

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
VETERINÁRIAS**

**HORMÔNIOS TIREOIDEANOS, QUALIDADE DE
CARCAÇA E DE CARNE E DESEMPENHO
PRODUTIVO DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO E
TERMINAÇÃO**

Andressa Alves Storti
Médica Veterinária

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS – BRASIL
Setembro de 2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**HORMÔNIOS TIREOIDEANOS, QUALIDADE DE CARÇAÇA
E DE CARNE E DESEMPENHO PRODUTIVO DE SUÍNOS EM
CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

Andressa Alves Storti

**Orientadora: Profa. Dra. Mara Regina Bueno de M. Nascimento
Co- orientador: Prof. Dr. Robson Carlos Antunes**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina Veterinária - UFU, como parte das
exigências para obtenção do título de mestre
em Ciências Veterinárias (Produção Animal).

**UBERLÂNDIA- MINAS GERAIS- BRASIL
Setembro de 2011**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

S886h Storti, Andressa Alves, 1982-
2011 Hormônios tireoideanos, qualidade de carcaça e de carne e desempenho produtivo de suínos em crescimento e terminação / Andressa Alves Storti. -- 2011.
55 f. : il.

Orientadora: Mara Regina B. de M. Nascimento.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

Inclui bibliografia.

1. Veterinária - Teses. 2. Carne de porco - Teses. 3. Suíno - Carcaças - Teses. 4. Carcaças - Qualidade - Teses. 5. Hormônios tireoideanos - Teses. I. Nascimento, Mara Regina Bueno de Mattos. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU:

“A possibilidade de realizarmos um sonho é o que torna a vida interessante.”
(Paulo Coelho)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Osmar e Suely e meus irmãos, Anderson e Aline pelo amor, apoio e compreensão.

À Profa. Dra. Mara Regina Bueno de M. Nascimento pelos ensinamentos, pela grande e valiosa orientação, paciência e ajuda no decorrer deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Robson Carlos Antunes pela co-orientação, apoio, compreensão e oportunidade de realizar este trabalho.

Ao Laboratório de Patologia Clínica da Universidade Federal de Uberlândia, em especial ao Prof. Dr. Antônio Vicente Mundim e ao técnico Felipe César Gonçalves.

Às amigas e companheiras nesta jornada, Luana e Serly.

Aos alunos da graduação e Pós-Graduação que contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos funcionários do Frigorífico Real pelo auxílio na execução do trabalho.

À todos aqueles que de certa forma contribuíram para esta grande conquista.

SUMÁRIO	PÁGINA
I. INTRODUÇÃO.....	13
II. REVISÃO DA LITERATURA.....	14
1. A GLÂNDULA TIREÓIDE.....	14
1.1 Anatomia.....	14
1.2 Síntese e secreção dos hormônios tireoideanos.....	15
1.3 Regulação da glândula tireóide.....	17
1.4 Transporte de T ₃ e T ₄ no sangue.....	17
1.5 Ações dos hormônios tireoideanos.....	19
1.6 Termogênese e os hormônios tireoideanos.....	20
1.7 Valores de T ₃ e de T ₄ em suínos.....	21
2. CONFORTO TÉRMICO DO SUÍNO.....	22
3. QUALIDADE DE CARÇAÇA E DE CARNE.....	23
3.1 Porcentagem de carne magra.....	25
3.2 pH.....	26
III. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
V. CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS

ABCS.....	Associação Brasileira de Criadores de Suínos
CC.....	Comprimento de Carcaça
%CM.....	Porcentagem de Carne Magra
ET.....	Espessura de Toucinho
ETPC.....	Espessura de Toucinho na Primeira Costela
ETUC.....	Espessura de Toucinho na Última costela
ETUL.....	Espessura de Toucinho na Última Lombar
GPMD.....	Ganho de Peso Médio Diário
ID.....	Intestino Delgado
ITGU.....	Índice de Temperatura de Globo e Umidade
LD.....	Músculo <i>Longissimus dorsi</i>
NPPC.....	National Pork Producers Council
PI.....	Peso Inicial
PF.....	Peso final
pH _{45min}	Potencial hidrogeniônico medido 45 minutos após sangria
pH _{24h}	Potencial hidrogeniônico medido 24 horas após sangria
PSE.....	<i>Pale, soft e Exudative</i> - Pálida, Mole e Exsudativa
T ₃	Triiodotironina
T ₄	Tiroxina
T _{1min}	Temperatura medida 1 minuto após a sangria
T _{24h}	Temperatura medida 24 horas após sangria
Tgn.....	Temperatura de globo negro

T_{bs} Temperatura de Bulbo Seco
 T_{bu} Temperatura de Bulbo Úmido
UFU..... Universidade Federal de Uberlândia
UR..... Umidade Relativa

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores médios, desvios padrão, mínimo e máximo da concentração sérica de T_3 e T_4 , em nmol/L, de 48 suínos de linhagem comercial na fase de crescimento-terminação no início e final do alojamento, Uberlândia-MG, 2010.....Página 34

Tabela 2 - Coeficientes da correlação de Pearson entre T_3 e T_4 no início e no término da fase de crescimento-terminação e as variáveis peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso médio diário (GPMD), de 48 suínos de linhagem comercial na fase de crescimento-terminação, Uberlândia-MG, 2010.....Página 35

Tabela 3 - Coeficientes da correlação de Pearson entre T_3 e T_4 no início e no término da fase de crescimento-terminação e as variáveis Temperatura a 1 minuto (T_{1min}), Temperatura a 24 horas (T_{24h}), $pH_{45minutos}$, $pH_{24horas}$, de 48 carcaças suínas de linhagem comercial, Uberlândia-MG, 2010.....Página 37

Tabela 4 - Coeficientes da correlação de Pearson entre T_3 e T_4 no início e no término da fase de crescimento-terminação e as variáveis ETPC, ETUC, ETUL, ID, CC, %CM, de 48 carcaças suínas de linhagem comercial, Uberlândia-MG, 2010.....Página 37

Tabela 5 - Coeficientes da correlação de Pearson entre PF e as variáveis ETPC, ETUC, ETUL, ID, CC, %CM, de 48 carcaças suínas de linhagem comercial, Uberlândia-MG, 2010.....Página 38

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-** Baia no setor de suínos da fazenda Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia na fase de crescimento-terminação, Uberlândia, MG, 2010.....Página 28
- Figura 2-** Psicrômetro no galpão crescimento-terminação do setor de suínos da fazenda Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2010.....Página 29
- Figura 3-** Analisador automático Chemwell[®] do Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2010.....Página 30
- Figura 4 -** Peagâmetro portátil digital (TESTO 205[®]) para medida do pH da carne suína (a) e termômetro digital (modelo mini inox – AKSO[®]) para medida da temperatura no suíno (b), Uberlândia, MG, 2010..... Página 31
- Figura 5 –** Medida do intestino delgado de suínos, Uberlândia, MG, 2010.....Página 32
- Figura 6-** Medida da espessura de toucinho com a régua para cálculo da porcentagem de carne magra (%CM) em suínos, Uberlândia, MG, 2010..... Página 32
- Figura 7 -** Medida de comprimento de carcaça de suínos, Uberlândia, MG, 2010..... Página 33

HORMÔNIOS TIREOIDEANOS, QUALIDADE DE CARÇAÇA E DE CARNE E DESEMPENHO PRODUTIVO DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

RESUMO - Objetivou-se neste estudo comparar as concentrações séricas de Triiodotironina (T_3) e Tiroxina (T_4) em suínos de linhagens comerciais no início e término da fase de crescimento-terminação, correlacionando-os com o desempenho produtivo, qualidade de carcaça e de carne. As amostras sanguíneas de 48 animais foram coletadas no início e no final da fase de crescimento-terminação por punção da veia jugular externa, sempre no mesmo horário (08:00h as 10:00h). As determinações séricas dos hormônios tireoideanos foram feitas por Enzimaimunoensaio para determinação quantitativa das concentrações séricas de T_3 e T_4 em suínos, em analisador automático multicanal Chemwell[®], utilizando kit da interkit (Bio check, Inc.). A temperatura e umidade do ar foram determinadas durante o período experimental e o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) foi calculado para caracterizar o ambiente. As seguintes características de desempenho produtivo, qualidade de carcaça e de carne foram mensuradas: Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso médio diário (GPMD), espessura de toucinho na primeira costela (ETPC), espessura de toucinho na última costela (ETUC), espessura de toucinho na última lombar (ETUL), comprimento de carcaça (CC), comprimento do intestino delgado (ID), porcentagem de carne magra (%CM), pH a 45 minutos (pH_{45min}), pH a 24 horas (pH_{24h}), temperatura a 1 minuto (T_{1min}) e temperatura a 24 horas (T_{24h}). Os valores de temperatura ambiente, ITGU e umidade relativa foram altos, caracterizando ambiente estressante. Os valores de T_4 e T_3 decresceram com o aumento da idade dos suínos. Verificou-se que T_3 final correlacionou negativamente e moderadamente com PF e GPMD, já T_4 final com PI ($p<0,05$). No final da terminação, T_3 correlacionou negativamente, porém baixa, com a ETUL ($p<0,05$). A tiroxina inicial e final correlacionaram negativamente e de forma moderada com pH_{45min} e pH_{24h} , respectivamente ($p<0,05$). O PF correlacionou positivamente e moderadamente com ETPC, ETUC, ETUL, ID, CC, porém negativamente e moderadamente com %CM ($p<0,05$). Assim, valores de T_3 e de T_4 em suínos no início da fase de crescimento-terminação são maiores que na terminação. Estes hormônios influenciam o peso inicial e final, a espessura de toucinho na última lombar, pH_{45min} e pH_{24h} de suínos em crescimento-terminação.

Palavras- chave: carcaça, suínos, triiodotironina, tiroxina

THYROID HORMONES, CARCASS AND MEAT QUALITY AND PRODUCTIVE PERFORMANCE OF GROWING-FINISHING SWINE

ABSTRACT – The objective of this study was to compare serum concentrations of the hormones triiodothyronine (T_3) and thyroxine (T_4) in pigs on commercial line beginning and end of growing-finishing phase, correlating them with productive performance, carcass and meat quality. Blood samples were collected from 48 animals at the beginning and end of growing-finishing phase by puncturing the jugular vein, around the same time (08:00 to 10:00). Measurements of serum thyroid hormones were made by enzyme-immunoassay for the quantitative determination of serum concentrations of T_3 and T_4 in pigs, multichannel analyzer in automatic Chemewell[®], using the kit Interkit (Bio check, Inc.). The temperature and relative humidity were measured during the experimental period and the black globe humidity index (BGHI) was calculated to characterize the environment. The following characteristics of productive performance, carcass quality and meat were measured: Initial body weight (IBW), final body weight (FBW), average body weight gain (BWG), backfat thickness at first rib (BTFR), backfat thickness at last rib (BTLR), backfat thickness at the last lumbar (BTLL), carcass length (CL), length of small intestine (SI), lean meat percentage (LM%), pH at 45 minutes (pH_{45min}), pH at 24 hours (pH_{24h}), temperature at 1 minute (T_{1min}), temperature at 24 hours (T_{24h}). The values of temperature, BGHI and relative humidity were high, characterizing the stressful environment. The T_4 and T_3 values decreased with increasing age of pigs. It was verified that final T_3 negatively and moderately correlated with FBW and BWG, as final T_4 with IBW ($p < 0.05$). Initial and final thyroxine negatively and moderately correlated with pH_{45min} and pH_{24h} , respectively ($p < 0.05$). The FBW positively and moderately correlated with BTFR, BTLR, BTLL, CL, SL, but negatively and moderately with LM% ($p < 0.05$). Thus, values of T_3 and T_4 in pigs early in the growing-finishing phase are larger than in termination. These hormones influence the initial and final weight, BTLL, pH_{45min} and pH_{24h} of growing-finishing pigs.

Keywords: carcass, pigs, triiodothyronine, thyroxine

I. INTRODUÇÃO

A qualidade da carne suína tem, segundo Cassens (2000), considerável importância em todos os segmentos da indústria. Para isso é fundamental que a indústria conheça os fatores externos e internos que podem alterar a qualidade da mesma, disponibilizando para o consumo um produto com qualidade para atender a demanda e o desejo dos consumidores no que refere as suas qualidades sanitárias, nutritivas e organolépticas (BRYHNI et al., 2002).

Um fator interno que poderia modificar a qualidade da carcaça e carne dos suínos são os hormônios tireoideanos. Estes são importantes reguladores da taxa metabólica (GENUTH, 2000) e afetam a quantidade de nutrientes utilizados na manutenção e no crescimento (NORMAN; LITWACK, 1997), ou seja, regulam a síntese e a degradação de outros hormônios e fatores de crescimento. Além disso, podem influenciar na sensibilidade de outros hormônios em alguns órgãos, e agem diretamente na taxa metabólica de órgãos individuais (KAHL; ELSASSER; BLUM, 2000).

Além disso, estão ligados à termogênese, uma vez que aumentam a taxa metabólica, além de apresentarem ação potenciadora sobre as catecolaminas (JOHNSON et al., 1988). Portanto, para estes autores, T_3 e T_4 podem apresentar valores reduzidos em animais expostos a altas temperaturas, associados à menor produção de calor metabólico.

Em geral, a atividade do hormônio tireoideano é definida em termos de respostas teciduais ou orgânicas a quantidades inadequadas ou excessivas do hormônio. Uma visão mais equilibrada é que os hormônios tireoideanos são importantes para a atividade metabólica normal de todos os tecidos (CUNNINGHAM; KLEIN, 2008).

Dessa forma, objetivou-se neste estudo comparar os valores de T_3 e T_4 no início e no final da fase crescimento-terminação em suínos de linhagens comerciais, correlacionando-os com o desempenho produtivo, qualidade de carcaça e de carne.

II. REVISÃO DA LITERATURA

1. A GLÂNDULA TIREÓIDE

1.1 Anatomia

A denominação tireóide origina-se das palavras gregas *thyreos*-escudo oblongo e *eidos*-forma (BIANCO; KIMURA, 1999; KATER et al., 2004). A glândula, segundo Venzke (1986b); McNabb (1995); Ganong (1999) e Bianco (2002) está presente em todos os vertebrados. De acordo com Venzke (1986a), nos suínos está situada na linha média ventralmente à traquéia e em posição justa cranial a entrada do tórax. Segundo este autor, os lobos são de cor castanho-avermelhado, irregularmente triangulares em sua forma, medindo aproximadamente 5 a 6 cm de comprimento e são achatados verticalmente no sentido longitudinal. Este autor também afirma que a glândula pesa aproximadamente cinco gramas nos adultos e os lobos estão unidos por certa extensão em sua superfície central de modo que um istmo distinto não pode ser identificado. Além disso, cita que a superfície dorsal da glândula é sulcada longitudinalmente, dorsalmente se relaciona com o esôfago e profundamente com os lados e com a face ventral da traquéia.

O suprimento arterial da glândula tireóide foi descrita por Venzke (1986b). Este ocorre por um ou mais ramos originários da artéria omocervical direita que penetra na glândula pelo pólo caudal. A veia satélite deixa a glândula pelo pólo caudal e penetra na veia cava cranial. Já os vasos linfáticos drenam para os linfonodos cervicais e o suprimento nervoso provém do sistema nervoso autônomo.

Quando examinado histologicamente, o tecido glandular simula um conglomerado de reservatórios irregulares e arredondados (ácinos) de diferentes tamanhos (50 a 300 μm de diâmetro), preenchidos com um líquido proteináceo denominado colóide (DICKSON, 2006). Segundo este mesmo autor, cada reservatório é revestido por uma única fileira de células foliculares com aproximadamente 15 μm de altura, sendo que cada célula folicular secreta tireoglobulina e iodo para o reservatório coloidal, o que permite a síntese da tiroxina e triiodotironina no colóide. Para este autor, quando as glândulas estão muito ativas,

os reservatórios coloidais são pequenos, e as células foliculares altas, quando estão inativas, as células são achatadas, e os folículos encontram-se distendidos com colóide. Ainda segundo este autor, as células parafoliculares ou células C são encontradas principalmente reunidas em grupos no espaço interfolicular e secretam o hormônio calcitonina, porém algumas células parafoliculares podem estar localizadas na parede folicular; no entanto, nunca alcançam o lúmen do folículo, porque não secretam colóide.

1.2 Síntese e secreção dos hormônios tireoideanos

Tiroxina e triiodotironina são conhecidos como hormônios metabólicos chave do organismo, sendo T_3 a forma funcionalmente mais ativa (SMITH et al., 2002; STOICA et al., 2007) e a T_4 o principal hormônio secretado pela glândula tireóide, considerado precursor ou pró-hormônio (CHOKSI et al., 2003; STOICA et al., 2007).

Dois moléculas são importantes para a biossíntese dos hormônios da tireóide: o mineral iodo e o aminoácido tirosina. No trato gastrointestinal o iodo é convertido em iodeto, transportado pela corrente sanguínea, captado por um transportador específico dependente de adenosina-trifosfato (ATP) localizado na membrana basal dos tireócitos, o co-transportador sódio-iodeto (Na^+/I^- -Symporter, NIS), concentrado nos folículos da glândula tireóide (KANEKO, 2008; GREENSPAN, 1997; BIANCO; KIMURA, 1999; GOODMAN, 2000; GUYTON; HALL, 2002; DOHAN et al., 2003; VAISMAN; ROSENTHAL; CARVALHO, 2004). Ainda segundo estes autores, na membrana apical das células foliculares, sob ação da enzima tireoperoxidase, o iodeto, em presença de peróxido de hidrogênio (H_2O_2), é oxidado à forma reativa do iodo ou iodo atômico quando, cataliticamente, é incorporado em frações de segundos, às estruturas anelares das tirosinas que se encontram acopladas por ligações peptídicas à grande molécula de tireoglobulina presente no espaço luminal do folículo. Entre outros aminoácidos, cada molécula de tireoglobulina contém aproximadamente 110 resíduos de tirosina (BIANCO; KIMURA, 1999), mas somente alguns destes aminoácidos estão localizados em sítios acessíveis à ação enzimática para serem iodados e cada um pode receber, em seu anel benzênico, até duas moléculas de iodo (BIANCO; KIMURA, 1999;

GRECO; STABENFELD, 1999). Normalmente aproximadamente 20% dos aminoácidos são iodados (GOODMAN, 2000) e, ainda assim, a tireóide armazena entre 59 e 65% do iodo corporal, como parte integrante de seus hormônios (GREENSPAN, 1997; KANEKO, 2008).

Quando apenas uma molécula de iodo se liga no carbono 3 do anel tirosil da tirosina, forma-se um composto denominado de 3-monoiodotirosina (MIT). Porém, se mais uma molécula de iodo se ligar ao anel tirosil, no carbono 5, ocorrerá a formação de um composto 3,5-diiodotirosina (DIT). O acoplamento de uma molécula de MIT com uma de DIT resultará em 3,5,3'-triiodotironina ou T_3 e a condensação oxidativa de duas moléculas de DIT originará a 3,5,3',5'-tetraiodotironina denominada tiroxina ou T_4 (GREENSPAN, 1997; GANONG, 1999; BIANCO; KIMURA, 1999; GUYTON; HALL, 2002; DOUGLAS, 2002). Os hormônios tireoidianos consistem de 2 anéis benzênicos. Um anel tirosil interno também chamado de anel a e um fenólico externo ou anel b (KELLY, 2000). Várias combinações são possíveis levando à formação de 3,3',5'-triiodotironina (3,3',5'- T_3) conhecido como T_3 reverso ou r T_3 ; 3,3'-diiodotironina (3,3'- T_2); 3,5'-diiodotironina (3,5'- T_2); 3',5'-diiodotironina (3',5'- T_2) que, uma vez sintetizados, juntamente com T_3 e T_4 , permanecem armazenados extracelularmente, no lume dos folículos, fixados a tireoglobulina, até serem liberados (BLOOM; FAWCETT, 1977; GRECO; STABENFELDT, 1999; KELLY, 2000; GUYTON; HALL, 2002).

Cunningham e Klein (2008) descrevem a liberação dos hormônios tireoideanos pela glândula tireóide. Os autores afirmam que primeiro a tireoglobulina ligada a monoiodotirosina, diiodotirosina, moléculas de T_3 e T_4 devem ser translocadas para a célula folicular e os hormônios devem ser clivados a partir da tireoglobulina, sendo que as principais enzimas desta transferência são encontradas nos lisossomos. Ainda de acordo com estes autores, ao penetrarem a célula, as moléculas de globulina ligadora de tiroxina (TBG) se fundem aos lisossomos, e as enzimas lisossômicas clivam as moléculas de tirosina iodadas e as tironinas iodadas da molécula de tireoglobulina. Assim, para estes autores, as tironinas são liberadas através da membrana celular basal; a monoiodotirosina e a diiodotirosina são desionizadas por uma enzima denominada iodotirosina desalogenase; e tanto o

iodeto quanto as moléculas restantes de tirosina são reciclados, formando um novo hormônio em associação a tireoglobulina.

1.3 Regulação da glândula tireóide

A função tireoidiana é regulada por um sistema de retroalimentação negativa que opera por um modo do tipo ativação-desativação (DICKSON, 2006). Para este autor, a estimulação direta da glândula tireóide é efetuada pelo hormônio tireoestimulante (TSH) a partir da hipófise, e se não houver secreção de TSH, a tireóide irá tornar-se atrófica; ocorrendo excesso de TSH, ela se torna muito hipertrófica. O autor afirma que a secreção de TSH é estimulada pelo hormônio liberador de tireotropina (TRH) a partir do hipotálamo e que valores muito reduzidos ou muito elevados de TRH ocasionam atrofia ou hipertrofia da tireóide, respectivamente. Assim a T_3 e a T_4 exercem ação de retroalimentação negativa tanto sobre a hipófise quanto sobre o hipotálamo, juntamente com seus efeitos metabólicos sobre os tecidos.

Porém, a secreção de TSH não é o único mecanismo que controla a glândula, uma vez que a atividade dos hormônios tireoidianos na célula, os fatores de ligação celular, outros hormônios, neurotransmissores e fatores metabólicos, também participam do controle e da regulação da secreção de TSH (MASON; WILKISON, 1973; GRAF; CARVALHO, 2002; MOURA; MOURA, 2004).

1.4 Transporte de T_3 e T_4 no sangue

Uma vez secretados, os hormônios tireoidianos T_3 e T_4 circulam na corrente sanguínea sob duas formas. Sob condições normais 0,03 a 0,05% de T_4 e 0,30 a 0,50% de T_3 circulante estão no estado livre (BURROW; FISHER; LARSEN, 1994; KANEKO, 2008). A maioria deles é transportada sob a forma reversivelmente ligada às proteínas plasmáticas específicas sintetizadas pelo fígado. Aproximadamente 80% de T_4 e 90% de T_3 se fixam à globulina ligadora de tiroxina (TBG), 15 a 20% de T_4 e menos de 5% de T_3 circulante estão ligados a transtiretina (TTR) ou pré-albumina ligadora de tiroxina (TBPA) e o restante, liga-se principalmente à albumina

(HIGHTOWER; MILLER; KYZAR, 1969; LARSSON; PETTERSSON; CARLSTROM, 1985; GREENSPAN, 1997; GRECO; STABENFELDT, 1999; GOODMAN, 2000; GUYTON; HALL, 2002). Uma vez ligados às proteínas de fixação, os hormônios da tireóide apresentam distribuição regular nos tecidos-alvo, o que impede sua captação excessiva pelas primeiras células receptoras, logo após a secreção. Ligados, eles também são protegidos da degradação enzimática, mantendo um reservatório hormonal prontamente disponível, ao mesmo tempo em que são liberados de forma lenta para os tecidos, o que aumenta sua meia-vida (GANONG, 1999; GOODMAN, 2000; PEREIRAS; HORTA, 2003).

Nos tecidos-alvo é a fração livre de T_3 e T_4 que, por difusão passiva e possivelmente por transporte ativo, atravessa a membrana plasmática provocando respostas biológicas (GREENSPAN, 1997; BIANCO; KIMURA, 1999; GOODMAN, 2000). Apesar da T_4 exercer ação intrínseca própria (DICKSON, 2006), ele é pouco ativo, pois exibe cerca de 10 a 20 vezes menos afinidade por receptores do que o T_3 (BIANCO; KIMURA, 1999; DOUGLAS, 2002). Por esta razão, a T_4 é enzimaticamente desiodado na membrana celular dos tecidos periféricos, para produzir T_3 , que é o hormônio com maior atividade biológica (BRTKO; PASCUAL; ARANDA, 1994; McNABB, 1995; FELDMAN; NELSON, 2004).

Os dois hormônios (T_3 e T_4), segundo Dukes (2006), possuem meias-vidas e bioatividade muito diferentes. Para este autor a T_4 , menos ativa, possui meia-vida longa (dois a seis dias), diferente da T_3 , a mais ativa, cuja meia-vida é mais curta (16 a 48 horas).

1.5 Ações dos hormônios tireoideanos

Cunningham e Klein (2008) citam que é difícil definir os efeitos dos hormônios tireoideanos, uma vez que vários deles foram demonstrados pela criação de estados de hipotireoidismo e hipertireoidismo. Entretanto, os autores afirmam que uma importante função é que estes são provavelmente os determinantes primários do metabolismo basal, pois aumentam o consumo de oxigênio e este é conhecido como efeito calorigênico.

Diferente dos hormônios produzidos pela maioria das glândulas endócrinas, que têm um papel funcional altamente localizado (BIANCO, 2002), a maior parte dos tecidos possui receptores para os hormônios tireoidianos (WILSON; GOREWIT, 1980; GOODMAN, 2000; DOUGLAS, 2002; GUYTON; HALL, 2002). Por isso, a tireóide passa a ativar uma série de processos bioquímicos, desencadeando diversas respostas em todo o organismo, quer diretamente por meio de hormônios (DRAHOTA et al., 1999; SMITH et al., 2002), ou em combinação com os hormônios de outras glândulas endócrinas (BARKER et al., 1988; VELASQUEZ et al., 1997).

Outras ações dos hormônios tireoideanos são citadas por Achmadi e Terashima (1995) e Guyton e Hall (2002). Dentre elas estão: estimulam tanto a síntese quanto a degradação protéica, bem como a lipogênese e a lipólise no tecido adiposo branco e marrom; incrementam a absorção de carboidratos pelo intestino e a produção hepática de glicose por gliconeogênese; estimulam a glicogenólise mediante secreção de insulina e ativam substratos que fazem parte da glicólise.

Juntamente com o hormônio do crescimento (GH) e com os fatores de crescimento, os hormônios tireoideanos participam tanto do crescimento quanto da diferenciação celular (HUANG et al., 2000; PASCUAL-LEONE, 2000). Atuam ainda no controle da produção de receptores das somatomedinas, influenciam a síntese e a secreção de GH pela hipófise, regulam a ação do GH sobre as epífises ósseas (ROCHE; QUIRKE, 1992). Cervieri et al. (2005) observaram que bezerros tratados com somatotropina bovina recombinante (rbST) apresentaram concentrações séricas de T_4 maiores que animais controle, não havendo diferença nos valores de T_3 .

Para Guyton e Hall (2002), o efeito dos hormônios tireoideanos em humanos sobre o crescimento manifesta-se principalmente em crianças, pois naquelas que apresentam hipotireoidismo, o crescimento é amplamente retardado, já naquelas com hipertireoidismo, frequentemente ocorre um crescimento esquelético excessivo, tornando a criança consideravelmente alta em idade precoce. Entretanto, segundo estes mesmos autores, os ossos também maturam com mais velocidade e as epífises se fecham precocemente, de modo que a duração do crescimento e a altura final do adulto podem ser reduzidos. A deficiência do hormônio tireoideano na criança é frequentemente associada com retardo ósseo severo, baixa estatura e falha

mecânica das placas de crescimento de ambos os quadris (WELLS et al., 1993). Em modelos animais de hipotireoidismo, a deficiência de T_3 resulta em atraso na ossificação do esqueleto e em alterações importantes nas placas de crescimento como redução da espessura, desorganização da cartilagem e impedimento da diferenciação de condrócitos proliferativos em hipertróficos (RAY et al., 1954). Por outro lado, o aumento nas concentrações de hormônio tiroideano pode resultar em maturação esquelética acelerada, fechamento prematuro das placas de crescimento e subsequente diminuição do crescimento dos membros e do peso corporal (GOUVEIA, 2004).

Nos humanos e nos animais domésticos, os hormônios tireoidianos ativam fatores de crescimento específicos para o desenvolvimento de dendritos, axônios e sinapses nervosas; atuam na maturação do cérebro do feto e do neonato, bem como no funcionamento do sistema nervoso central e periférico durante a vida adulta (ERENBERG et al., 1974; ESCOBAR, 2001; SMITH et al., 2002). Ainda atuam na diminuição das concentrações séricas de colesterol pelo aumento do número de receptores para lipoproteínas de baixa densidade (LDL) no fígado (DRAHOTA et al., 1999).

1.6 Termogênese e os hormônios tireoideanos

A manutenção da temperatura corporal constante em situações fisiológicas diferentes (por exemplo, em variações de temperatura, atividade física, ingestão de alimentos) requer um sistema regulatório sofisticado tanto em nível de órgão quanto a nível celular (HAMPL; STARKA; JANSKY, 2006). O mais importante fator endócrino que modula a termogênese em situações como estas são os hormônios da tireóide (JANSKY, 1995; LANNI et al., 2003).

Segundo Smith e Edelman (1979), a ação termogênica dos hormônios da tireóide envolve três mecanismos básicos. O primeiro são modificações nas propriedades das mitocôndrias, levando a um incremento na sua taxa de respiração; o segundo, o aumento no conteúdo total dos tecidos em mitocôndrias; o terceiro é o incremento na atividade tissular da $Na^+ K^+$ - ATP-ase, que promove o transporte de sódio através da membrana plasmática.

Esses mecanismos não são mutuamente exclusivos, mas não se sabe muito a respeito de sua importância relativa (SILVA, 2008). Este último autor também cita que é possível, que o principal papel dos hormônios da tireóide na termorregulação seja no controle da termogênese endotérmica (ou obrigatória), através da reação com receptores de T_3 nas mitocôndrias e nos núcleos celulares dos tecidos, envolvendo a atividade da “bomba” de sódio-potássio. Além dos mecanismos já mencionados, deve-se considerar ainda a ação potenciadora dos hormônios da tireóide sobre as catecolaminas (SILVA, 2008).

Resultados de pesquisas nos mostram que o ambiente quente diminui a atividade da tireóide e as temperaturas frias aumentam a sua atividade, em várias espécies. Alguns estudos com monogástricos têm mostrado que a motilidade do trato gastrointestinal é reduzida pelo hipotireoidismo e aumentada pela administração de hormônios da tireóide. De maneira geral, existe uma relação inversa entre a atividade da tireóide e a temperatura ambiente, em várias espécies. Dessa maneira, os hormônios tireoideanos, entre outros, aumentam a produção de calor pelo metabolismo, estando envolvidos no processo de adaptação dos suínos ao frio, por elevar a taxa metabólica (FERREIRA, 2000).

1.7 Valores de T_3 e T_4 em Suínos

Em espécies animais de interesse veterinário, a concentração média de T_4 varia entre 15 e 44 ng/mL, e a de T_3 entre 0,64 e 1ng/mL, e que, a relação T_4/T_3 em diferentes espécies varia entre 15:1 e 44:1 (DICKSON, 2006). McDonald's e Pineda (2003) encontraram valores séricos de 3,32 mg/dL para T_4 e de 89,8 ng/dL para T_3 por radioimunoensaio para a espécie suína. Em suínos de diferentes idades, Kallfelz e Erali (1973) verificaram o comportamento dos valores séricos de T_3 e T_4 . Naqueles mais jovens (aleitamento), as médias foram 0,30 ng/mL para T_3 e $8,4 \times 10^4$ ng/mL para T_4 . Em cinco animais próximos da idade adulta, observaram-se 0,37 ng/mL para T_3 e $4,7 \times 10^4$ ng/mL para T_4 e, em dois animais adultos, as médias registradas foram 0,32 ng/mL para T_3 e $2,1 \times 10^4$ ng/mL para T_4 . Os autores concluíram que, com o aumento da idade, ocorre decréscimo nas concentrações de T_4 . Reap, Cass e

Hightower (1978) encontraram valores séricos médios de T_4 de $3,32 \times 10^4$ ng/mL e de 0,898 ng/mL para T_3 , em amostras sanguíneas de 10 suínos.

Benjaminsen (1981), trabalhando com quatro porcas durante a gestação, parto e após a desmama dos leitões, verificou que as concentrações de tiroxina aumentaram depois da desmama, passando de aproximadamente 25 nmol/l antes dela para valores em torno de 70 nmol/L 12 dias depois da separação dos leitões. Já Vulcano (1985) trabalhando com fêmeas suínas não gestantes Landrace e Large White, encontrou valores séricos de 3,01 mg/dL para T_4 e 95,70 ng/dL para T_3 e 3,44 mg/dL para T_4 e 83,88 ng/dL para T_3 , respectivamente.

Trabalhando com 211 matrizes suínas das raças Landrace e Duroc-Jersey de $\frac{1}{2}$ a 3 anos de idades, Wan et al. (1975) analisaram o efeito da idade, raça, temperatura do ar no galpão (de 9 a 31°C) e condição fisiológica (diestro e estro) sobre o valor de T_4 . Em matrizes da raça Landrace no diestro o T_4 foi de $3,62 \pm 0,15$ µg/100 mL, e na Duroc-Jersey de $3,34 \pm 0,20$ µg/100 mL. Durante o estro foi de $4,36 \pm 0,30$ µg/100 mL e de $4,30 \pm 26$ µg/100 mL, respectivamente, nas raças Landrace e Duroc-Jersey. Os autores verificaram maior concentração sérica de T_4 em matrizes no estro que no diestro, porém nenhuma relação com a idade, raça e temperatura de criação.

2. CONFORTO TÉRMICO DO SUÍNO

Quando as condições ambientais dentro do galpão estão em termoneutralidade o balanço térmico é nulo, ou seja, o calor produzido pelo organismo animal somado ao calor ganho do ambiente é igual ao calor perdido por radiação, convecção, condução, evaporação e do calor contido nas substâncias corporais eliminadas (ESMAY, 1978).

De acordo com Sarubbi (2005), suínos são animais homeotérmicos, ou seja, mantêm sua temperatura corporal dentro de certos limites, independente da flutuação da temperatura ambiente. Hannas (1999) cita que o máximo potencial genético de um suíno pode ser alcançado quando se encontra na zona de conforto térmico. Esta compreende a faixa de temperatura ambiente efetiva na qual o calor produzido durante o processo de manutenção (manutenção) e de produção animal é

igual ao calor perdido para o ambiente térmico, sem a necessidade de aumentar a taxa de produção de calor metabólico.

Para manter a homeotermia, os animais utilizam diversos mecanismos comportamentais e fisiológicos. Conforme Hannas (1999), quando sob estresse de frio apresentam vasoconstrição periférica, aumentam a termogênese e aumento da atividade voluntária, nos casos de estresse de calor verifica vasodilatação periférica e aumento na perda de calor principalmente pelo acréscimo da frequência respiratória.

A máxima produtividade animal é obtida quando as edificações oferecerem aos suínos as condições ambientais próximas das ideais, principalmente com aquelas relacionadas às temperaturas de conforto térmico (LEAL; NÃÃS, 1992). Segundo Teixeira e Teixeira (1996), a umidade do ar também é um fator que pode alterar a zona termoneutra. Assim, esta assume importante papel como facilitador ou como complicador dos mecanismos de dissipação de calor por via evaporativa (CAMPOS et al., 2009). Para suínos, a umidade ambiente ideal não deve ultrapassar 70%, conforme Sampaio et al. (2004) e Sartor et al. (2003).

3. QUALIDADE DE CARÇAÇA E DE CARNE

De acordo com Giné et al. (2004), as características de importância econômica na exploração de suínos, que têm merecido grande atenção, são as de carcaça e desempenho em deposição de carne. Isso devido ao pagamento baseado na tipificação e bonificação das carcaças, realizado pela indústria de processamento de carne suína, que passou a exigir carcaças com maior quantidade de carne (em porcentagem e peso), menor quantidade de gordura e qualidade adequada para o processamento industrial. Além disso, estes autores citam que animais mais eficientes na deposição de tecido protéico (maior velocidade de crescimento muscular) podem reduzir os custos de produção, tornando a carne suína mais acessível ao consumidor e mais rentável ao produtor. Ainda segundo estes autores, as características de classificação de carcaça, principalmente aquelas de fácil mensuração, como comprimento de carcaça, espessura de toucinho, rendimento de

carne magra entre outras, são ferramentas importantes para serem usadas como critério de seleção.

Na linha de abate das indústrias, utiliza-se a espessura de toucinho (ET) e a profundidade de músculos como preditores do rendimento de carne (DIESTRE; KEMPSTER, 1985; HULSEGG; STERRENBURG; MERKUS, 1994 citado por IRGANG, 1997). Prata e Fukuda (2001) definem o peso da carcaça, espessura de gordura e área de olho de lombo, como indicadores de parâmetros quantitativos para qualidade de carcaça.

Segundo Irgang (1996), a tipificação de carcaças de suínos é um processo de classificação com três objetivos principais: bonificar o produtor de suínos que fornece carcaças com maior rendimento e melhor qualidade de carne para a indústria frigorífica, selecionar as carcaças, destinando-as para melhor aproveitamento industrial e padronizar os produtos para atender as exigências dos consumidores. Dependendo do processo de tipificação, incluem-se como qualidade de carcaça o rendimento ou a quantidade de carne na carcaça, a conformação visual, as medidas de tamanho da carcaça, e a qualidade da carne, principalmente quanto à cor, pH, e capacidade de retenção de água (BELLAVÉR; VIOLA, 1997).

A exigência do consumidor por uma carne suína mais magra tem direcionado os programas nutricionais e de melhoramento, visando a produção de suínos com maior taxa de crescimento de tecido magro. Mudanças nas taxas absoluta e relativa de ganho de proteína ou de lipídios determinam a eficiência de ganho de tecido magro, o que, em última instância, define a composição da carcaça (SCHINCKEL; EINSTEIN, 2000).

Em um estudo, envolvendo um total de 147 suínos, Wallace et al. (1959) determinaram o efeito de T_3 na ração (25, 75, 50, 125, 250 e 500mg) durante a desmama e na fase de crescimento e terminação sobre o ganho de peso, conversão alimentar, peso de glândulas e características de carcaça. Melhora no ganho de peso foi observada somente no nível de 50mg de suplementação. As características de carcaça também não apresentaram nenhum efeito devido a suplementação de triiodotironina. Já a glândula tireóide teve seu tamanho reduzido devido a essa suplementação.

Wendling et al. (2010) avaliaram o efeito da administração de T₄ na ração sobre o peso corporal durante a gestação e sobre algumas características físico-químicas e histológicas do músculo *Longissimus dorsi* (LD) de marrãs com 70 dias de gestação. Os autores concluíram que a administração diária de 400µg de tiroxina não altera o ganho de peso durante a gestação, o pH, a retenção de água e as características histológicas do músculo LD.

Já Marple et al. (1981) trabalhando com suínos (machos e fêmeas) na fase de crescimento (10 a 26 semanas de idade), verificaram relação entre a taxa de secreção de tiroxina (TST) (determinada pela injeção de ¹³¹I-tiroxina), ganho de peso, sexo e taxa de crescimento. Os autores observaram que, os picos de concentração de T₄ coincidiram com os períodos nos quais os animais tiveram maior crescimento (14 a 18 semanas de idade), o que segundo os autores confirmam as observações clássicas de que os hormônios tireoideanos são necessários para o crescimento.

3.1 Porcentagem de carne magra

Conforme Davidson (1966), o tecido muscular que compõe a carne magra consiste em um grande número de fibras musculares que são normalmente associadas em bandas de diferentes tamanhos, unidas por uma bainha de tecido conjuntivo.

A taxa de deposição de carne magra em suínos é curvilínea, e a fase em que a deposição de gordura torna-se excessiva é altamente relacionada ao genótipo, sexo, idade e nível de alimentação (VASCONCELLOS et al., 2007). Estes autores citam ainda que, no período final da terminação a maioria dos animais está na fase estacionária, ou tendendo a fase de declínio para deposição de carne magra, ao passo que a taxa de deposição de gordura está ascendente.

Rendimento de carne magra é a porcentagem de carne magra em uma carcaça fria, o que representa 54 a 65% da carcaça (DE LANGE, 1996). Hammell, Laforest e Dufour (1995) encontraram diferenças significativas, com relação a porcentagem de carne magra, entre grupos de suínos magros e obesos (51,8 e 48,2%, respectivamente). Em 1995 o NPPC (National Pork Producers Council)

determinou que a porcentagem de carne magra pela média dos quadrados mínimos por sexo em suínos comerciais, mensurada em carcaças quentes, foi de $47,1 \pm 0,25$ e $50,9 \pm 0,22$ para suínos machos castrados e marrãs, respectivamente.

Antunes (2002) propôs uma nova metodologia para determinação da porcentagem de carne magra (%CM) no animal de forma rápida, simples e confiável, na qual se utiliza a medida da espessura de toucinho no plano sagital mediano feita com régua em milímetros, na linha de abate, entre a penúltima e última vértebra lombar. Cita ainda que, esta metodologia torna-se uma alternativa para tipificação de carcaças quando a escala de abate é pequena.

Dentre as espessuras de toucinho medidas no plano sagital mediano, as mais correlacionadas com as porcentagens de carne magra, segundo Felicio et al. (1986), foram, em ordem decrescente de importância: soma das medidas feitas na primeira e última vértebra torácica; medidas efetuadas na última vértebra lombar e a média das medidas feitas na primeira e última vértebras torácicas e última vértebra lombar. Os coeficientes de correlação entre essas medidas de toucinho e a porcentagem de carne magra foram: -0.72; -0.71 e -0.68, respectivamente.

3.2 pH

O músculo do suíno vivo tem um pH de 7,0 a 7,2. Na conversão do músculo em carne, o pH muscular reduz, e o valor final deste pH é importante na determinação da qualidade da carne suína. O pH geralmente é medido aos 45 minutos ($\text{pH}_{45\text{min}}$) e 24 horas após o abate ($\text{pH}_{24\text{h}}$) (AGROCERES PIC, 1997).

Após o abate dos animais, há um declínio do pH, cuja extensão e velocidade irá depender da natureza e condições do músculo no momento em que cessa a circulação sanguínea (PEARSON, 1971). Portanto, de acordo com Woltersdorf e Troeger (1990), o pH é o mais importante parâmetro para se predizer a qualidade final da carne suína, pois, segundo Ourique e Nicolaiewsky (1990), este influencia direta ou indiretamente as propriedades e as diversas características de qualidade como a cor, maciez, sabor, capacidade de retenção de água e conservação.

De acordo com Felicio et al. (1986), o pH da carne suína, em condições normais, decresce para valores entre 5,3 e 5,7 no período de 24 horas após o abate,

porém suínos abatidos em situações de estresse tendem a apresentar uma queda brusca no pH, podendo atingir um pH de 5,3 em 10 minutos.

A ocorrência de carne pálida, mole e exsudativa (PSE) que é originário das palavras *Pale*, *Soft* e *Exudative* é indesejável aos consumidores e também para a indústria de processamento. A principal causa do desenvolvimento da condição PSE é uma decomposição acelerada do glicogênio após o abate, que causa um valor de pH muscular baixo, geralmente inferior a 5,8; enquanto a temperatura do músculo ainda está próxima do estado fisiológico ($>38^{\circ}\text{C}$), acarretando um processo de desnaturação protéica, comprometendo as propriedades funcionais da carne (MAGANHINI et al., 2007).

Em um trabalho, Marple et al. (1975) utilizaram três grupos de suínos híbridos para determinar a relação entre a função da glândula tireóide e a glicólise muscular *pos-mortem*. Os animais foram divididos em três tratamentos: animais cirurgicamente tireoidectomizados, animais controle e animais suplementados com tiroxina. Nos resultados, nenhuma diferença significativa de valores de pH no momento da morte (pós-exsanguinação) e 24 horas pós-morte, entre os tratamentos, foi encontrada.

Sabe-se que o cortisol pode estar associado a elevadas concentrações de triiodotironina (T_3) em suínos com carne PSE, no entanto, não se sabe ainda se o T_3 participa da formação da carne PSE (YOSHIOKA et al., 2005).

III. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de junho a outubro de 2010, na Fazenda Experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em Uberlândia, MG, nas instalações de crescimento-terminação do setor de suinocultura.

O galpão é estruturado em concreto, com telhas de barro e sustentação metálica e mede 62,76 m de comprimento por 10 m de largura, com pé direito de 2,30 m. Possui janelas laterais teladas, sendo 14 de cada lado, que medem 4,03 x 0,97 m, com duas portas metálicas nas extremidades do galpão, cada porta mede 2 metros de altura por 1,14 m de largura. É composto por 44 baias, com 22 de cada lado do corredor central. As baias medem 4,8 x 2,6 m e são providas de comedouros e de bebedouros tipo chupeta.

Os 48 suínos, sendo 24 machos castrados e 24 fêmeas, híbridos originários do cruzamento Landrace x Large White, foram alojados em 21/06/2010, aos 70 dias de idade, com peso médio de $22,34 \pm 3,49$ kg e abatidos em 06/10/2010, com peso médio de $96,64 \pm 11,57$ kg. Todos os animais estavam identificados na orelha direita com brinco plástico (figura 1).

Figura 1: Baia no setor de suínos da fazenda Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia na fase crescimento-terminação, Uberlândia, MG, 2010.



Fonte: Storti (2010).

Os animais receberam água e ração a vontade durante todo o período experimental. A ração utilizada foi à base de milho e farelo de soja.

No ambiente experimental foi instalado um psicrômetro comum (MOD. INCOTERM) (Figura 2) para medida da temperatura de bulbo seco (T_{bs}) e de bulbo úmido (T_{bu}). Estas variáveis foram medidas diariamente às 12 h e 30 minutos.

Para o cálculo da temperatura de globo negro foram utilizadas as equações descritas por Abreu et al. (2009), que permitem estimar a temperatura de globo negro (T_{gn}) a partir da T_{bs} . Com estas medidas foi calculado o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), desenvolvido por Buffington et al. (1981). A umidade relativa do ar (UR) foi calculada conforme Silva (2000).

Figura 2: Psicrômetro no galpão crescimento-terminação do setor de suínos da fazenda Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2010.



Fonte: Storti (2010).

Para o cálculo das medidas de desempenho os animais foram pesados individualmente no início do alojamento, aos 70 dias de idade (peso inicial, PI) e ao abate (peso final, PF), como o objetivo de calcular o ganho de peso médio diário (GPMD).

Realizaram-se duas coletas de sangue de cada animal. A primeira ocorreu uma semana após alojamento e a segunda um dia antes do abate, realizadas pela manhã no mesmo horário (de 8:00h as 10:00h). Em cada momento coletou-se cinco mililitros (mL) de sangue em tubo sem anticoagulante (Labor Vacuum[®]) por punção da veia jugular externa. As amostras foram armazenadas em caixas térmicas e levadas ao laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia. Em seguidas foram centrifugadas (Centrífuga Excelsa Baby

Fanen[®]- Modelo 208N) a 720 x g durante cinco minutos e o soro obtido de cada amostra acondicionado em microtubos identificados (eppendorf) e congelados (-20°C) até análise. As determinações de T₃ e de T₄ foram feitas por Enzimaimunoensaio para determinação quantitativa das concentrações séricas de triiodotironina (T₃) e tiroxina (T₄) em suínos, em analisador automático multicanal Chemwell[®] (Figura 3), utilizando kit da interkit (Bio check, Inc.) no Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia.

Figura 3: Analisador automático Chemwell[®] do Laboratório de Patologia Clínica do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2010.



Fonte: Storti (2011).

Aos 175 dias de idade, os animais foram conduzidos a um matadouro-frigorífico sob inspeção municipal em Uberlândia-MG, onde foram abatidos conforme o RIISPOA (BRASIL, 1952).

Os animais foram submetidos a jejum de sólidos por 12 horas e dieta hídrica até o abate. Os animais foram mantidos nas baias de descanso do frigorífico por pelo menos uma hora. No abate foi empregada a insensibilização elétrica com tensão, variando na faixa entre 220 ± 20 V e 60hz de frequência, com o animal no limitador e um tempo de contato dos eletrodos na cabeça do animal (posicionados na base das orelhas) obedecendo a um tempo de três segundos (BRASIL, 2000). Após a insensibilização, os animais eram imediatamente sangrados na posição horizontal e suspensos ao fim da mesa de sangria contínua na linha de abate, para prosseguirem as outras operações de abate, ou seja, remoção das cerdas, evisceração e divisão da carcaça.

A Temperatura a 1 minuto ($T_{1\text{min}}$) (Figura 4b) e a 24 horas ($T_{24\text{h}}$) foram medidas com termômetro digital (modelo mini inox – AKSO®) no músculo *Longissimus dorsi* (LD). O pH a 45 minutos ($\text{pH}_{45\text{min}}$) e o de 24 horas ($\text{pH}_{24\text{h}}$) foram medidos com peagâmetro portátil digital (TESTO 205®), calibrado com soluções controle 4 e 7 (Figura 4a) sendo o $\text{pH}_{24\text{h}}$ mensurado na hemi-carcaça resfriada em câmara a temperatura entre 0 e 5°C.

Figura 4: Peagâmetro portátil digital (TESTO 205®) para medida do pH da carne suína (a) e termômetro digital (modelo mini inox – AKSO®) para medida da temperatura no suíno (b), Uberlândia, MG, 2010.



Fonte: Alves (2010) (a).



Fonte: Alves (2010) (b).

Para determinação do comprimento do intestino delgado (ID), este foi identificado, esvaziado, exposto longitudinalmente, lavado com água e medido em centímetros com uma trena metálica graduada (Figura 5).

A espessura de toucinho foi mensurada com régua em milímetros em três pontos: 1- Na porção média da primeira vértebra torácica na altura da primeira costela (ETPC); 2- Na inserção da última vértebra torácica com a primeira lombar (ETUC), e 3- No local da articulação da penúltima com a última vértebra lombar (ETUL) conforme Felício et al. (1986) e Bridi e Silva (2006).

Figura 5: Medida do intestino delgado de suínos, Uberlândia, MG, 2010.



Fonte: Alves (2010).

A porcentagem de carne magra (CM %) foi calculada de acordo com Antunes (2002), utilizando-se a medida da espessura de toucinho feita com régua em milímetros, na hemi-carcaça esquerda, na linha de abate, no plano sagital mediano, entre a última e a penúltima vértebras lombares (Figura 6).

Figura 6: Medida da espessura de toucinho com a régua para cálculo da porcentagem de carne magra (%CM) em suínos, Uberlândia, MG, 2010.



Fonte: Alves (2010).

O Comprimento de Carça (CC) foi obtido pela mensuração entre o bordo cranial da sínfise pubiana e bordo cranial ventral do atlas, em centímetros, com trena metálica graduada, seguindo-se o método brasileiro de classificação de carças (ABCS, 1973) (Figura 7).

Figura 7: Medida de comprimento de carça de suínos, Uberlândia, MG, 2010.



Fonte: Alves (2010).

Para comparar os valores dos hormônios T_3 e T_4 antes e depois do alojamento foi aplicado o teste estatístico não-paramétrico de Wilcoxon por meio do programa INSTAT[®] (versão 3.06), ao nível de 5%. A correlação de Pearson foi utilizada para verificar a relação entre as variáveis hormonais (T_3 e T_4) e as de desempenho produtivo (PI, PF e GPMD) qualidade de carça (ETPC, ETUC, ETUL, ID, CC e %CM) e de carne (T_{1min} , T_{24h} , pH_{45min} e pH_{24h}) pelo programa computacional SAS[®] (versão 8.0, 2000).

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental, a temperatura de bulbo seco interna da sala manteve-se em $28,0 \pm 2,77^{\circ}\text{C}$; a umidade relativa em $76,0 \pm 24,84\%$ e o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) foi calculado em $80,0 \pm 3,93$. A T_{bs} , UR e ITGU apresentaram acima do ideal conforme Perdomo (1994), Sarubbi (2005) e Buffington et al. (1981), respectivamente. Portanto, percebe-se que havia exposição dos animais ao estresse de calor.

As médias séricas de T_3 e de T_4 no início da fase de crescimento-terminação foram superiores às aquelas obtidas na idade ao abate (tabela 1). Este resultado concorda com os de Kallfelz e Erali (1973) que verificaram decréscimo na concentração de T_4 com o aumento da idade bem como com os de Slebodzinski (1965). Entretanto, difere dos obtidos por Wan et al. (1975) que não encontraram diferença na concentração sérica de T_4 em matrizes de $\frac{1}{2}$ a 3 anos de idade. Segundo Slebodzinski (1965), a taxa de utilização da tiroxina em suínos de 10 a 34 dias de idade, quando expressos por quilograma de peso corporal, diminuiu com o avançar da idade. Dessa forma, é possível que os hormônios tireoideanos de suínos possam variar com a idade devido a relação com o peso.

Tabela 1 - Valores médios, desvios padrão, mínimo e máximo da concentração sérica de T_3 e T_4 , em nmol/L, de 48 suínos de linhagem comercial na fase de crescimento-terminação no início e final do alojamento, Uberlândia - MG, 2010.

	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
T_3 inicial	1,85a	0,75	0,80	3,42
T_3 final	1,32b	0,76	0,46	5,89
T_4 inicial	100,33a	24,59	41,44	162,67
T_4 final	86,53b	21,47	56,23	139,44

Letras iguais na coluna, dentro de cada parâmetro hormonal, não diferem entre si pelo teste de Wilcoxon.

Os valores médios de T_3 no início e no final do alojamento foram superiores às aquelas encontradas por Kallfelz e Erali (1973); Reap, Cass e Hightower (1978) e Vulcano (1985). No entanto, as médias de T_4 foram inferiores (tabela 1). Já comparando com os resultados de Wendling et al. (2010) e Wan et al. (1975) os valores de T_4 do presente trabalho foram superiores. Kallfelz e Erali (1973) encontraram valores médios de 30,1 ng/dL para T_3 e 8,40 mg/dL para T_4 em suínos

jovens (aleitamento), já em cinco animais próximos da idade adulta valores de 37,1 ng/dL para T_3 e de 4,70 mg/dL para T_4 e, em dois animais adultos, as médias foram de 32,6 ng/dL para T_3 e 2,10 mg/dL para T_4 , enquanto Wendling (2010) verificaram valores de 4,53 μ g/dL para T_4 em marrãs gestantes. Estas diferenças observadas na concentração dos hormônios tireoideanos do presente estudo com os da literatura podem ser atribuídas a vários fatores, dentre eles, a metodologia empregada para determinação dos hormônios, a raça, a temperatura ambiente e a idade dos animais.

Houve correlação entre T_3 final e PF e GPMD sendo negativa e moderada (tabela 2). Observou-se que quanto menor a concentração de T_3 final maior PF e GPMD. Considerando que T_3 é o hormônio tireoideano metabolicamente ativo e de meia vida curta, uma menor concentração poderia indicar maior utilização deste pelo organismo animal em resposta ao aumento das demandas metabólicas para crescimento.

Tabela 2 - Coeficientes da correlação de Pearson entre T_3 e T_4 no início e no término da fase de crescimento-terminação e as variáveis peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso médio diário (GPMD), de 48 suínos de linhagem comercial na fase de crescimento-terminação, Uberlândia - MG, 2010.

	PI	PF	GPMD
T_3 inicial	-0,0173	0,0732	0,0945
P	0,9066	0,6208	0,5229
T_3 final	-0,2187	-0,3442	-0,3349
P	0,1352	0,0166	0,0200
T_4 inicial	-0,4315	-0,1870	-0,0683
P	0,0022	0,2029	0,6443
T_4 final	0,0194	0,0893	0,1004
P	0,8955	0,5459	0,4968

Os valores de T_4 inicial mostraram-se negativamente e moderadamente correlacionados com PI (tabela 2), evidenciando que maior concentração de T_4 ocorre em animais de menor PI. Uma possível explicação para este resultado seria que um valor maior de T_4 pode significar menor deiodinização do mesmo e menor quantidade de T_3 , que é o hormônio tireoideano metabolicamente ativo, ou seja, indicando que maiores valores de T_4 sérico poderia estar relacionado com menor

quantidade de T_3 formada e conseqüentemente menor peso. T_3 inicial e T_4 final não apresentaram correlação significativa com PI, PF e GPMD (tabela 2). Resultados da literatura que tratam dos efeitos dos hormônios tireoideanos sobre ganho de peso são contraditórios. Wallace et al. (1959) não verificaram melhora no ganho de peso de suínos suplementados com T_3 na ração. Também Wendling et al. (2010) ao administrarem tiroxina, na ração, em marrãs gestantes, não verificaram alteração no ganho de peso. Por outro lado, Marple et al. (1981) observaram em suínos, que os picos de concentração de T_4 coincidiram com os períodos nos quais os animais tiveram maior crescimento (14 a 18 semanas de idade), o que segundo estes autores apóia as observações clássicas de que os hormônios tireoideanos são necessários para o crescimento. Embora T_3 e T_4 afetem a taxa de crescimento dos animais, é importante destacar que outros fatores como, manejo, alimentação, ambiente e até mesmo genético podem interferir no desempenho produtivo desses animais.

Verificou-se correlação negativa significativa moderada entre T_4 inicial e pH_{45min} , e entre T_4 final e pH_{24h} (tabela 3). Este resultado difere de Marple et al. (1975), que em seus estudos para determinar a relação da glândula tireóide com a glicólise muscular, não encontraram diferenças significativas no pH_{45min} e no pH de 24 horas em carcaças de suínos. Igualmente, Wendling et al. (2010) não observaram efeito no pH da carne de marrãs gestantes que receberam T_4 na ração. Os dados de temperatura muscular medidos a 1 minuto e 24 horas pós-morte não correlacionaram com T_3 e T_4 .

Tabela 3 - Coeficientes da correlação de Pearson entre T_3 e T_4 no início e término da fase de crescimento-terminação e as variáveis Temperatura a 1 minuto (T_{1min}), Temperatura a 24 horas (T_{24h}), $pH_{45\text{ minutos}}$, $pH_{24\text{ horas}}$, de 48 carcaças suínas de linhagem comercial, Uberlândia – MG, 2010.

	T_{1min}	T_{24h}	pH_{45min}	pH_{24h}
T_3 inicial	-0,1818	0,2349	-0,2294	-0,1538
P	0,2160	0,1079	0,1168	0,2965
T_3 final	-0,0989	-0,0453	-0,2142	0,0476
P	0,5033	0,7595	0,1437	0,7478
T_4 inicial	0,0479	0,1482	-0,3465	-0,0800
P	0,7462	0,3147	0,0158	0,5886
T_4 final	0,0712	-0,0453	0,0514	-0,3422
P	0,6301	0,7595	0,7283	0,0173

Os valores de T_3 final apresentaram correlação negativa significativa baixa com ETUL (tabela 4) evidenciando que um aumento na concentração de T_3 final causou redução na ETUL. As demais correlações com as características de carne não foram significativas. Em trabalho conduzido por Marple et al. (1975), uma significativa perda nas espessuras de toucinho foi observada em suínos suplementados com T_4 . Entretanto, Wallace et al. (1959) e Wendling et al. (2010) não encontraram diferenças significativas nas espessuras de toucinho de suínos suplementados com T_3 e com T_4 , respectivamente.

Tabela 4 - Coeficientes da correlação de Pearson entre T_3 e T_4 no início e término da fase de crescimento-terminação e as variáveis ETPC, ETUC, ETUL, ID, CC, %CM, de 48 carcaças suínas de linhagem comercial, Uberlândia - MG, 2010.

	ETPC	ETUC	ETUL	ID	CC	% CM
T_3 inicial	0,2128	0,1138	0,0996	0,2153	0,0288	-0,1846
P	0,1464	0,4412	0,5004	0,1415	0,8457	0,2090
T_3 final	-0,1868	-0,2721	-0,2962	-0,0473	-0,1356	0,0709
P	0,2036	0,0614	0,0409	0,7494	0,3581	0,6317
T_4 inicial	0,0021	-0,0387	-0,0334	-0,1905	-0,0345	-0,0091
P	0,9887	0,7936	0,8216	0,1944	0,8158	0,9511
T_4 final	-0,0458	0,2298	0,0510	0,0518	0,1994	0,0710
P	0,7571	0,1161	0,7306	0,7262	0,1741	0,6313

Nota: ETPC - Espessura de toucinho no ponto 1, ETUC – Espessura de toucinho no ponto 2, ETUL – Espessura de toucinho no ponto 3, ID – Comprimento do intestino delgado, CC – Comprimento de carcaça, %CM – Porcentagem de carne magra.

O peso final apresentou correlação positiva de moderada a alta para ETPC, ETUC, ETUL, comprimento do ID, CC, porém negativa e moderada para %CM (tabela 5). Resultados semelhantes foram encontrados por Campos (2008) ao verificar correlação significativa entre comprimento do ID e PF. A relação positiva entre comprimento de ID e peso final talvez possa ser explicada pelo seguinte fato: o maior comprimento de ID leva a maior área de exposição dos nutrientes às células absorptivas, conseqüentemente maior absorção para desenvolvimento de músculo e deposição de gordura (GOMES et al., 2007). No entanto, estes autores também citam que o maior comprimento intestinal, poderá afetar negativamente a eficiência alimentar, pois, com maiores tamanhos de órgãos, é possível que haja necessidade de desvio de maior quantidade de energia absorvida para a manutenção em detrimento à produção tecidual. Com relação às espessuras de toucinho e a %CM, Vasconcellos et al. (2007) citam que no final da terminação a maioria dos animais estão na fase de declínio para deposição de carne magra, ao passo que a taxa de deposição de gordura está ascendente.

Tabela 5 - Coeficientes da correlação de Pearson entre PF e as variáveis ETPC, ETUC, ETUL, ID, CC, %CM, de 48 carcaças suínas de linhagem comercial, Uberlândia -MG, 2010.

	ETPC	ETUC	ETUL	CID	CC	% CM
PF	0,4998	0,5761	0,6801	0,5753	0,6008	-0,5307
P	0,0003	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	0,0001

Nota: ETPC - Espessura de toucinho no ponto 1, ETUC - Espessura de toucinho no ponto 2, ETUL - Espessura de toucinho no ponto 3, ID - Comprimento do intestino delgado, CC - Comprimento de carcaça, %CM - Porcentagem de carne magra, PF - Peso final.

No presente estudo, algumas medidas de pH_{45min} tiveram valores abaixo de 5,8. Segundo Maganhini et al. (2007), este achado é indicativo de carne PSE que para Culau et al. (2002) evidencia que os fatores pré-abate como genética, nutrição e manejo interferem no aparecimento deste tipo de carne. Outro fato interessante observado por Yoshioka et al. (2005) é que elevadas concentrações de T₃ em suínos podem ser decorrentes da administração de cortisol, o que podem estar envolvidos na gênese da carne PSE.

Neste estudo o valor mínimo e máximo da temperatura 1 min do LD estiveram entre 39 e 42 °C e a média de 24 horas foi de 0,14 ± 0,17°C. Os valores de T_{1min}

foram próximos aos encontrados por Schafer et al. (2002) (38,3 e 41,7°C) enquanto a média de T_{24h} foi inferior ($3,4 \pm 0,3^\circ\text{C}$). Resultados semelhantes foram encontrados por Lindahl et al. (2005) ao verificarem T_{1min} entre 39,3 e 41,6°C. Segundo estes mesmos autores, diferenças de temperatura muscular imediatamente após o abate podem refletir os efeitos de condições pré-abate. É bem estabelecido que o músculo é metabolicamente ativo e gera calor durante o pré-rigor no período pós-morte, devido principalmente a conversão de glicogênio em ácido láctico (OFFER, 1991).

V. CONCLUSÃO

Suínos de linhagem comercial no início da fase de crescimento-terminação apresentam concentrações séricas de T_3 e de T_4 superiores as obtidas na fase de terminação. Os hormônios tireoideanos influenciam o peso inicial e final, espessura de toucinho na última lombar, pH_{45min} e pH_{24h} de suínos em crescimento-terminação.

REFERÊNCIAS

ABREU, P. G. de; ABREU, V. M. N.; COLDEBELLA, A.; FRANCISCON, L. Fim das coletas de dados de temperatura de globo negro. **Avicultura Industrial**, São Paulo, v.100, n.1179, p. 14-16, 18 e 20, 2009.

ACHMADI, J.; TERASHIMA, Y. The effect of propylthiouracil-induced low thyroid function on secretion response and action of insulin in sheep. **Domestic Animal Endocrinology**, Butterworth, v. 12, n. 2, p. 157-166, apr. 1995.

AGROCERES PIC. **Qualidade da carne suína** (Informe Técnico – traduzido e adaptado do Technical Update of Pig Improvement Company. 1997. 2p.

ANTUNES, R. C. **Efeito das linhas maternas e paternas, dos genótipo Hal e do aminoácido sintético taurina sobre a qualidade de carne de suínos**. 2002. 171f. Tese (Doutorado em Genética e Bioquímica) Instituto de Genética e Bioquímica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUINOS. ABCS. **Método brasileiro de classificação de carcaças**. Estrela, 1973. 17 p. (Publicação Técnica, 2).

BARKER, P. M.; RAMSDEN, C. A.; STRANG, L. B.; WALTERS, D. V. The effect of thyroidectomy in the fetal sheep on lung liquid reabsorption induced by adrenaline or cyclic AMP. **Journal of Physiology**, London, v. 407, n.1, p. 373-383, dec. 1988.

BELLAVER, C.; VIOLA, E. S. Qualidade de carcaça, nutrição e manejo nutricional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8, 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997. p.152-158.

BENJAMINSEN, E. Plasma thyroxine in the sow during pregnancy and lactation and during resumption of ovarian activity after weaning. **Acta Veterinary Scandinavia**, Vanlose, v.22, n.3/4, p.369-81, 1981.

BIANCO, A. C.; KIMURA, E. T. Fisiologia da glândula tiróide. In: AIRES, M. M. **Fisiologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p. 812- 828.

BIANCO, A. C. Impact of gene cloning, disruption and over-expression of iodothyronine deiodinases on thyroid hormone homeostasis. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**, São Paulo, v. 46, n. 4, p. 402-411, ago. 2002.

BLOOM, W.; FAWCETT, D. W. Glândula Tireóide. In:_____. **Tratado de histologia**. 10. ed. Rio de Janeiro: Interamericana. 1977, p.478-487.

BRASIL, Decreto nº 30691, DE 29 DE MARÇO DE 1952. Regulamento Industrial e Sanitário de Produtos de Origem Animal – RIISSPOA. Brasília: M.A.A., 1952. Publicado no **Diário Oficial da União** de 07/07/1952, seção 1, p.10785.

BRASIL, Instrução normativa nº 03/00. Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para Abate de Animais de Açougue. Brasília: M.A.A., 2000. Publicado no **Diário Oficial da União** de 24/01/2000, seção 1, p.14.

BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. **Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína**. Ed. Londrina: Midiograf, 2006, v.1. 97p.

BRTKO, J.; PASCUAL, A.; ARANDA, A. 3,5,3'-Triiodothyronine nuclear receptors and their role in the thyroid hormone action. **Endocrine Regulations**, Bratislava, v. 28, n. 3, p.107-115, sep. 1994.

BRYHNI, E. A.; BYRNE, D. V.; RØDBOTTEN, M.; MAGNUSSEN, C. C.; AGRHEM, H.; JOHANSSON, M.; LEA, P.; MARTENS, M. Consumer perceptions of pork in Denmark, Norway and Sweden. **Food Quality and Preference**, Barking, v.13, n.5, p.257-266, 2002.

BUFFINGTON, D. E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; THATCHER, W. W. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of ASAE**, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-714, 1981.

BURROW, G. N.; FISHER, D. A.; LARSEN, P. R. Maternal and fetal thyroid function. **New England Journal of Medicine**, Boston, v. 331, n. 16, p. 1072–1078, oct. 1994.

CAMPOS, D. I. **Desempenho, qualidades de carcaça e de carne em suínos Large White de linhagens distintas**. 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal de Uberlândia, UFU. Uberlândia, MG, 2008.

CAMPOS, J. A.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; CECON, P. R.; MAURI, A. L. Qualidade do ar, ambiente térmico e desempenho de suínos criados em creches com dimensões diferentes. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.3, p.339-347, 2009.

CASSENS, R. G. Historical perspectives and current aspects of pork meat quality in the USA. **Food Chemistry**, London, v.69, n.4, p.357-363, 2000.

CERVIERI, R. C.; ARRIGONI, M. B.; CHARDULO, L. A. L.; SILVEIRA, A. C.; OLIVEIRA, H. N.; MARTINS, C. L. Peso vivo final, ganho de peso, características de carcaça e concentrações plasmáticas de IGF-I e hormônios tireoideanos de bezerros mestiços Angus-Nelore recebendo somatotropina recombinante (rbST) até a desmama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n.6, p. 2009-2019, 2005.

Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v34n6/27255.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2011.

CHOKSI, N. Y.; JAHNKE, G. D.; ST HILAIRE, C.; SHELBY, M. Role of thyroid hormones in human and laboratory animal reproductive health. **Birth Defects Research. Part B. Developmental and Reproductive Toxicology**, Hoboken, v.68, n.6, p.479–491, 2003.

CULAU, P. O. V.; LÓPEZ, J.; RUBENSAM, J. M.; LOPES, R. F. F.; NICOLAIEWSKY, S. Influência do gene halotano sobre a qualidade da carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n. 2, p. 954-961, 2002.

CUNNINGHAM, J. G.; KLEIN, B. G. Glândulas endócrinas e sua função. In:_____ **Tratado de fisiologia veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. Cap.34, p. 431-439.

DAVIDSON, H. R. **The production and marketing of pigs**. 3. ed. London: Logmans, 1966, 516 p.

DE LANGE, C. F. M. **Notes of the Swine Production Course**. Animal & Poultry Science: University of Guelph, Canada, 1996.

DICKSON, W. M. Glândulas endócrinas. In: SWENSON, M. J. ; REECE, W.O. **Dukes: fisiologia dos Animais Domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 571-602.

DIESTRE, A.; KEMPSTER, A. J. The estimation of pig carcass composition from different measurements with special reference to classification and grading. **Animal Production**, Edinburgh, v. 41, n. 2, p. 383-391, 1985.

DOHAN, O.; DE LA VIEJA, A.; PARODER, V.; RIEDEL, C.; ARTANI, M.; REED, M.; GIENTER, C. S.; CARRASCO, N. The sodium/iodide symporter (NIS):

characterization, regulation and medical significance. **Endocrine reviews**, Baltimore, v. 24, n.1, p.48-77, feb. 2003.

DOUGLAS, C. R. Fisiologia da glândula tireóide. In: _____. **Tratado de fisiologia aplicado à saúde**. 5. ed. São Paulo: Robe Editorial, 2002. p. 1211- 1231.

DRAHOTA, Z.; RAUCHOVA, H.; SEDLAK, V.; KOCI, J.; CERVINKOVA, Z. The effect of triiodothyronine on changes of membrane fluidity in regenerating rat liver. **Physiological Research**, Praha, v. 48, n. 2, p. 167-170, 1999.

DUKES, H. H. Fisiologia dos animais domésticos, 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 946p.

ERENBERG, A.; OMORI, K.; MENKES, J. H. W.; FISCHER, D. A. Growth and development of the thyroidectomized ovine fetus. **Pediatric Research**, New York, v. 8, n. 9, p. 783-789, sep. 1974.

ESCOBAR, G. M. The role of thyroid hormone in fetal neurodevelopment. **Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism**, London, v. 14, supp. 6, p. 1453-1462, 2001.

ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. Westport: AVI Publishing Company Inc, 1978. 325p.

FELDMAN, E. C.; NELSON, R. W. **Canine and feline endocrinology and reproduction**. 3. ed. Philadelphia: Saunders, 2004. 1089 p.

FELÍCIO, P. E.; CORTE, O.; FÁVERO, J. A.; FREITAS, A. R. Equações de predição da percentagem de carne magra em carcaças suínas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 6, n.1, p. 17-30, 1986.

FERREIRA, R. A. Efeitos do clima sobre a nutrição de suínos. In: Encontros técnicos da ABRAVES, 11. , 2000, Chapecó. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2000. p. 01-15.

GANONG, W. F. A glândula tireóide. In: _____. **Fisiologia médica**. 17. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p. 225-236.

GENUTH, S. M. A glândula tireóide. In: BERNE, R.M.; LEVY, M.N. **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2000. p.744-757.

GINÉ, G. A. F.; FREITAS, R. T. F.; OLIVEIRA, A. I. G.; PEREIRA, I. G.; GONÇALVES, T. M. Estimativa de parâmetros genéticos para características de carcaça em um rebanho de suínos Large White 1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.2, p. 337-343, 2004. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v33n2/21245.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2011.

GOMES, J. D. F.; PUTRINO, S. M.; MARTELLI, M. R.; ISHI, M. P.; SOBRAL, P. J. A.; FUKUSHIMA, R. S. Morfologia de órgãos digestivos e não digestivos de suínos de linhagens modernas durante as fases de crescimento, terminação e pós-terminação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.29, n.3 p.261-266, 2007.

GOODMAN, H. M. A glândula tireóide. In: JOHNSON, L.R. (ed.). **Fundamentos da fisiologia médica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. p. 437- 448.

GOUVEIA, C. H. A. O efeito molecular e estrutural do hormônio tiroideano no esqueleto. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**, São Paulo, v.48, n.1, p. 183-195, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abem/v48n1/19533.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2010.

GRAF, H.; CARVALHO, G. A. Fatores interferentes na interpretação de dosagens laboratoriais no diagnóstico de hiper e hipotireoidismo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**, São Paulo, v. 46, n. 1, p. 51-64, fev. 2002.

GRECO, D.; STABENFELDT, G. H. Glândulas endócrinas e suas funções. In: CUNNINGHAM, J. **Tratado de fisiologia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p. 324-350.

GREENSPAN, M. F. The thyroid gland. In: GREENSPAN, F. S.; STREWLER, G. J. (ed.). **Basic & clinical endocrinology**. 5. ed. London: Prentice Hall, 1997. p.193-262.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Os hormônios metabólicos da tireóide. In:_____.**Tratado de fisiologia médica**. 10. ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. Cap. 76, p. 802-812.

HAMMELL, K. L.; LAFOREST, J. P.; DUFOUR, J. J. Evaluation of specific populations of commercial pigs produced in Québec for feed performance, carcass yield and lean meat colour. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 75, n.4, p. 517-524, 1995.

HAMPL, R.; STARKA, L.; JANSKY, L. Steroids and thermogenesis. **Physiological Research**, Praha, v.55, n.2, p.123-131, 2006.

HANNAS, M. I. Aspectos fisiológicos e a produção de suínos em clima quente. In: SILVA I. J. O. (Ed.). **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Ed. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 1-33.

HIGHTOWER, D.; MILLER, L. F.; KYZAR, J. R. Thyroid function tests in veterinary medicine. **Southwest Vet**, Texas, v. 22, n. 1, p. 15-21, 1969.

HUANG, B. K; GOLDEN, L. A.; TARJAN, G.; MADISON, L. D.; STERN, P. H. Insulin-like growth factor I production is essential for anabolic effects of thyroid hormone in osteoblasts. **Journal of Bone and Mineral Research**, New York, v. 15, n. 2, p. 188-197, feb. 2000.

HULSEGGE, B.; STERRENBURG, P.; MERKUS, G. S. Prediction of lean proportion in pig carcasses and in the major cuts from multiple measurements made with the Hennessey grading probe. **Animal Production**, Bletchley, v.59, n.1, p.119-123, 1994.

IRGANG, R. Avaliação e tipificação de carcaças de suínos no Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO E INDUSTRIALIZAÇÃO DE SUÍNOS, 2., 1996, Campinas. **Anais... CTC/ITAL**: Campinas, 1996. p. 67-85.

IRGANG, R. Influência genética sobre o rendimento e qualidade de carne em suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 13. , 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: ABRAVES, 1997. p. 145-149.

JANSKY, L. Humoral thermogenesis and its role in maintaining energy balance. **Physiological Reviews**, Baltimore, v. 75, n.2, p. 237–259, apr. 1995.

JOHNSON, H. D.; KATTI, P. S.; HAHN, L.; SHANKLIN, M. D. **Environmental physiology and shelter engineering with special reference to domestic animals**: short-term heat acclimation effects on hormonal profile of lactating cows. Missouri: University of Missouri. 1988. 30p. (Research Bulletin, 1061).

KAHL, S.; ELSASSER, T. H.; BLUM, J. W. Effect of endotoxin challenge on hepatic 5'-deiodinase activity in cattle. **Domestic Animal Endocrinology**, v.18, n.1, p.133-143, 2000.

KANEKO, J. J. Thyroid function. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6. ed. San Diego: Academic Press, 2008. Cap. 20, p. 571-588.

KATER, C. E.; LADOSKY, W.; LINS, S.; ALBUQUERQUE, R. Tiróide ou tireóide? Sobre escudos, queijos e ... borboletas! **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**, São Paulo, v. 48, n.1, p. 1-5, fev. 2004. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/abem/v48n1/19513.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2010.

KALLFELZ, R. A.; ERALI, R. P. Thyroid tests in domesticated animal: Free thyroxine index. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v.34, n.11, p.1449-51, 1973.

KELLY, G. Peripheral metabolism of thyroid hormones: a review. **Alternative medicine review**, Sandpoint, v.5, n.4, p.306-332, aug. 2000.

LANNI, A., MORENO, M., LOMBARDI, A., AND GOGLIA, F. Thyroid hormone and uncoupling proteins. **Febs Letters**, Amsterdam, v.543, n.1, p. 5–10, may, 2003.

LARSSON, M.; PETTERSSON, T.; CARLSTRÖM, A. Thyroid hormone binding in serum of 15 vertebrate species: isolation of thyroxine-binding globulin and prealbumin analogs. **General and Comparative Endocrinology**, New York, v. 58, n.3, p. 360-375, jun. 1985.

LEAL, P. M.; NÃÃS I. A. Ambiência animal. In: CORTEZ, L. A. B.; MAGALHÃES, P. S. G. (Org.). **Introdução à engenharia agrícola**. Campinas, SP: Unicamp. 1992. p.121-135.

LINDAHL, G.; HENCKEL, P.; KARLSSON, A. H.; ANDERSEN, H. J. Significance of early postmortem temperature and pH decline on colour characteristics of pork loin from different crossbreeds. (2001). **Meat Science**, Barking, v.72, n.4, p. 613-623, 2005.

MAGANHINI, M. B.; MARIANO, B.; SOARES, A. L.; GUARNIERI, P. D.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E. I. Carnes PSE (*pale, soft, exudative*) e DFD (*dark, firm, dry*) em lombo suíno numa linha de abate industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27 (supl.), p. 69-72, ago. 2007. Disponível em< <http://www.scielo.br/pdf/cta/v27s1/a12v27s1.pdf>> Acesso em: 20 jul 2011.

MASON, R.; WILKISON, J. S. The thyroid gland – a review. **Australian Veterinary Journal**, Sidney, v. 49, n. 1, p. 44-49, jan. 1973.

MARPLE, D. N.; NACHREINER, R. F.; MCGUIRE, J. A.; SQUIRES, C. D. Thyroid function and muscle glycolysis in swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.41, n. 3, p. 799-803, sept., 1975.

MARPLE, D. N.; NACHREINER, R. F.; PRITCHETT, J. F.; KUHLLERS, D. L. The relationship of thyroxine secretion rate to growth of swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.52, n.3, p.500-504, 1981.

McDONALD'S, L. E.; PINEDA, M. H. **Veterinary endocrinology and reproduction**. 5. ed. Ames: Blackwell, 2003. 597 p.

McNABB, F. M. Thyroid hormones, their activation, degradation and effects on metabolism. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 125, supp. 6, p. 1773S-1776S, jun. 1995.

MOURA, E. G.; MOURA, C. C. P. Regulação da síntese e secreção de tireotrofina. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**, São Paulo, v. 48, n. 1, p. 40-52, fev. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abem/v48n1/19518.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2011.

NORMAN, A. W.; LITWACK, G. Thyroid hormones. In: _____. **Hormones** California: Academic Press, 1997. p.221-262.

NPPC. National Pork Producers Council. **Genetic Evaluation/Terminal Line Program Results**. Goodwin, R.; Burroughs, S. ed. Natl. Pork Prod. Council., Des Moines, IA. 1995.

OFFER, G. Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat: effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. **Meat Science**, Barking, v. 30, n.2, p. 157–184, 1991.

OURIQUE, J. M. R.; NICOLAIEWSKY, S. Características físico-químicas e organolépticas e suas relações na avaliação de qualidade de carne suína. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 19, n. 2, p. 118-125, 1990.

PASCUAL-LEONE, A. M. Interacción entre hormonas tiroideas y factores de crecimiento IGFs. **Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia**, Madrid, v. 66, n. 2, 2000. Disponível em:
<<http://www.analesranf.com/index.php/aranf/article/view/41/0>> acesso em: 12 set. 2011.

PEARSON, A. M. Muscle function and *post-mortem* changes. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT. B. S. **The Science of meat and meat products**. 2. ed. San Francisco: Freeman and Company, 1971. p. 208-229.

PERDOMO, C.C. 1994. Conforto ambiental e produtividade de suínos. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1994. p.19-26.

PEREIRAS, C.; HORTA, C. Gravidez e tireóide. **Acta Médica Portuguesa**, Lisboa, v. 16, n. 5, p. 329-331, 2003. Disponível em:
<<http://www.actamedicaportuguesa.com/pdf/2003-16/5/329%20331.pdf>> Acesso em: 10 jan. 2011.

PRATA, L. F.; FUKUDA, R. T. **Fundamentos de higiene e inspeção de carnes**. Jaboticabal: Funep, 2001. 349p.

RAY, R. D.; ASLING, C. W.; WALKER, D. G.; SIMPSON, M. E.; LI, C.H.; EVANS, H. M. Growth and differentiation of the skeleton in thyroidectomized-hypophysectomized rats treated with thyroxin, growth hormone, and combination. **Journal of Bone and Joint Surgery**, Boston, v.36A, n.1, p.94-103, 1954.

REAP, M.; CASS, C.; HIGHTOWER, D. Thyroxine and triiodothyronine levels in ten species of animals. **The Southwestern Veterinarian**, Texas, v.56, n.5, p.31-34, 1978.

ROCHE, J. F.; QUIRKE, J. F. **Beef cattle production**. London: Elsevier, 1992. 900p.

SAMPAIO, C. A. P.; CRISTIANI, J.; DUBIELA, J. A.; BOFF, C. E.; OLIVEIRA, M. A. Avaliação do ambiente térmico em instalação para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.3, p785-790, 2004.

SARTOR, V.; BAÊTA, F. C.; TINÔCO, I. F. F.; LUZ, M. L. Performance of an evaporative cooling system of a finishing phase swine barn. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.1, p.13-17, 2003.

SARUBBI, J. **Estudo do conforto térmico, desempenho animal e racionalização de energia elétrica em uma instalação suinícola na região de Boituva-SP**. 2005. 90f. (Mestre em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2005.

SCHAFER, A.; ROSENVOLD, K.; PURSHOW, P. P.; ANDERSEN, H. J.; HENCKEL, P. Physiological and structural events post mortem of importance for drip loss in pork. **Meat Science**, Barking, v. 61, p. 355-366, 2002.

SCHINCKEL, A. P.; EINSTEIN, M. E. **Concepts of pig growth and composition.**

2000. Disponível em:

<<http://www.ansc.purdue.edu/swine/porkpage/growth/pubs/aps95-5.htm>> Acesso

em: 22 set. 2011.

SILVA, R. G. Mecanismos de transferência de energia térmica. In:_____.

Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel, 2000. p. 35-75.

SILVA, R. G. Conceito de equilíbrio térmico. In:_____ **Biofísica ambiental:**

Os animais e seu ambiente. Jaboticabal: Funep, 2008. p. 131-176.

SLEBODZINSKI, A. Thyroxine utilization rate and some other indices of peripheral iodine metabolism in suckling pigs. **Research in Veterinary Science**, London, v. 6, p. 307. 1965.

SMITH, T. J.; EDELMAN, I. S. The role of sodium transport in thyroid thermogenesis.

Federation Proceedings, Bethesda, v. 38, n.8, p. 2150-2153, 1979.

SMITH, J. W.; EVANS, A. T.; COSTALL, B.; SMYTHE, I. W. Thyroid hormones, brain function and cognition: a brief review. **Neuroscience and Biobehavioral Review**, Oxford, v.26, n.1, p.45-60, 2002.

STOICA, G.; LUNGU, G.; XIE, X.; HEIDI, M.; ABBOTT, L. C.; STOICA, H. M.; JAQUES, J. T. Inherited tertiary hypothyroidism in Sprague-Dawley rats. **Brain Research**, Amsterdam, v. 1148, n.7, p.205-216, 2007.

TEIXEIRA, V. H.; TEIXEIRA A. S. Resfriamento adiabático evaporativo em maternidade de suínos: I efeito no índice de conforto térmico (ITGU). In: 33° REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza – CE, 1996, p. 626-628.

VAISMAN, M.; ROSENTHAL, D.; CARVALHO, D. P. Enzimas envolvidas na organificação tireoidiana do iodo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**, São Paulo, v.48, n. 1, p. 9-15, fev. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abem/v48n1/19515.pdf>> Acesso em: 12 out. 2010.

VASCONCELLOS, C. H. F.; FONTES; D. O.; CORRÊA, G. S. S.; MARINHO, P. Ractopamina na alimentação de suínos. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.53, p.86-108, 2007.

VELÁSQUEZ, L. F. U. Ritmo circadiano de triiodotironina (T3) e Tiroxina (T4) plasmática em ovelhas Ideal durante o anestro estacional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 3, p.508-513, 1997.

VENZKE, W. B. Endocrinologia do suíno. In: GETTY, R. **Anatomia dos animais domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986a, v. 2, p. 1222-1223.

VENZKE, W. B. Endocrinologia geral. In: GETTY, R. **Anatomia dos animais domésticos**. 5. ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986b, v. 1, p. 140-152.

VULCANO, L. C. **Determinação dos níveis séricos de triiodotironina e tiroxina em porcas gestantes e não gestantes das raças Landrace e Large White**. Botucatu, 1985. 32p. Dissertação (Mestrado em Clínica). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista.

WALLACE, H. D.; NORRIS, C. E.; COMBS, G. E.; MCCABE; PALMER, A. Z. Influence of triiodothyronine on feedlot performance and carcass characteristics of growing-finishing swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.18, n.3, p.1018-1024, 1959.

WAN, W. C.; WUNG, S.; LI, P.; TAI, C.; KOU Y.; KOH F. Serum thyroxine concentration in sows housed in a subtropical area. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 41, n.1, p. 124-128. 1975.

WELLS, D.; KING, J. D.; ROE, T. F.; KAUFMAN, F. R. Review of slipped capital femoral epiphysis associated with endocrine disease. **Journal of Pediatric Orthopaedics**, New York, v.13, n.5, p.610-614, 1993.

WENDLING, W. L.; SOUZA, C. A.; SILVA, J. F.; OCARINO, N. M.; BOELONI, J. N.; NASCIMENTO, E. F.; SILVA, I. J.; OLIVEIRA, A. L.; SERAKIDES, R. Efeito da administração de tiroxina sobre o peso corporal e sobre algumas características físico-químicas e histológicas do músculo *Longissimus dorsi* de marrãs com 70 dias de gestação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.62, n.4, p.998-1001, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v62n4/34.pdf>>. Acesso em 20 maio 2011.

WILSON, D. B.; GOREWIT, R. C. Specific thyroxine receptors in mammary cytosol from lactating cattle. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, Orlando, v. 95, n.2, p. 807-815, 1980.

WOLTERS DORF, W.; TROEGER, K. Mejoramiento de la capacidad de la carne PSE de cerdos mediante refrigeracion extra rapida. **Fleischwirtschaft, Español**, Frankfurt, n. 1, p. 29-37, 1990.

YOSHIOKA, G.; IMAEDA, N.; OHTANI, T.; HAYASHI, K. Effects of cortisol on muscle proteolysis and meat quality in piglets. **Meat Science**, Barking, v.71, n.3, p.590-593, 2005.