed efficiency and growth in the pig. 8th Winter Symposium, Pig Health Society, Dublin, Ireland.
- CLOSE, W.H. (1981) - The climatic requirement of the pig. In Environmental Aspects of Housing for Animal Production. J.A. Clark (ed.) Butterworths, London, England, pp: 149-166.
- CLOSE, W.H. (1983) - Interaction of environment on pig production. In Proceedings of Guelph Pork Symposium, Guelph, USA, pp: 12-21.
- CLOSE, W.H.; MOUNT, L.E. (1978) - The effects of plane of nutrition and environmental temperature on the energy metabolism of the growing pig. 1. Heat loss and critical temperature, *Br. J. Nutr.*, 40: 413-421.
- CLOSE, W.H.; STANIER, M.W. (1984) - Effects of plane of nutrition and environmental temperature on the growth and development of the early-weaned piglet. 2. Energy metabolism. *Anim. Prod.*, 38: 221-231.
- CLOSE, W.H.; MOUNT, L.E.; START, I.B. (1971) - The influence of environmental temperature and plane of nutrition on heat losses from groups of growing pigs. *Anim. Prod.*, 13: 285-294.
- CLOSE, W.H.; MOUNT, L.E.; BROWN, D. (1978) - The effects of plane of nutrition and environmental temperature on the energy metabolism of the growing pig. 2. Growth rate, including protein and fat deposition. *Br. J. Nutr.*, 40: 423-431.
- CLOSE, W.H.; HEAVENS, R.P.; BROWN, D. (1981) - The effects of ambient temperature and air movement on heat loss from the pig. *Anim. Prod.*, 32: 75-84.

- CLOSE, W.H.; BERSCHAUER, F.; HEAVENS, R.P. (1983) - The influence of protein: energy value of the ration and level of feed intake on the energy and nitrogen metabolism of growing pig. 1. Energy metabolism. *Br. J. Nutr.* 49: 255-269.
- COFFEY, M.T.; SEERLEY, R.W.; FUNDER BURKE, D.W.; McCAMPBELL, H.C. (1982) - Effect of heat increments and level of dietary energy and environmental temperature on the performance of growing-finishing swine. *J. Anim. Sci.*, 54: 95-105.
- COMBERG, van G.; STEPHAN, E.; FEDER, H.; WEGNER, W.; PLISCHKE, R.; REETZ, I. (1974) - Effects d'une température sub-optimale (+8°C) sur des porcs à l'engrais Landrace Allemand et croisis Landrace Allemand x Landrace Belge. *Züchtungskunde*, 46:285-292.
- COSSINS, A.R.; BOWLER, K. (1987) - Temperature biology of animals. Chapman and Hall (eds.), London, England, 325 pp.
- CRUZ, V.M.F. (1987) - Projecto de beneficiação da pocilga da Herdade Experimental da Mitra. Trabalho de fim de curso. Universidade de Évora, Évora.
- CRUZ, V.M.F.; LUCAS, E.M. (1995) - Produção de suínos no Alentejo - O clima como factor limite ao desenvolvimento de sistemas intensivos. Actas do VII Congresso sobre o Alentejo, Évora.
- CURTIS, S. (1981) - Pig Energetics - The diet and the environmental. In Proceedings of Pork Industry Conference, University of Illinois, Urbana - Champaign, USA, pp: 93-105.
- D'ALLAIRE, S.; LEMAY, S.P.; MARTINEAU, G.P. (1992) - Underground heat exchanger for growing-finishing pigs. 12th I.P.V.S. Congress, Den Haag, Netherlands, pp: 541.
- DAUNCEY, M.J.; INGRAM, D.L. (1986) - Acclimatisation to warm or cold temperatures and the role of feed intake. *J. Therm. Biol.*, 11: 89-93.
- DAUNCEY, M.J.; INGRAM, D.L. (1988) - Influence of environmental temperature and energy intake on skeletal muscle respiratory enzymes and morphology. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 58: 239-244.
- DAVIES, A.S.; PEARSON, G.; CARR, J.R. (1980) - The carcass composition of male, castrated male and female pigs resulting from two levels of feeding. *J. Agric. Sci.*, 95: 251-259.

- deHAER, I.C.M.; MERKS, J.W.M. (1992) - Patterns of daily food intake in growing pigs. *Anim. Prod.*, 54: 95-104.
- DESMOULIN, B.; ECOLAN, P.; PEINIAU, P.; MELANI, C. (1984) - La classification des carcasses de porcs selon la teneur en viandes maigres: possibilités et limites del'appareil Fat-o-Meat'er danais. *Journées Rech.. Porcine en France*, 16: 37-48.
- EDWARDS, R.L.; OMTVEDT, I.T.; TURMAN, E.J.; STEPHENS, D.F.; MAHONEY, G.W.A. (1968) - Reproductive performance of gilts following heat stress priority breeding an in early gestation. *J.Anim. Sci.*, 27: 1634-1637.
- ESMAY, M.L. (1969 - Principles of animal environment. AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut, USA, 325 pp.
- FEDDES, J.J.R.; DeSHAZER, J.A. (1988) - Energetic responses of growing pigs to high cyclic and constant temperatures. *Transactions of A.S.A.E.*, 31: 1203-1210.
- FEDDES, J.J.R.; DeSHAZER, J.A.; PARKHURST, A.M. (1988) - Dynamic responses of growing pigs to high cyclic and constant temperatures. Proceedings of third International Livestock Environment Symposium. A.S.A.E.. Toronto, Canada, pp: 85-92.
- FEIO, M. (1991) - Clima e Agricultura. M.A.P.A. (ed.), Lisboa, 266 pp.
- FOSTER, M. (1991) - Insulation of piggeries. Ag note n° 4143/90 Department of Agriculture and Rural Affairs, Victoria, Austrália.
- FOSTER, M.; DOWN, M.J. (1987) - Ventilation of livestock buildings by natural convection. *J. Agric. Engng. Res.*, 37: 1-13.
- FRASER, D. (1985) - Selection of bedded and unbedded pens by pigs in relation to environmental temperature and behaviour. *Appl. Anim. Behaviour Sci.*, 14: 127-135.
- FULLER, M.F.; BOYNE, A.W. (1971) - The effects of environmental temperature on the growth and metabolism of pigs given different amounts of food. 1. Nitrogen metabolism, growth and body composition. *Br. J. Nutr.*, 25: 259-272.
- FULLER, M.F.; BOYNE, A.W. (1972) - The effects of environmental temperature on the growth and metabolism of pigs given different amounts of food. 2. Energy metabolism. *Br. J. Nutr.*, 28: 373-384.

- FULLER, M.F.; DUNCAN, W.R.H.; BOYNE, A.W. (1974) - Effect of environmental temperature on the degree of insaturation of depot fats of pigs given different amounts of food. *J. Sci. Fd. Agric.*, 25: 205-210.
- GEERS, R.; GOEDSEELS, V. (1992) - Performance of pigs in relation to temperature control within industrial housing. 43rd Annual Meeting of the EAAP, Madrid, Spain.
- GEERS, R.; BERCKMANS, D.; GOEDSEELS, V.; MAES, F.; SOONTJENS, J.; MERTENS, J. (1985) - Relationships between physical characteristics of the pig house, the engineering and control system of the environment and production parameters of growing pigs. *Ann. Zootech.*, 34: 11-22.
- GEERS, R.; DELLAERT, B.; GOEDSEELS, V.; HOOGERBRUGGE, A.; VRANKEN, E.; MAES, F.; BERCKMANS, D. (1989) - An assessment of optimal air temperature in pig houses by the quantification of behavioural and health-related problems. *Anim. Prod.*, 48: 571-578.
- GEERS, R.; VILLE, H.; GOEDSEELS, V.; HOUKES, M.; GOOSSENS, K.; PARDUYNS, G.; Van BEL, J. (1991) - Environmental temperature control by the pigs comfort behaviour through image analysis. *Transactions of A.S.A.E.*, 34: 2583-2586.
- GEERS, R.; SMEER, J.; GOEDSEELS, V. (1993) - Conditioned air supply per pen: a field test with a piglet house. Proceedings of Fourth International Livestock Environment Symposium, A.S.A.E., University of Warwick, Coventry, England, pp: 419-422.
- GEORGIEV, J.; GEORGIEVA, R.; KEHHER, A.; WEIL, S. (1977) - Beziehungen zwischen ungebungs temperatur, luftfeuchtigkeit und energieumsatz beim Göttinger miniaturschwein. *Berliner Münchener Thierärztl., Wochenschr.*, 90: 392-396.
- GILLES, L.R.; BELINDA DETTMANN, E.; LOWE, R.F. (1988) - Influence of diurnally fluctuating high temperature on growth and energy retention of growing pigs. *Anim. Prod.*, 47: 467-474.

- GILLES, L.R.; GODDEN, J.M.; BLACK, G.L.; ANNISON, E.F.; TUCKER, R.G. (1990) - Effect of high ambient temperature on energy expenditure in finisher pigs. Proceedings of 5th AAAP, Animal Science Congress, TAIPEI, Taiwan, Republic of China. Vol. 3 pp. 167.
- GILLES, L.R. (1992) - Voluntary food intake of growing pigs at high ambient temperatures. Wollongbar Pig Industry Seminar, Wollongbar Agricultural Institute, U.S.A, pp: 47-51.
- GOEDSEELS, V.; PARDUYNS, G.; NIJNS, P. WOUTERS, P. (1990) - Influence of floor type and surface temperature on the thermoregulatory behaviour of growing pigs. *J. Agric. Engng. Res.*, 45: 149-156.
- GRANIER, R.; MASSABIE, P. (1996) - Influence du taux d'humidité relative de l'air ambiant sur l'état de santé et les performances zootechniques du porc à l'engrais. *Journées Rech. Porcine en France*, 28: 195-200.
- GUIENNET, T. (1986) - Particularités de la thermoregulation chez le porc. Thèse Vétérinaire. École Nationale Vétérinaire de Lyon, Lyon, France, 100 pp.
- HAARTSEN, P.I. (1981) - Aspects of heating animal houses. In *Environmental Aspects of Housing for Animal Production*. J.A. Clark (ed.). Butterworths, London, England, pp: 413-422.
- HACKER, R.R.; WOGAR, G.S.; OGILVIE, J.R. (1979) - Environment indices for weaned pigs. Paper 79-4017. Summer Meeting of A.S.A.E., Winnipeg, Canada.
- HAHN, G.L.; NIENABER, J.A.; DeSHAZER, J.A. (1987) - Air temperature influences on swine performance and behaviour. *Appl. Eng. Agric.*, 3: 295-302.
- HANSEN, L.L.; LARSEN, A.E.; JENSEN, B.B.; HANSEN-MOLLER, J.; BARTON-GADE, P. (1992) - Influence of stocking rate and temperature on faeces deposition in the pen and its consequences on skatole concentration (boar taint) in subcutaneous fat. 43rd Annual Meeting of the EAAP, Madrid, Spain.
- HARDY, R.N. (1981) - *Temperatura e vida animal*. Editora Pedagógica e Universitária, Lda (ed.). São Paulo, Brasil, 91 pp.
- HARRISON, P.C.; GONYOU, H.W.; MUIRURI, H.K.; REILLY, W.M.; SANTANA, C.S.; BURKHOLDER, S.K. (1993) - Behaviour conducive cooling for zone body cooling by chickens and pigs in hot environments. Proceedings of Fourth

- International Livestock Environment Symposium. A.S.A.E., University of Warwick, Coventry, England, pp: 228-235.
- HARVEY, W.R. (1990) - User's guide for LSMLMW and MIXMDL: PC 2 version WALTER R. HARVEY (ed.), USA, 91 pp.
- HATA, H.; YAMAMORO, S. (1987) - Influence of group size on resting heat production of weaned piglets. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, 58: 211-215.
- HATA, H.; KOIZUMI, T.; OKAMORO, M. (1990) - Effects of environmental temperature on utilisation of energy in weaned piglets. Proceedings of 5th AAAP Animal Science Congress, Taipei, Taiwan, Republic of China, vol. 3, pp: 168.
- HEITMAN, H.; HUGHES, E.H. (1949) - The effects of air temperature and relative humidity on the physiological well-being of swine. *J. Anim. Sci.*, 8: 171-181.
- HENKEN, A.M.; BRANDSMA, H.A.; Van de HEL, W.; VERSTEGEN, N.W.A. (1991) - Heat balance characteristics of limit-fed growing pigs of several breeds kept in groups at and below thermal neutrality. *J. Anim. Sci.*, 69: 2434-2442.
- HENKEN, A.M.; BRANDSMA, H.A.; Van der HEL, W.; WERSTEGEN, M.W.A. (1993) - Circadian rhythm in head production of limit-fed growing pigs of several breeds kept at and below thermal neutrality. *J. Anim. Sci.*, 71: 1434-1440.
- HENRY, Y. (1985) - Dietary factors involved in feed intake regulation in growing pigs: a review. *Livest. Prod. Sci.*, 12: 339-354.
- HENRY, Y.; NOBLET, J. (1986) - Nutrition et alimentation: alimentation énergétique. In *Le Porc et son élevage, bases scientifiques et techniques*. J.M. Perez; P. Mornet; A. Rérat (eds.) Maloine, Paris - France, pp: 233-260.
- HÉRPIN, P. (1988) - Mécanisme et régulation de la thermogénese chez le jeune porc exposé au froid. Thèse de Docteur-Ingénieur en Sciences Agronomiques, INA, Paris - Grignon, France, 131 pp.
- HÉRPIN, P. (1990) - Influence des conditions d'ambiance dans les bâtiments de sevrage sur les performances du porcelet. *Porc. Magazine* 219: 24-26.
- HÉRPIN, P.; BERTIN, R.; DeMARCO, F.; PORTET, R.; Le DIVIDICH, J. (1991) - Adipose tissue depolytic activity and urinary catecholamine excretion in cold-acclimated piglets. *Can. J. of Physiol. And Pharm.*, 69: 362-368.
- HESSING, M.J.C.; TIELEN, M.J.M. (1994) - The effect of climatic environment and relocating and mixing on health status and productivity of pigs. *Anim. Prod.*, 59: 131-139.

- HOFF, S.J.; JANNI, K.A. JACOBSON, L.D. (1993) - Defining the new born piglet's thermal environment with an effective environmental temperature. *Transactions of A.S.A.E.*, 36: 143-150.
- HOLMES, C.W. (1971) - Growth and backfat depth of pigs kept at a high temperature. *Anim. Prod.*, 13: 521-527.
- HOLMES, C.W. (1973) - The energy and protein metabolism of pigs growing at a high ambient temperatures. *Anim. Prod.* 16: 117-133.
- HOLMES, C.W.; CLOSE, W.H. (1977) - The influence of climatic variables on energy metabolism and associated aspects of productivity in the pigs. In Nutrition and climatic environment. W. Haresign; H. Swan; D. Lewis (eds.). Butterworths, London, England, pp: 51-73.
- HSIA, L.C. (1974) - Acclimatisation of pigs to high temperature. PhD. Thesis, University of Aberdeen, Scotland.
- HSIA, L.C.; LU, G.H. (1987) - Performance of pigs under hot and moderate cold environment. *World Review of Anim. Prod.*, XXIII: 9-13.
- INGRAM, D.L. (1964) - Evaporative cooling in the pig. *Nature*, 207: 415-416.
- INGRAM, D.L. (1965) - The effect of humidity on temperature regulation and cutaneous water loss in young pig. *Res. Vet. Sci.*, 6: 9-17.
- INGRAM, D.L. (1974) - Heat loss and its control. In Heat Loss from Animals and Man: assessment and control. J.L. Monteith; L.E. Mount (eds.). Butterworths, London, England, pp: 234-254.
- JENSEN, A.H.; KUHLMAN, D.E.; BECKER, D.E.; HARMON, B.G. (1969) - Response of growing-finishing swine to different housing environments during winter seasons. *J. Anim. Sci.*, 29: 451-456.
- JORGENSON, M.E.; VOLDENG, P.S. (1993) - Rationalising barn environment control and energy management. Proceedings of Fourth International Livestock Environment Symposium. A.S.A.E.. University of Warwick, Coventry, England, pp: 603-608.
- JUST, A. (1982) - The net energy value of balanced diets for growing pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 8: 541-555.

- JUST, A.; FERNANDEZ, J.A.; JORGENSEN, H. (1983) - The net energy value for growth in pigs in relation to the fermentative process in the digestive tract and the site of absorption of the nutrients. *Livest. Prod. Sci.*, 10: 171-176.
- KATSUMATA, M.; KAJI, Y.; SAITOH, M. (1996) - Growth and carcass fatness responses of finishing pigs to dietary fat supplementation at high ambient temperature. *Anim. Sci.*, 62: 591-598.
- KLEIBER, M. (1961) - The fire of life. John Willey and Sons (ed.). New York, USA
- KORNEGAY, E.T.; NOTTER, D.R. (1984) - Effects of floor space and number of pigs per pen on performance. *Pigs News and Information*, 5: 23-33
- KORNEGAY, E.T.; LINDEMANN, M.D.; RAVINDRAN, V. (1993) - Effects of dietary lysine levels on performances and immune response of weanling pigs housed at two floor space allowances. *J. Anim. Sci.*, 71: 552-556.
- Le DIVIDICH, J. (1982) - Performance du porc en croissance-finition en relation avec le milieu climatique. Journée Nationale du Porc. AFMVP. École Nationale Vétérinaire de Toulouse, France, pp: XIII-XIX.
- Le DIVIDICH, J. (1986) - Milieu climatique et logement. In *Le Porc et son Élevage: bases scientifiques et techniques*. J.M. Pérez; P. Mornet; A. Rérat (eds.), Maloine, Paris, France, pp: 351-370.
- Le DIVIDICH, J. (1991) - Influenza della temperatura ambiente sulle performances del suino nelle fasi di accrescimento-finissaggio in allevamento intensivo. *Estratto da Selez. Vet.* XXXII: 191-207.
- Le DIVIDICH, J.; HÉRPIN, P. (1992) - Environmental temperature requirement of the weaned piglet. 43rd Annual Meeting of EAAP, Madrid, Spain.
- Le DIVIDICH, J.; NOBLET, J. (1982) - Growth rate and protein and fat gain in early-weaned piglets housed below thermoneutrality. *Livest. Prod. Sci.*, 9: 731-742.
- Le DIVIDICH, J.; NOBLET, J. (1986) - Effect of dietary energy level on the performance of individually housed early-weaned piglets in relation to environmental temperature. *Livest. Prod. Sci.*, 14: 255-263.
- Le DIVIDICH, J.; RINALDO, D. (1988) - Influence de la teneur en lysine du régime et de la température ambiente sur les performances de croissance chez le porc. *Journées Rech. Porcine en France*, 20: 415-419.

- Le DIVIDICH, J.; RINALDO, D. (1989) - Effects de l'environnement thermique sur les performances du porc en croissance. *Journées Rech. Porcine en France*, 21: 219-230.
- Le DIVIDICH, J.; VERMOREL, M.; NOBLET, J.; BOUVIER, J.C.; AUMAITRE, A. (1980) - Effects of environmental temperature on heat production, energy retention, protein and fat gain in early weaned piglets. *Br. J. Nutr.* 44: 313-323.
- Le DIVIDICH, J.; NOBLET, J.; AUMAITRE, A. (1982) - Environmental requirements of early-weaned intensively reared piglets. Proceedings of the 2nd International Livestock Environment Symposium. A.S.A.E., Urbana, Illinois, USA, pp: 353-361.
- Le DIVIDICH, J.; DESMOULIN, B.; DOUMARD, J.Y. (1985) - Influence de la température ambiante sur les performances du porc en croissance-finition en relation avec le niveau alimentaire. *Journées. Rech. Porcine en France*, 17: 275-282.
- Le DIVIDICH, J.; NOBLET, J.; BIKAWA, T. (1987) - Effect of environmental temperature and dietary energy concentration on the performance and carcass characteristics of growing-finishing swine fed to equal rate of gain. *Livest. Prod. Sci.*, 17: 235-246.
- Le DIVIDICH, J.; HÉRPIN, P.; GERAERT, P.A.; VERMOREL, M. (1991) - Cold stress. In Farm animals and environment. C. Phillips, D. Piggins (eds.). Cab. International, Wallingford, England, pp: 3-25.
- LEFAUCHEUR, L.; Le DIVIDICH, J.; KRAUSS, D.; ECOLAN, P.; MOUROT, J.; MONIN, G. (1989) - Influence de la température d'élevage sur la croissance, le métabolisme musculaire, et la qualité de la viande. *Journées Rech. Porcine en France*, 21: 231-238.
- LEFAUCHEUR, L.; Le DIVIDICH, J.; MOUROT, J.; MONIN, G.; ECOLAN, P.; KRAUSS, D. (1991) - Influence of environmental temperature on growth, muscle and adipose tissue metabolism, and meat quality in swine. *J. Anim. Sci.*, 69: 2844-2854.
- LEGGE, A.S.; MOUNT, L.E. (1966) - The use of a thermal gradient layer in the measurement of heat loss from new born pigs to floor. *J. Physiol.*, London, 186: 77-78.

- LEMAY, S-P.; MARQUIS, A. (1993) - Performances of earth tube heat exchangers to ventilate a growing-finishing swine building. Proceedings of Fourth International Livestock Environment Symposium. University of Warwick, Coventry, England, pp: 365-374.
- LOPEZ, J.; JESSE, G.W.; BECKER, B.A.; ELLERIECK, M.R. (1991) - Effects of temperature on the performance of finishing swine: I. Effects of a hot diurnal temperature on average daily gain, feed intake and feed efficiency. *J. Anim. Sci.*, 69: 1843-1849.
- LOPEZ, J.; GOODBAND, R.D.; ALLEE, G.L.; JESSE, G.W.; NELSEN, J.L.; TOKACH, M.D.; SPIERS, D.; BECKER, B.A. (1994) - The effects of diets formulated on ideal protein basis on growth performance, carcass characteristics, and thermal balance of finishing gilts housed in a hot, diurnal environmental. *J. Anim. Sci.*, 72: 367-379.
- LOUGNON, J., KIENER, T. (1987) - Influence du sexe et de la castration sur le besoin en lysine du porc en croissance. *Journées Rech. Porcine en France*, 19: 249-258.
- LUCAS, E.; CRUZ, V. (1995) - Efeito do clima do Alentejo no microclima das instalações para suínos. VI Congresso de Zootecnia, Angra do Heroísmo. Submetido e aceite para publicação na Revista Portuguesa de Zootecnia.
- MacGRATH, W.S. Jr.; VANDER NOOT, G.W.; GILBREATH, R.L.; FISHER, H. (1968) - Influence of environmental temperature and dietary fat on back fat composition of swine. *J. Nutr.*, 96: 461-466.
- MACHADO, A.F.; OUWERKERK, E.N. (1989) - Cooling fattening pigs with showers. In Land and water use. Dod & Grace (eds.), Balkema, Rotterdam, Netherlands, pp: 1121-1123.
- MANGOLD, D. (1983) - Animal thermal environment. In MWPS Structures and Environment Handbook, 11th ed., Midwest Plan Service, Anns, Sect. 603, 603: 1-603.S.
- MASSABIE, P.; GRANIER, R. (1996) - Incidence d'un faible débit de ventilation sur la qualité de l'air, l'état de santé et les performances zootechniques du porc à l'engrais élevé à 24°C. *Journées Rech. Porcine en France*, 28: 201-208.

- MASSABIE, P.; GRANIER, R.; Le DIVIDICH, J. (1996) - Influence de la température ambiente sur les performances zootechniques du porc à l'engrais alimenté *ad libitum*. *Journées Rech. Porcine en France*, 28: 189-194.
- MATON, A.; DAELEMANS, J.; LAMBRECHT, J. (1985) - Housing of animals: construction and equipment of animal houses. *Developments in Agricultural Engineering 6*. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, Netherlands, 458 pp.
- McCONNEL, J.C.; EARGLE, J.C.; WALDORF, R.C. (1987) - Effects of weaning weight, co-mingling, group size and room temperature on pig performance. *J. Anim. Sci.*, 65: 1201-1206.
- MENDES, J.C.; GUERREIRO, M.R.; SANTOS, C.A.P.; PAIVA, J.A.V. (1989) - Temperaturas exteriores de projecto e número de graus dias. I.N.M.G. Divisão de climatologia e L.N.E.C. - Núcleo de comportamento das construções, Lisboa.
- MENESES, J.F.S. (1985) - Ventilação natural controlada automaticamente em instalações para suínos. Tese de doutoramento. I.S.A., Lisboa, 254 pp.
- MEUNIER-SALAÛN, M.C. (1989) - Relations comportamentales du porc avec son environnement: critères d'évaluation des systèmes d'élevage. *Journées Rech. Porcine en France*, 21: 281-296.
- MEUNIER-SALAÛN, M.C.; DANTZER, R. (1990) - Behaviour-environment relationships in pigs: importance for the design of housing and management systems in intensive husbandry. *Pig News and Information*, 11: 507-514.
- MORRISON, S.R.; MOUNT, L.E. (1971) - Adaptation of growing pigs to changes in environmental temperature. *Anim. Prod.*, 13: 51-57.
- MORRISON, S.R.; HEITMAN, H. Jr.; BOND, T.E. (1969) - Effect of humidity on growth rate and feed utilisation of swine. *Int. J. Biometeor.*, 10: 163-168.
- MORRISON, S.R.; GIVENS, L.R.; HEITMAN, H. Jr. (1976) - Effects of air movement on swine at high temperature. *Int. J. Biometeor.*, 20: 337-343.
- MORRISON, W.D.; BATE, L.A.; Mc MILLAN, I.; AMYOT, E. (1987) - Operant heat demand of piglets housed on four different floors. *Can. J. Anim. Sci.*, 67: 337-341.

- MOSS, R. (1981) - The effect of the welfare code provisions on animal housing. In Environmental aspects of housing for animal production. J.A. Clark (ed.) Butterworths, London, England, pp: 471-480.
- MOUNT, L.E. (1960) - The influence of huddling and body volume on the metabolic rate of young pigs. *J. Agric. Sci.*, 55: 101-105.
- MOUNT, L.E. (1974) - The concept of thermal neutrality. In heat loss from animals and man. J.L. Monteith, L.E. Mount (eds.), Butterworths, London, England, pp: 425-439.
- MOUNT, L.E. (1979) - Adaptation to thermal environment. Man and his productive animals. E. Arnold (ed.), London, England, 333 pp.
- MOUNT, L.E.; ROWELL, L. (1960) - Body size, body temperature and age in relation to the metabolic rate of pig in the first weeks after birth. *J. Physiol.*, London, 154: 408-416.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (1981) - Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. National Academy Press, Washington, D.C., USA, 152 pp.
- NATIONAL WEATHER SERVICE CENTRAL REGION (NWSCR) (1976) - Livestock hot weather stress, regional operations manual letter. U.S. Department of Comerc., National Oceanic and Atmospheric Administration, Kansas City, Missouri, USA, C- 31-76.
- NICHOLS, D.A.; AMES, D.R.; HINES, R.H. (1982) - Effect of temperature on performance and efficiency of finishing swine. Proceedings of the Second International Livestock Environment Symposium, ASAE. Urbana, Illinois, USA, pp: 376-379.
- NIENABER, J.A.; HAHN, G.L. (1988) - Environmental temperature influences on heat production of ad-lib-fed, nursery and growing-finishing swine. Proceedings of Third International Livestock Environment Symposium. ASAE, Toronto, Canada, pp: 73-78.
- NIENABER, J.A.; HAHN, G.L.; HRUSKA, R.L. (1983) - Performance of growing-finishing swine in response to the thermal environment. ASAE Mid-Central Meeting, St° Joseph, Missouri, USA paper n° MCR 83-137.

- NIENABER, J.A.; HAHN, G.L.; YEN, J.R. (1987) - Thermal environment effects on growing-finishing swine. Part I. Growth, feed intake and heat production. *Transactions of ASAE*, 30: 1772-1775.
- NIENABER, J.A.; HAHN, G.L.; KORTHALS, R.L.; McDONALD, T.P. (1993) - Eating behaviour of swine as influenced by environmental temperature. Proceedings of Fourth International Livestock Environment Symposium, ASAE. University of Warwick, Coventry, England, pp: 937-944.
- NOBLET, J.; Le DIVIDICH (1982) - Effect of environmental temperature and feeding level on energy balance traits of early-weaned piglets. *Livest. Prod. Sci.*, 9: 619-632.
- NOBLET, J.; Le DIVIDICH, J. BIKAWA, T. (1985) - Interaction between energy level in the diet and environmental temperature on the utilisation of energy in growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 61: 452-459.
- NOBLET, J.; Le DIVIDICH, J.; BIKAWA, T. (1987) - Interaction entre la température ambiante et la concentration en énergie du régime sur les performances de croissance et l'utilisation de l'énergie chez le porc. *Journées Rech. Porcine en France*, 19: 341-348.
- NOBLET, J.; DOURMARD, J.Y.; DUBOIS, S.; Le DIVIDICH, J. (1988) - Influence de la température ambiante sur les dépenses énergétiques de la truie gravide. Interaction avec la nature du régime (paille, luzerne). *Journées Rech. Porcine en France*, 20: 345-350.
- OGILVIE, J.R.; MORRISON, W.D. (1988) - Bio-assay techniques to assess environmental conditions. Proceedings of Third International Livestock Environment Symposium, Toronto, Canada, pp: 67-72.
- PEDERSEN, S. (1980) - Optimal temperature and air velocity in houses for fattening pigs. In Housing and climatic environment for pig. A. Aumaitre, J. Le Dividich, P. Texier (eds.). INRA, Paris, France, pp: 37-49.
- PEREIRA, J.A.S.G. (1995) - Efeito da introdução de uma fonte biodisponível (metionato de manganésio) na dieta sobre aspectos da termoregulação em suínos e suas consequências sobre as performances zootécnicas. Trabalho de fim de curso, Universidade de Évora, Évora.

- PETERSEN, E.S.; NIELSEN, E.K. (1977) - The influence of group size on the productivity of growing-finishing pigs. Sbi-landrugsbyggeri, Horsholm, Denmark, 11 pp.
- PETHERICK, J.C. (1983) - A biological basis for the design of space in livestock housing and welfare. In Farm Animal Housing and Welfare. S.H. Baxter; M.R. Baxter; J.A.C. MacCormac (eds.). Martinus Nighoff, Hague, Netherlands, pp: 103-120.
- PETHERICK, J.C.; BAXTER, S.H., (1981) - Modelling the static spatial requirements of livestock. In Modelling, Design and Evaluation of Agricultural Buildings. CIGR Section II, Seminar, Aberdeen, Scotland, pp: 75-82.
- PHILLIPS, P.A.; YOUNG, B.A.; Mc QUITTY, J.B. (1982) - Live weight, protein deposition and digestibility responses in growing pigs exposed to low temperature. *Can. J. Anim. Sci.*, 62: 95-108.
- PHUAH, C.H. (1976) - Effect of floor space allowance on the performance of growing-finishing pigs under the tropical conditions. *Malasyan Agric. Journal*, 50: 507-512.
- RANDALL, J.M. (1983) - Humidity and water vapour transfer in finishing piggeries. *J. Agric. Engng. Res.*, 28: 451-461.
- REIS, R.M.M.; GONÇALVES, M.Z. (1982) - Caracterização climática da região agrícola do Alentejo. In O Clima de Portugal, Fasc. XXXIV, I.N.M.G., Lisboa.
- RIBEIRO, O.; LANTERISACH, H. (1988) - Geografia de Portugal. II - o ritmo climático e a paisagem. João Sá da Costa (ed.), Lisboa.
- RINALDO, D. (1989) - Influence de la temperature ambiente sur le metabolisme énergétique et tissulaire et le besoin en lysine du porc en croissance. Mise en evidence de l'interet de une température élevée. Thèse de Docteur - Ingénieur en Sciences Agronomiques. Université de Rennes I, Rennes, France, 124 pp.
- RINALDO, D. Le DIVIDICH, J., (1991^a) Influence de la temperature ambiente sur les performances de croissance du porc. INRA. *Prod. Anim.* 4: 57-65.
- RINALDO, D.; Le DIVIDICH, J. (1991^b) - Assessment of optimal temperature for performance and chemical body composition of growing pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 29: 61-75.
- RINALDO, D; Le DIVIDICH, J., (1991^c) - Effects of warm exposure on adipose tissue and muscle metabolism in growing pigs. *Comp. Biochem. Physiol.*, 100A: 995-1002.

- RISKOWSKI, G.L.; BUNDY, D.S. (1988) - Effect of air velocity and temperature on weanling pigs. Proceedings of Third International Livestock Environment Symposium. A.S.A.E., Toronto, Canada, pp: 117-124.
- RISKOWSKI, G.L.; BUNDY, D.S. (1990) - Effect of air velocity and temperature on growth performances of weanling pigs. *Transactions of A.S.A.E.*, 33: 1669-1675.
- SAIAL, A.L.G. (1994) - Influência do metionato de manganésio nas performances de crescimento e na qualidade da carcaça de suínos. Trabalho de fim de curso, Universidade de Évora, Évora.
- SAINSBURY, D.; SAINSBURY, P. (1979) - Livestock Health and Housing. Baillière Tindall, London, England, 388 pp.
- SAKAI, T.; NISHINO, M.; HAMAKAWA, M.; YOON, C.-S.; THIRAPATSAKUN, T. (1992) - A note on the effects of environmental temperature on live-weight gain during fattening of pigs. *Anim. Prod.*, 54: 147-149.
- SÄLLVIK, K.; WALBERG, K. (1984) - The effects of air velocity and temperature on the behaviour and growth of pigs. *J. Agric. Engng. Res.*, 30: 305-312.
- SCHOENHERR, W.D.; STAHLY, T.S.; CROMWELL, G.L. (1985) - Effects of environmental temperature and dietary fat additions on growth and carcass characteristics of growing-finishing swine. Swine Research Report, University of Kentucky, Lexington, USA, Report nº 292, pp: 20-22.
- SCOTTISH AGRICULTURAL COLLEGE (SAC) (1987) - Temperature requirements for growing and finishing pigs. Technical note, nº 9, 4 pp.
- SEERLEY, R.W.; MacDANIEL, M.C.; MacCAMPBELL, H.C. (1978) - Environmental influence on utilisation of energy in swine diets. *J. Anim. Sci.*, 47: 427-434.
- S.I.M.A. (1991) - Suínos, Mercado Nacional e Comunitário, 1990. I.R.O.M.A. e S.I.M.A. (eds.), Lisboa.
- STAHLY, T.S. (1985) - Influence of the thermal environment on the nutritive value of various diets for growing pigs. Proceedings of Guelph Pork Symposium, University of Guelph, Ontario, pp: 77-89.
- STAHLY, T.S.; CROMWELL, G.L. (1979) - Effect of environmental temperature and dietary fat supplementation on the performance and carcass characteristics of growing and finishing swine. *J. Anim. Sci.*, 49: 1478-1488.

- STAHLY, T.S.; CROMWELL, G.L. (1986) - Responses to dietary additions of fiber (alfalfa meal) in growing pigs housed in a cold, warm or hot thermal environment. *J. Anim. Sci.*, 63: 1870-1876.
- STOMBAUCH, D.P.; ROLLER, W.L.; ADAM, J.L.; TEAGUE, H.S. (1973) - Temperature regulation in neonatal piglet during mild cold and severe heat stress. *Am. J. Physiol.*, 225: 1192-1198.
- STONE, B.A.; HEAP, P.A. (1982) - Growth and estimated heat balance of pigs raised under different housing conditions during Summer, in southern Australia. *Anim. Prod.*, 35: 341-351.
- TEXIER, C. (1978) - Évolution des doctrines en matière de conception et aménagement des bâtiments porcines. *Journées Rech. Porcine en France*, 10: 309-322.
- TONKS, H.M.; SMITA, W.C.; BRUCE, J.M. (1972) - The influence of a high temperature, high humidity indoor environment on the performance of bacon pigs. *Vet. Rec.*, 90: 531-537.
- VAJRABUKKA, C.; THWAITES, C.J.; FARREL, D.J. (1983) - A field survey and experiments to determine the effect of high temperature on the biological performance of pigs. In *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*, D.J. Farrel; P. Vohra (eds.), University of New England, Armidale, pp: 235-244.
- VAJRABUKKA, C.; THWAITES, C.J.; FARREL, D.J. (1987) - The effects of duration of sprinkling and temperature of the drinking water on the feed intake and growth of pigs at high ambient temperature. *J. Agric. Sci.*, 109: 409-410.
- VERSTEGEN, M.W.A.; CLOSE, W.H. (1994) - The environment and the growing pigs. In *Principles of pig science*, D.J.A. Cole; J. Wiseman; M.A. Varley (eds.). Nottingham University Press. Nottingham, England, pp: 333-353.
- VERSTEGEN, M.W.A.; Van Der HEL, W. (1974) - The effects of temperature and type of floor on metabolic rate and effective critical temperature in groups of growing pigs. *Anim. Prod.*, 18: 1-11.
- VERSTEGEN, M.W.A.; CLOSE, W.H.; STARI, I.B.; MOUNT, L.E. (1973) - The effects of environmental temperature and plane of nutrition on heat loss, energy retention and deposition of protein and fat in groups of growing pigs. *Br. J. Nutr.*, 30: 21-35.

- VERSTEGEN, M.W.A.; BRASCAMP, E.W.; Van Der HEL, W. (1978) - Growing and fattening of pigs in relation to temperature of housing and feeding level. *Can. J. Anim. Sci.*, 58: 1-13.
- VERSTEGEN, M.W.A.; BRANDSMA, H.A.; MATEMAN, G. (1982) - Feed requirement of growing pigs at low environmental temperatures. *J. Anim. Sci.*, 55: 88-94.
- VERSTEGEN, M.W.A.; BRANDSMA, H.A.; MATEMAN, G. (1985) - Effect of ambient temperature and feeding level on slaughter quality in fattening pigs. *Neth. J. Agric. Sci.*, 33: 1-15.
- VERSTEGEN, M.W.A.; SIEGERINK, A.; Van Der HEL, W.; GEERS, R.; BRANDSMA, C. (1987) - Operant supplementary heating in groups of growing pigs in relation to air velocity. *J. Therm Biol.*, 12: 257-261.
- VICENTE, P.A.R. (1991) - Caracterização ambiental da pocilga da Herdade Experimental da Mitra. Elaboração de um estudo prévio alternativo. Trabalho de fim de curso, Universidade de Évora, Évora.
- WATT, D.L.; BANGSUND, D.A.; CRENSHAW, J.D.; DeSHAZER, J.A. (1988) - Calculating profit maximising swine housing temperatures. Proceedings of Third International Livestock Environmental Symposium, A.S.A.E., Toronto, Canada, pp: 430-437.
- WEAVER, M.E.; INGRAM, D.L. (1969) - Morphological changes in swine associated with environmental temperature. *Ecology*, 50: 710-713.
- WETTERMAN, R.P.; WELLS, M.E.; OMTVEDT, I.T.; POPE, C.E.; TURMAN, E.J. (1976) - Influence of elevated environmental temperature on reproductive performance of boars. *J. Anim. Sci.*, 42: 664-669.
- WETTERMAN, R.P.; WELLS, M.E.; JOHNSON, R.K. (1979) - Reproductive characteristics of boars during and after exposure to increased ambient temperature. *J. Anim. Sci.*, 49: 1501-1505.
- WHATES, L.M.; MILLER, B.G.; BOURNE, F.J. (1989) - Cold stress and post weaning diarrhoea in piglets inoculated orally or by aerosol. *Anim. Prod.*, 49: 483-496.
- WIERSMA, F.; SHORT, T.H. (1983) - Evaporative cooling. In Ventilation of Agricultural Structures. M.A. Hellickson; J.N. Walker (eds.), A.S.A.E., pp: 101-118.

- XIN, H.; DeSHAZER, J.A. (1991) - Swine responses to constant and modified diurnal cyclic temperatures. *Transactions of A.S.A.E.*, 34: 2533-2540.
- YAMAMOTO, S.; ITO, T.; FUJITA, M. (1984) - Relationships between physiological responses and feed intake and body weight gain in growing pigs under warm environmental temperatures. *Jap. J. Zootech. Sci.*, 55: 71-75.
- YOUNG, D.A.; WALKER, B.; PIXON, A.F.; WALKER, V.A. (1989) - Physiological adaptation to environment. *J. Anim. Sci.*, 67: 2426-2432.