

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE BIOCIEÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA

GRÃO DE SOJA TOSTADO: AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA DO PROCESSAMEN  
TO E RESPOSTA PRODUTIVA DOS SUÍNOS A RAÇÕES COM NÍVEIS CRES  
CENTES DE GRÃO TOSTADO

HÉLION FREITAS TRINDADE

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em  
Ciências Biológicas - Bioquímica, para obtenção do grau de  
Mestre.

Orientador:

Prof.<sup>a</sup> Ema Magalhães Lebouté

Prof. Eli Scarparo Martins

Porto Alegre - dezembro, 1982.

## AGRADECIMENTOS

Aos doutores Waldir Groff, Eli Scarparo Martins e Ramon Nunes pelo interesse e dedicação o meu reconhecimento e amizade. Aos primeiros devo a concretização deste trabalho pelo empenho inicial junto à COTRIJUÍ e à Secretaria da Agricultura, ao doutor Ramon pela supervisão aos animais, durante o experimento.

Ao Prof. Homero Dewes pelas sugestões técnicas e ajuda na avaliação dos resultados laboratoriais.

À colega Vera Treis pelo juízo crítico, quando da fase de redação da primeira parte deste trabalho.

Aos demais colegas e professores do Departamento de Bioquímica pelo calor da convivência nas horas difíceis.

Ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Bioquímica que me proporcionou a realização como professor.

Ao técnico Paulo Ayala do ICTA que colaborou neste trabalho instalando um motor elétrico no tostador piloto.

Aos meus pais e filhos que tiveram a paciência da espera.

À COTRIJUÍ pela quase totalidade do apoio financeiro a este projeto, à Secretaria da Agricultura pela cedên-

cia das instalações da Estação Experimental Zootécnica de Tupanciretã, bem como à FAPERGS faço o meu agradecimento especial.

À Profa. Ema, que soube captar os meus interêsses com muita paciência e perspicácia, dedico o meu esforço.

Esta dissertação foi apresentada como parte dos requisitos necessários à obtenção do Título de Mestre em Bioquímica, outorgado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A transcrição do material contido nesta dissertação é permitida desde que se faça a citação apropriada.

HÉLION FREITAS DA TRINDADE

Dissertação aprovada por:

*Elleboute*

Profa. Ema Magalhães Lebouté  
(Orientadora)

*A*  
Data 10.01.1983

*Antonio Mario Penz Jr*

Prof. Antonio Mario Penz Junior

*A*  
Data 10.01.1983

*Marcus Luiz Santos Perry*

Prof. Marcus Luiz Santos Perry

*A*  
Data 10.01.1983

GRÃO DE SOJA TOSTADO: AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA DO PROCESSAMENTO E RESPOSTA PRODUTIVA DOS SUÍNOS À RAÇÕES COM NÍVEIS CRESCENTES DE GRÃO TOSTADO<sup>1/ 2/</sup>

Autor: Hélión Freitas Trindade  
Orientador: Profa. Ema Magalhães Leboute

RESUMO

Foram realizados dois experimentos: avaliação bioquímica do tratamento térmico sobre o valor nutritivo das sementes de soja (experimento I) e efeito deste tratamento sobre a resposta produtiva de suínos alimentados com o grão (experimento II).

Através do experimento I foi observado que a tostagem do grão de soja foi eficiente para destruir os fatores anti-nutricionais; inibidor de tripsina e hemoaglutininas.

Pelo experimento II foi observado que o uso de grão de soja tostado na ração de suínos criados para abate, até o nível de 48% da proteína bruta da ração, não afetou ( $P \leq 0,05$ ) o consumo de alimento, o ganho de peso médio diário e a conversão alimentar dos animais e a qualidade de suas carcaças.

Níveis de adição correspondentes a 36% da PB ou superior resultaram em maior índice de iodo ( $P \leq 0,05$ ) na gordura das carcaças.

<sup>1/</sup> Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas-Bioquímica Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (107p.) - Dezembro, 1982.

<sup>2/</sup> Para a realização deste trabalho houve a participação financeira da Cooperativa Tritícola Serrana Ltda (COTRIJUÍ) e da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) processo nº 008/81.

## SUMÁRIO

	Página
1. Introdução .....	1
1.1. Inibidores de tripsina .....	3
1.2. Lectinas ou hemoaglutininas .....	7
1.3. Anti-vitamina D .....	9
1.4. Efeito do calor .....	15
1.5. Efeito do grau de saturação na gordura corporal .....	18
2. Material e Métodos .....	20
2.1. Experimento I - Avaliação bioquímica do tratamento térmico sobre o valor nutritivo da semente de soja .....	20
2.1.1. Semente de soja .....	20
2.1.2. Equipamentos e procedimento para a tostagem da semente de soja .....	21
2.1.2.1. Condições de tostagem no tostador piloto e no tostador a campo .....	22
2.1.3. Obtenção do óleo bruto e da farinha de soja desengordurada .....	24
2.1.3.1. Preparação do extrato para a determinação da atividade da urease (E.C. 3.5.1.5) ..	25
2.1.3.2. Preparação do extrato para a determinação da atividade das hemoaglutininas .....	25
2.1.3.3. Preparação do extrato para a determinação da atividade do inibidor de tripsina ...	25
2.1.4. Métodos analíticos .....	26
2.1.4.1. Determinação do índice do iodo no óleo bruto .....	26
2.1.4.2. Determinação da proteína bruta das sementes de soja e da farinha de soja desengordurada .....	26

	Página
2.1.4.3. Determinação do extrato etéreo das sementes de soja ..	27
2.1.4.4. Determinação da atividade da urease (E.C. 3.5.1.5) ..	27
2.1.4.4.1. Preparação dos reagentes.	27
2.1.4.4.2. Procedimento empregado ..	28
2.1.4.5. Determinação da atividade hemoaglutinante .....	28
2.1.4.6. Determinação do inibidor de tripsina .....	29
2.1.4.6.1. Preparação dos reagentes.	29
2.1.4.6.2. Procedimento empregado ..	29
2.1.4.6.3. Cálculo .....	30
2.2. Experimento II - Avaliação da resposta animal .....	31
2.2.1. Animais experimentais .....	31
2.2.2. Tratamentos .....	32
2.2.3. Instalações .....	32
2.2.4. Condução do experimento .....	33
2.2.4.1. Arraçoamento .....	33
2.2.4.2. Pesagens .....	35
2.2.4.3. Medidas de desempenho dos animais .....	35
2.2.4.4. Coletas de sangue e preparo do soro para as dosagens ..	36
2.2.4.5. Análises bioquímicas .....	36
2.2.4.5.1. Atividade da fosfatase alcalina no soro dos animais experimentais .....	37
2.2.4.5.2. Fosfatos inorgânicos totais no soro dos animais.	37
2.2.4.5.3. Determinação do índice de iodo na gordura do tecido dos animais .....	38
2.2.4.6. Análise da carcaça .....	38
2.2.4.7. Delineamento experimental .	39
3. Resultados .....	41
3.1. Experimento I .....	41
3.1.1. Avaliação do tempo de tostagem no tostador piloto .....	41
3.1.1.1. Determinação da concentração da urease e do inibidor de tripsina na semente de soja .....	41
3.1.1.2. Determinação da atividade hemoaglutinante nas sementes de soja cruas e nas tostadas durante 60 minutos .....	43

3.1.2. Avaliação da tostagem no tostador a campo .....	45
3.1.3. Influência da tostagem durante 60 minutos sobre as concentrações de proteína bruta e extrato etéreo das sementes de soja e no índice de iodo no óleo bruto extraído das sementes de soja.	46
3.2. Experimento II .....	47
3.2.1. Consumo de alimentos .....	48
3.2.2. Ganho de peso e ganho médio diário .	49
3.2.3. Conversão alimentar .....	51
3.2.4. Tempo para alcançar peso de abate ..	52
3.2.5. Características das carcaças .....	53
3.2.6. Fosfatase alcalina e fosfatos inorgânicos totais no soro .....	56
4. Discussão .....	60
4.1. Experimento I .....	60
4.2. Experimento II .....	64
4.2.1. Consumo de alimento .....	66
4.2.2. Ganho de peso médio diário .....	68
4.2.3. Conversão alimentar .....	69
4.2.4. Qualidade das carcaças produzidas ...	70
4.2.4.1. Grau de insaturação da gordura da carcaça .....	72
4.2.5. Fosfatase alcalina e fosfatos inorgânicos no soro .....	74
5. Conclusões .....	78
6. Bibliografia Citada .....	80
7. Apêndices .....	85



## 1. INTRODUÇÃO

O grão de soja, principalmente na forma de alimento fermentado, é secularmente a base da alimentação protéica do sudeste da Ásia (LEINER, 1981).

No Rio Grande do Sul, sua produção atingiu na safra 80/81 6.088 milhões de toneladas e constitui-se em importante fonte de divisas para o país pela exportação do grão, in natura, ou do farelo de soja, resíduo obtido após a extração do óleo e usado na alimentação dos animais domésticos.

No Estado a suinocultura é um tipo de atividade agrícola de grande importância econômica e social. Ela está inserida em uma distribuição regional onde predominam pequenas propriedades, e contribui com uma parcela considerável para a economia dos pequenos produtores (CONCI e LEBOUTE, 1978). Pelo fato de tratar-se de uma atividade típica de minifúndio, o custo da alimentação é a maior queixa do produtor. As avaliações de custo de produção de suínos indicam que 80% deste reside na alimentação (CONCI e LEBOUTE, 1978). Por outro lado, já se tornou tradicional na região produtora de suínos o cultivo anual do grão de soja como uma alternativa de produção para fins comerciáveis e que muitas vezes é frustrada pelo preço de venda alcançado. O uso

direto do grão de soja produzido na pequena propriedade rural como alimento de suínos, poderá representar uma alternativa importante que trará benefícios à economia da produção animal no Estado.

O valor da soja como alimento está ligado ao seu alto teor de proteína de boa qualidade (CRAMPTON e HARRIS, 1969) e como fonte de óleo comestível. No Brasil, nas últimas décadas, houve uma importante alteração nos hábitos alimentares da população pela substituição efetiva da banha de porco pelo óleo de soja. Como alimento protéico constituiu-se na fonte de mais baixo custo que se conhece e mais de 200 produtos comerciais são preparados a partir da soja (ANTUNES, 1974).

Existem certos constituintes naturais na soja, que, embora, não sejam tóxicos na verdadeira acepção do termo, provocam respostas fisiológicas adversas nos animais, e, a menos que sejam inativados, podem prejudicar o potencial nutritivo da proteína da soja. Estas substâncias anti-nutricionais estão distribuídas de acordo com sua resistência ao calor em fatores lábeis e fatores estáveis. Entre os primeiros podemos relacionar os inibidores de tripsina, as hemaglutininas, os bocinogênicos, as anti-vitaminas, principalmente a anti-vitamina D e os fitatos. Entre os segundos incluem-se as saponinas, os estrógenos e a lisinoalanina (LIGNER, 1981).

Serão destacados na presente Revisão da literatura os inibidores de tripsina, as hemiaglutininas e a

anti-vitamina D.

### 1.1. Inibidores de tripsina

O termo inibidores de proteinase é preferível, pois esta família de substâncias inibe uma ampla variedade de enzimas proteolíticas, além da tripsina (LIENER, 1981). Segundo RUSCHEL (1979), os inibidores de tripsina têm sido os mais estudados dentre os de origem vegetal, juntamente com os inibidores de quimiotripsina. Ambos podem inibir, em certos casos, enzimas com a elastase, a trombina e a plasmina. São proteínas que possuem peso molecular de 8.000 a 10.000 e apresentam-se associadas em dímeros e tetrâmeros e não possuem em sua estrutura primária triptofano e metionina, porém contêm altos percentuais de prolina e cisteína. Esta última proporciona à molécula uma grande resistência ao calor.

RACKIS (1974) relata que no grão de soja deve haver de 9 a 10 diferentes inibidores de proteinase e que suas proporções são controladas geneticamente.

A partir do isolamento e purificação do inibidor de tripsina, originário da soja, realizado por KUNITZ (1947), foi possível, não só determinar suas propriedades físico-quí-micas, mas também estabelecer sua especificidade diante de uma grande variedade de fontes de tripsina. O mesmo autor mostrou que a combinação do inibidor com a tripsina é este-quiométrica.

LIENER e KAKADE (1980) refere os principais

parâmetros cinéticos do inibidor de KUNITZ, como a velocidade de reação e a constante de dissociação do complexo formado da tripsina-inibidor. A primeira é quase instantânea e a segunda da ordem de  $10^{-11}$ , em pH 6,5.

As pesquisas envolvendo o uso da soja cozida, em rações de animais experimentais, tiveram início após o trabalho pioneiro de OSBORNE e MENDEL (1917), mostrando que o uso do farelo de soja cru, em uma dieta, inibia o crescimento de ratos, embora a mesma dieta contendo farelo autoclavado não produzisse o mesmo efeito.

Os resultados obtidos por CHERNICK, et alii (1948) mostraram que pintos ou ratos recebendo dietas com farinha de soja crua, além de não crescerem normalmente, mostraram hipertrofia pancreática com aumento da atividade secretória. Segundo LIENER (1981), neste fato residiria a principal causa da redução de crescimento observada. O aumento da secreção de enzimas digestivas causaria maior perda endógena de aminoácidos essenciais, principalmente dos sulfurados, que constituem fração importante da estrutura da tripsina e da quimiotripsina.

Porém, nem todas as espécies apresentam o mesmo tipo de respostas. Segundo RACKIS (1974), hipertrofia e hipersecreção pancreática ocorre em galinhas, perus, ratos e camundongos jovens ou adultos. Terneiros e leitões apresentam inibição de crescimento que não é acompanhada por hipertrofia, mas sim por redução da secreção pancreática.

NITSAN e BONDI (1965), estudaram a ação dos

antibióticos sobre o crescimento de ratos e pintos, relacionando-a com o aumento da proteólise no intestino delgado, ou no cecum, ou se existe outra razão para explicar o efeito dos antibióticos, quando adicionados à dietas contendo soja crua. Observaram que dietas contendo soja crua, não provocavam qualquer efeito mensurável na atividade proteolítica intestinal de ratos, embora provocasse uma inibição considerável da proteólise intestinal em pintos. Ratos alimentados com rações à base de soja crua adicionadas de antibióticos, apresentaram aumento na atividade proteolítica do cecum. Nas mesmas condições, a atividade proteolítica intestinal de pintos voltou ao normal após o oitavo dia de experimento.

A ação da microflora na resposta à alimentação com soja crua foi examinada por COATES et alii (1970) que compararam o efeito de dietas contendo soja crua e soja tostada sobre pintos convencionais e pintos livres de germens. Os autores concluíram que a soja crua prejudicou a digestão das proteínas evidenciada pelo alto conteúdo de proteína nos intestinos e baixo conteúdo de peptídios e aminoácidos livres. A soja tostada provocou o inverso. Os experimentos com pintos livres de germens, levaram à conclusão de que a microflora do intestino exacerbou o efeito negativo da soja crua sobre o crescimento.

Porém, segundo RACKIS (1974), tanto os pintos livres de germens como os convencionais apresentam hipertrofia pancreática.

TSENG YEN et alii (1977) procuraram medir o efeito específico do inibidor de tripsina descrito por KUNITZ (1947). Usaram 68 leitões com peso inicial de 12 kg, que receberam os seguintes tratamentos: tratamento 1 constituído de dieta contendo farelo de soja, obtido por extração com solvente; tratamento 2 com dieta contendo soja crua, com 19,5% de óleo, e tratamento 3 com farelo de soja, ao qual foi adicionado o inibidor de tripsina em níveis calculados para igualar a potência inibitória do tratamento 2. Os autores concluíram que houve inibição significativa da atividade tríp-tica e quimiotríptica intestinal nos animais pertencentes aos tratamentos 2 e 3. Os efeitos foram maiores quando utilizaram a ração contendo soja crua. Também a proteólise intestinal foi mais reduzida naqueles animais que receberam ração contendo soja crua. Isto fez supor que outros inibidores de proteases, como o de Bowman-Birk, contribuíram para o fato. A redução no crescimento e no consumo de alimentos daqueles animais, que receberam a ração contendo soja crua, foi atribuída à inibição da proteólise intestinal. Assim a redução no crescimento, em suínos, resultaria de uma combinação entre a redução no consumo de alimento e a inibição da proteólise intestinal.

Porém, segundo LIENER (1981), preparações do inibidor de tripsina quando adicionadas às dietas contendo proteínas pré-digeridas ou aminoácidos livres são capazes de inibir o crescimento. Experimentos como estes excluem a inibição da proteólise como o único fator responsável pela

inibição do crescimento.

KAKADE et alii (citado por LIENER, 1981) demonstraram que após a remoção do inibidor de tripsina do extrato de soja cru, por cromatografia de afinidade em sefarose, o extrato resultante ainda é capaz de causar inibição do crescimento e hipertrofia pancreática em ratos.

LIENER (1981), analisando quantitativamente os efeitos relatados na literatura, conclui que os fatores inibidores de protease são responsáveis apenas por 40% das respostas observadas. Os 60% restantes podem ser explicados pela natureza das proteínas da soja. Medindo a digestibilidade "in vitro" pela tripsina, do extrato de soja integral, do extrato de soja do qual foi extraído o inibidor de tripsina, GREEN et alii (citado por LIENER, 1981) observaram uma maior digestibilidade para o extrato de soja tostado, seguindo-se o extrato de soja cujo inibidor foi extraído, e, por último, o extrato de soja cru. Isto sugere que a proteína da soja nativa, não desnaturada pelo calor, é refratária ao ataque enzimático.

## 1.2. Lectinas ou hemoaglutininas

As hemoaglutininas da soja são, em ordem de importância, os fatores que juntamente com o inibidor de tripsina têm sido relacionados como responsáveis pela redução no crescimento em ratos (LIENER, 1962). Segundo o próprio autor, elas possuem a propriedade de ligar-se aos

carboidratos. Nos eritrócitos elas interagem com as glicoproteínas, localizadas na superfície destas células, provocando a aglutinação "in vitro".

Os grãos de soja contêm várias hemoaglutininas (lectinas), cuja concentração é estimada em 1 a 3 % da proteína do grão após sua redução em farinha desengordurada (LIENER, 1981).

Como foi proposto por JAFFÉ (1968), o efeito tóxico das hemoaglutininas, quando ingeridas, pode ser devido a sua capacidade em se ligar a receptores específicos localizados na superfície das células epiteliais que revestem o intestino. Isto interferiria com a absorção de nutrientes através da parede intestinal. Os resultados obtidos, utilizando hemoaglutinina isolada de soja, na dieta de ratos, mostraram uma redução significativa no crescimento. Contudo não ficou claro se esta redução no crescimento foi provocada pela ingestão da substância, ou se foi devida ao baixo consumo, uma vez que ambos foram simultâneos. Removendo seletivamente por cromatografia de afinidade, as hemoaglutininas dos extratos de soja fornecidos aos ratos, estes cresceram tão pouco como aqueles que receberam o extrato cru.

Porém GARLICH e NESHEIM (1966) mostraram que o fracionamento das proteínas existentes no leite de soja, com DEAE celulose, forneceu duas frações: uma contendo alta atividade hemoaglutinante e a outra alta atividade anti-tríplica. Nenhuma destas frações quando fornecidas isoladamente a pintos, afetaram a velocidade de crescimento, embora o



fizessem quando juntas. Entretanto, a adição de inibidor de tripsina cristalizado, segundo KUNITZ, na proporção de 0,6% da dieta, provocava redução no crescimento e hipertrofia pancreática.

Para LIENER (1981) o efeito produzido pelas hemoaglutininas da soja, ao contrário daquelas presentes em outras plantas, como a ricina da mamona, não apresentavam características anti-nutricionais graves.

### 1.3 Anti-vitamina D

Dos fatores anti-nutricionais da soja em grão e de seus subprodutos, o mais polêmico é sem dúvida o fator anti-vitamina D. Segundo CARLSON et alii (1964), a inclusão de proteína isolada de soja e de farinha de soja crua, na dieta de perus até 4 semanas de idade, provocou redução no crescimento e raquitismo. Este último pode ser evitado pelo aumento do nível de vitamina D<sub>3</sub> na dieta pela autoclavagem da proteína isolada de soja ou da farinha de soja.

O raquitismo provocado parece ser um fenômeno geral entre os monogástricos, pois, segundo MILLER et alii (1965), leitões alimentados com proteína isolada de soja excretaram grandes quantidades de Ca, P e Mg. Os sintomas de raquitismo são evidentes em todos aqueles que não receberam, na dieta, uma suplementação com vitamina D<sub>3</sub>.

JENSEN e MRAZ (1966) procuraram avaliar a atividade raquitizante da proteína isolada de soja em pintos, quando

estes foram alimentados à base de proteína isolada de soja, adicionada de agentes quelantes e altos índices de Ca e P, ou de ambos. Os animais receberam doses de Ca e P radioativos, através de injeções intramusculares e a mobilização destes elementos foi estudada pelo exame da tíbia dos animais. Os resultados mostraram que aumentando separadamente os níveis de Ca e P, não aumentou a calcificação óssea. Isto só aconteceu quando ambos foram aumentados. Os agentes quelantes adicionados à dieta também não melhoram a calcificação óssea ou a taxa de crescimento.

COMBS et alii (1967) realizaram pesquisas, utilizando soja crua integral e soja tostada (cozida em autoclave), em diferentes tempos, na alimentação de leitões com 8 semanas de idade. A soja foi usada como fonte suplementar de proteína, na proporção de 28% da proteína bruta da ração. Foram feitas avaliações bioquímicas, como aminoácidos nas rações e no plasma dos animais e, no soro; também foi determinado: cálcio, fósforo inorgânico e nitrogênio uréico, após 4 semanas a partir do início do experimento. O tratamento térmico da soja durante 120 minutos, foi considerado o melhor, devido aos resultados de ganho de peso e conversão alimentar obtidos. Em um segundo experimento, os mesmos autores utilizaram leitões com 2 semanas de idade e testaram rações com níveis de 17 a 22 % de proteína bruta, utilizando soja crua como suplemento protéico. Este experimento e o anterior tiveram uma duração de 44 dias. As determinações de aminoácidos tanto nas rações como no plasma dos

animais indicaram que, além da digestibilidade da fração protéica, a disponibilidade dos aminoácidos estava comprometida pelo uso da soja crua. Houveram modificações nos valores dos aminoácidos plasmáticos daqueles animais cujas rações foram submetidas aos vários tratamentos térmicos, principalmente em relação à prolina, cuja redução, foi significativa ( $P < 0,05$ ), à medida que diminuiu o tempo de cozimento da sementes de soja. Também a lisina apresentou resultados semelhantes. Os níveis de Ca e P, no soro dos animais que receberam as diversas rações com tratamentos térmicos diferentes não foram alterados, significativamente ( $P < 0,05$ ).

Embora a utilização da soja na forma de farelo processado industrialmente, ou de proteína isolada de soja seja uma prática corrente, na produção de suínos, tanto para a fase pós-desmame como para a fase de crescimento, as consequências sobre anormalidades ósseas, com repercussões bioquímicas e fisiológicas, tem sido relatadas.

HENDRICKS et alii (1969) estudaram em leitões desde 7 dias de idade os efeitos de várias concentrações de proteína isolada de soja e vitamina  $D_2$  na dieta sobre o metabolismo do (Ca, P e Mg). Os níveis de proteína bruta das dietas foram de 16, 24 e 32 % com níveis de vitamina  $D_2$  de 6,25 e 12,50 mcg/kg. Realizaram três coletas de sangue, em intervalos de 3 semanas, para as determinações de Ca, P e fosfatase alcalina no soro. Os resultados destas dosagens mostraram um decréscimo nos valores de fósforo e aumento da atividade da fosfatase alcalina, naqueles animais que

receberam rações contendo níveis mais elevados de proteína bruta. Isto indicou que o aumento da proteína isolada de soja na ração, pode provocar raquitismo no leitão, se os níveis de fósforo da ração permanecerem em 0,6 % e a vitamina D<sub>2</sub> em 6,25 mcg/kg.

HENDRICHS et alii (1970), compararam os efeitos da proteína isolada de soja em níveis de 16 e 32 % de PB sobre a absorção e utilização dos minerais (Ca, Fósforo e Mg) em leitões dos 3 dias até a terceira e quinta semanas de vida. Determinaram Ca, P e fosfatase alcalina no soro destes animais em coletas sucessivas de acordo com os períodos referidos anteriormente. Os níveis de Ca no soro dos animais permaneceram estáveis mesmo naqueles que receberam rações com níveis mais elevados de proteína isolada de soja. Os níveis de fósforo mostraram-se, significativamente mais baixos ( $P < 0,01$ ) nas mesmas condições. A atividade de fosfatase alcalina aumentou naqueles que receberam rações com nível de proteína mais elevado.

HANKE et alii (1972) compararam rações contendo soja tostada pelo calor seco, soja extrudada, soja crua com aquelas que utilizavam o farelo de soja em suínos em 2 experimentos. Seus resultados confirmaram a inviabilidade da soja crua, como suplemento protéico, em rações de terminação, além de concluírem que tanto as rações contendo soja tostada, pelo calor seco, como aquelas contendo soja extrudada, não proporcionaram aos animais o mesmo desempenho obtido. No primeiro foram utilizados suínos em fase de terminação,

os quais receberam todas as rações, com 13 % de proteína bruta. No segundo experimento foram utilizados suínos em fase de recria, os quais receberam todas as rações contendo 16 % de proteína bruta, mas não receberam a ração que continha soja crua pelo farelo de soja.

Concluíram, também, que mesmo porcos mais velhos, não podem ser alimentados com soja crua.

Para verificar se o efeito foi devido ao nível de proteína na dieta REINHARD et alii (1976) utilizaram animais de 20 kg e os estudaram até 55 kg. Eles foram tratados com rações contendo níveis crescentes de proteína bruta (14 a 22 %) à base de milho/farelo de soja. As concentrações de cálcio e fósforo nas rações estavam em níveis considerados normais, de acordo com as normas do N.R.C. (1973) ou em níveis 0,25 e 0,20 % mais altos. Foram avaliados, além dos parâmetros referentes ao crescimento, aqueles como a atividade da fosfatase alcalina, as concentrações de Ca e P no soro, as cinzas ósseas, além de estudos histopatológicos dos ossos. Nos experimentos em que os níveis de Ca e P das rações foram mantidos em 0,65 e 0,50 %, respectivamente, para valores crescentes de proteína bruta das rações, o crescimento, o consumo alimentar e as cinzas ósseas diminuíram à medida que aumentaram os níveis de proteína bruta da ração. Os valores de fósforo no soro diminuíram e os de cálcio aumentaram, nas mesmas condições. A atividade da fosfatase alcalina acompanhou o aumento do percentual de proteína bruta da ração e foi mais elevada naqueles animais alimentados

com ração contendo 22 % de proteína bruta. Foram observados sinais de osteoporose nos ossos longos daqueles animais que receberam dieta com 18 % de proteína bruta. Estes sinais foram mais evidentes naqueles animais que receberam ração contendo 22 % de proteína bruta. Aumentando os níveis de cálcio e fósforo das rações contendo concentrações acima de 18 % de proteína bruta, estes efeitos foram neutralizados.

Pesquisas realizadas na Faculdade de Medicina da Universidade Washington, por HILMAN et alii (1979), referem 5 casos de raquitismo em prematuros alimentados com leite de soja. Em outras 7 crianças que utilizaram o mesmo alimento, desenvolveu-se osteopenia severa com fraturas múltiplas. Estas crianças responderam satisfatoriamente a doses de 4.000 U.I. de vitamina D.

Segundo RACKIS (1974), os fatores relacionados ao raquitismo estão concentrados na proteína isolada de soja e atribuí à formação de um complexo entre a proteína, ácido fítico e minerais durante o processamento industrial. O tratamento pelo calor ou a adição de agentes quelantes sintéticos ou naturais corrigem os problemas que possam ocorrer (LIENER, 1981).

Também RACKIS (1974) considerou inadequada a aplicação do conceito de toxidez às propriedades anti-nutricionais da soja e seus produtos crus, pois a redução no crescimento e a hipertrofia pancreática, em ratos, é reversível, quando, após um período de alimentação com farinha de soja

crua, retorna-se a uma dieta básica. Para o autor isto justificaria a não caracterização destas substâncias como tóxicas.

#### 1.4. Efeito do calor

O uso do calor para tornar a soja e seus subprodutos (farelo e a proteína isolada de soja) utilizáveis pelos monogástricos, é uma prática que remonta ao início do século.

A maior parte dos estudos referidos na literatura tem sido realizados em condições controladas de temperatura, pressão, umidade e duração de aquecimento. Dos parâmetros biológicos o mais utilizado é o PER (ganho de peso do animal, em crescimento, dividido pela proteína ingerida, conduzido em condições padrões). O efeito do tempo e das várias formas de calor empregadas, para melhorar o valor nutritivo das sementes integrais de soja, foi estudado por KLOSE et alii (citado por SMITH e CIRCLE, 1972) através da avaliação do PER. Suas conclusões indicam que a ação do vapor flutuante e do vapor sob pressão de 15 libras aos 30 minutos e, entre 15 e 20 minutos, são suficientes para que a soja atinja o seu valor nutritivo máximo. Por sua vez, o calor seco a 120°C, durante 120 minutos, produz somente um efeito de 40 % deste valor. A ação do calor úmido a 100°C e uma atmosfera de pressão, sobre o inibidor de tripsina, contido no farelo de soja cru mostra que aos 15 minutos de tratamento a

atividade cai a 2,5 % do seu valor inicial RACKIS, (1965) e ALBRECHT, (1966).

Também as hemoaglutininas da soja são inativadas pelo calor úmido a 100°C. A partir de 80 minutos deste tratamento térmico elas perdem 95 % da atividade inicial LIENER, (1981).

Embora a urease não seja um fator anti-nutricional, ela é inativada juntamente com o inibidor de tripsina e as hemoaglutininas existentes nas sementes de soja (WRIGHT, 1981). A sua determinação constitui-se em um teste simples e rápido para a avaliação da eficiência do processo térmico aplicado aos produtos da soja, embora, como salienta ANTUNES (1974), não indique o excesso deste tratamento.

O uso do calor seco para o tratamento da semente de soja também se constitui em uma prática ligada ao uso de sementes de soja integrais na alimentação de suínos. Existem, nos Estados Unidos, equipamentos especiais como o Roast-A-tron que faz cocção pelo calor seco em temperaturas entre 110 - 141°C. Segundo HANKE et alii (1972), o uso de grãos de soja, como fonte suplementar de proteína, em rações de crescimento e terminação de suínos, testados por este equipamento, mostrou-se inferior àquele que empregou o farelo de soja, quando foram avaliadas as medidas de crescimento e conversão alimentar.

A destruição dos fatores anti-nutricionais da proteína da soja poderá produzir uma série de transformações químicas nos seus constituintes. Destas transformações, a



mais importante, do ponto de vista nutritivo, é a reação de escurecimento não enzimático chamada reação de Maillard. E la consiste na combinação entre aldoses, cetoses e produtos resultantes da degradação oxidativa dos ácidos graxos com aminoácidos livres, ou pertencentes a grupos amino livres (ex.: resíduo amino livre de lisina). Em consequência, os aminoácidos são inviabilizados metabolicamente e surgem pro dutos tóxicos YANNAI, (1980).

A segunda transformação em importância é a oxidação dos lipídios, que são importantes nutrientes, tanto do ponto de vista energético, quanto do fornecimento de ácidos gra xos essenciais e vitaminas lipossolúveis YANNAI, (1980).

Segundo PERKINS (1960), entre estas alterações temos a auto-oxidação que é a oxidação do óleo ou gordura em temperaturas que não excedem os  $100^{\circ}\text{C}$  e a oxidação térmica que se realiza em temperaturas próximas a  $200^{\circ}\text{C}$ . Ambas ocor rem em presença do ar. Estas oxidações são autocatalíticas e podem ser ativadas ou inibidas. Os seus produtos imediatos, os peróxidos bem como aqueles derivados da sua degrada ção, denominados secundários, são, na maioria tóxicos.

Uma das consequências mais imediatas da oxidação das gorduras é a rancidez, caracterizada pelo odor desagradável que exala. As substâncias químicas responsáveis, por este efeito são os aldeídos e cetonas voláteis, formados pela de gradação dos peróxidos e denominados produtos secundários (ARTMAN, 1969).

Segundo KAUNITZ (citado por YANNAI, 1980), as

primeiras observações sobre possíveis efeitos fisiológicos das gorduras rancificadas incluem distúrbios digestivos e visuais, perda de peso, anemia e dermatite. A partir desses dados gerais e do desenvolvimento da análise e da síntese orgânica, foi possível testar, em animais de experimentação, os efeitos fisiológicos dos vários produtos formados durante a oxidação das gorduras.

#### 1.5. Efeito do grau de saturação na gordura corporal

Na produção de suínos, é muito importante a qualidade da carcaça produzida.

A partir de 1930, nos EUA, sabia-se que os produtos da soja, utilizados na alimentação animal, causavam não somente carcaças moles, principalmente, em suínos, mas também crescimento inferior (BAKER e EASTER, 1976).

JIMENEZ et alii (1963) relatam que o uso do grão de soja, devido ao seu alto conteúdo de gordura insaturada, afeta a firmeza da gordura animal. Rações à base de milho suplementados em 27 % com soja crua, ou com soja tostada, para níveis de proteína bruta de 16 %, foram fornecidos a leitões em crescimento até atingirem aproximadamente 45 kg de peso vivo. A partir deste peso até o peso de abate receberam rações semelhantes, mas com 13 % de proteína bruta. Foram determinados, na gordura das carcaças, o índice de iodo, índice de refração e a consistência mecânica. Todos os

porcos que receberam o grão de soja integral, cru ou tostado, tiveram carcaças com a gordura do lombo contendo altos índices de iodo ( $P < 0,05$ ) quando comparados com aqueles que receberam rações contendo milho/farelo de soja.

O objetivo do presente trabalho foi estudar o uso do grão de soja integral tostado na ração de suínos para abate, como uma fonte protéica alternativa para substituir o farelo de soja e outras fontes protéicas usadas na alimentação desta espécie a nível de pequeno produtor.

Para tanto, foi tentado definir, em condições simples, a prática de tostagem dos grãos para a inativação das substâncias anti-nutricionais presentes na semente crua.

Além disso, por incorporação de diferentes níveis de grãos tostados à rações de suínos criados para o abate, foi estudada a influência deste alimento sobre a resposta produtiva dos animais, avaliada pela velocidade de ganho de peso, consumo de alimento, conversão alimentar e qualidade da carcaça produzida. Também foi avaliado o metabolismo ósseo dos suínos através de dosagens bioquímicas.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos: avaliação bioquímica do tratamento térmico sobre o valor nutritivo das sementes de soja (experimento I) e o efeito deste tratamento sobre a resposta produtiva de suínos alimentados com o grão (experimento II).

O experimento I foi conduzido nos Departamentos de Bioquímica, Departamento de Ciências dos Alimentos (ICTA) e Departamento de Zootecnia da UFRGS.

O experimento II foi conduzido na Estação Experimental Zootécnica de Tupanciretã da Secretaria de Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul e no Frigorífico Santarrosense.

### 2.1. Experimento I - Avaliação bioquímica do tratamento térmico sobre o valor nutritivo da semente de soja

#### 2.1.1. Semente de soja

As sementes de soja foram fornecidas pela COTRIJUI (Cooperativa Tritícola Serrana Ltda) e foram heterogêneas

quanto às variedades. A semente integral foi utilizada, tanto para a análise dos fatores anti-nutricionais, como para a preparação das rações balanceadas.

#### 2.1.2. Equipamentos e procedimento para a tostagem da semente de soja

o tostador piloto consta de um cilindro móvel com capacidade para 4 litros (Figura 1). Este cilindro gira em torno de um eixo diagonal, que está apoiado no vértice de duas hastes unidas em forma de ve. Uma das extremidades do eixo é fixa e a outra é móvel e em forma de manivela. O cilindro possui uma única abertura, onde é introduzida a semente de soja. Abaixo do cilindro existe uma gaveta móvel. Todo este conjunto é construído em folha de aço.

A tostagem foi realizada colocando brasas de carvão na gaveta do tostador com controle da temperatura no interior do cilindro. Quando esta atingiu os  $100^{\circ}\text{C}$ , a semente de soja foi colocada na proporção de 1 : 8 (massa de soja/volume cilindro). A tostagem foi feita com o cilindro em movimento.

A velocidade de rotação do cilindro foi regulada por um reostato acoplado a um motor elétrico, com potência de 1/8 de H.P., adaptado ao tostador. Os movimentos do cilindro são de bascula, permitindo que as sementes de soja em seu interior recebam o calor de uma maneira uniforme.

O tostador a campo possui a mesma estrutura do

anterior, diferindo somente no tamanho do cilindro (145 litros) e na presença de duas aberturas. Uma, onde é colocada a semente, é fechada por uma tampa retangular e a outra, de onde é retirado o grão, fechada por uma tampa circular. A movimentação do cilindro é feita por intermédio de uma manivela (Figura 2).

#### 2.1.2.1. Condições de tostagem no tostador piloto e no tostador a campo

Os ensaios para estabelecer as condições de tostagem das sementes de soja, foram realizadas no tostador piloto.

As condições foram escolhidas, avaliando os valores da atividade dos fatores anti-nutricionais (inibidor de tripsina e hemoaglutininas), que deviam estar em níveis abaixo daqueles existentes nas sementes de soja cruas. Também foi determinada a atividade ureásica.

As condições de tostagem estabelecidas foram as seguintes: temperatura entre 100 - 120°C, velocidade de rotação do cilindro 60 rotações/minuto e uma quantidade de sementes de soja de 500 g.

Mantidas estas condições, foram experimentados os seguintes tempos de tostagem: 15, 30, 45 e 60 minutos. Após cada tempo de tostagem, as sementes de soja foram retiradas do tostador, moídas, desengorduradas em extração contínua com éter de petróleo, e extraídas para as determinações

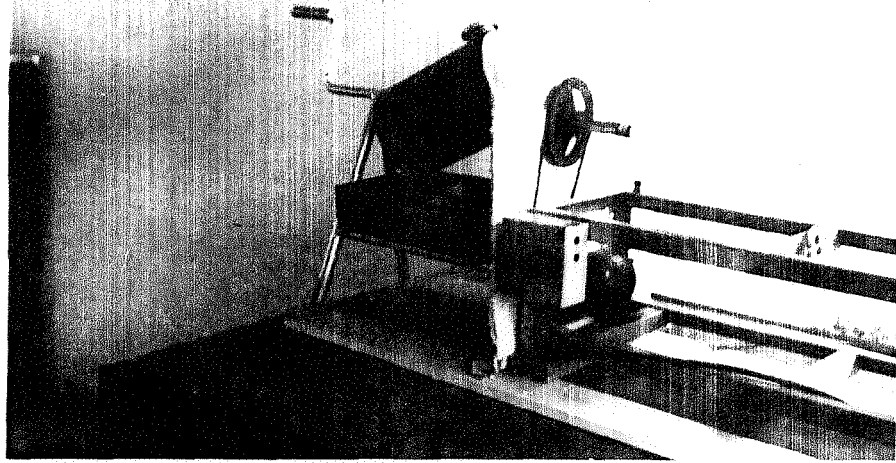


FIGURA 1. Tostador piloto.



FIGURA 2. Tostador a campo.

bioquímicas.

Os resultados das determinações do inibidor de tripsina e da urease obtidos com o tostador piloto levaram a fi xar as condições para a tostagem a campo. Para esta foram utilizados dois tempos de tostagem: 45 e 60 minutos e 20kg de sementes de soja.

Para o preparo das rações balanceadas foi definido o tempo de tostagem de uma hora e quinze minutos, medida es ta que visou oferecer maior segurança para a inativação dos fatores anti-nutricionais.

### 2.1.3. Obtenção do óleo bruto e da farinha de soja desengordurada

As sementes de soja, cruas e tostadas, foram tritu- radas juntamente com o tegumento, em moinho martelo, tipo Halley, com peneira de malha de um milímetro de diâmetro. A p<sup>o</sup>s esta moagem, foi triturada manualmente, em gral de por- celana, para a obtenção de uma farinha de granulação fina.

A farinha fina foi submetida à extração com éter de petróleo. O resíduo desta extração foi aquecido, em estufa a 37<sup>o</sup>C, durante 30 minutos para evaporar o excesso de sol- vente. Posteriormente, foram obtidos os diferentes estra- tos empregando o tampão adequado a cada tipo de dosagem bio química.

O óleo bruto resultante da evaporação do solvente, foi utilizado na determinação do índice de iodo.



2.1.3.1. Preparação do extrato para a determinação da atividade da urease (E.C. 3.5.1.5)

Para a determinação da atividade da urease a extração foi feita em tampão fosfato 0,01 M pH 7,2, em um homogeneizador Omni-Mixer, na proporção de 1 : 10 (massa/volume), durante cinco minutos, seguindo uma agitação contínua, a 4°C, durante uma hora. A seguir, o extrato foi centrifugado em uma centrífuga Sorvall a 27.000 g, durante trinta minutos. O sobrenadante foi utilizado nas determinações de urease.

2.1.3.2. Preparação do extrato para a determinação da atividade das hemoaglutininas

O extrato para a determinação da atividade das hemoaglutininas foi preparado através de homogeneização com solução de cloreto de sódio 0,9%, na proporção de 1:10 (massa/volume), em um homogeneizador Omni-Mixer, durante cinco minutos, seguindo uma agitação contínua, a 4°C, durante uma hora. Após, o extrato foi centrifugado em uma centrífuga Sorvall a 27.000 g durante trinta minutos. O sobrenadante foi utilizado para a avaliação das hemoaglutininas.

2.1.3.3. Preparação do extrato para a determinação da atividade do inibidor de tripsina

O extrato para a determinação da atividade do

inibidor de tripsina foi preparado através da homogeneização com solução de hidróxido de sódio 0,01 M na proporção de 1 : 50 (massa/volume), quando se tratou de soja crua e de 1 : 10 quando se tratou de soja tostada. Foi utilizado um homogeneizador Omni-Mixer durante cinco minutos. Após o pH do extrato foi levado a 9,6 e seguiu uma agitação contínua, a 4°C, durante três horas. O extrato foi centrifugado em uma centrífuga Sorvall a 27.000 g, durante trinta minutos. O sobrenadante foi utilizado para a determinação do inibidor de tripsina.

#### 2.1.4. Métodos analíticos

##### 2.1.4.1. Determinação do índice de iodo do óleo bruto

A determinação do índice de iodo do óleo bruto das sementes de soja foi feita pelo método de Hübl (ABNT, 1961).

##### 2.1.4.2. Determinação da proteína bruta das sementes de soja e da farinha de soja desengordurada

A concentração da proteína bruta nas sementes de soja cruas e tostadas e na farinha de soja desengordurada, foi determinada pelo método de Kjeldahl segundo WINKLER, citado por JACOBS (1951). Foi utilizado o fator 6,25 para

transformar o percentual de nitrogênio em percentual de proteína.

#### 2.1.4.3. Determinação do extrato etéreo das sementes de soja

A concentração do extrato etéreo, das sementes de soja cruas e tostadas, foi determinada, utilizando o método de extração contínua com o aparelho de Soxhlet. O líquido extrator utilizado foi o éter de petróleo e o tempo de extração foi de seis horas (AOAC, 1980).

#### 2.1.4.4. Determinação da atividade da urease (E.C. 3.5.1.5)

A avaliação da atividade da urease, nos estratos de soja crua e tostada, foi realizada, utilizando uma combinação de técnicas descritas por SUMNER in COLOVICK e KAPLAN (1955) e por FAULKNER (1970).

##### 2.1.4.4.1. Preparação dos reagentes

Solução de uréia 3%, em tampão fosfato 0,005 M, pH 7,2 segundo SUMNER in COLOVICK e KAPLAN (1955); solução de fenol-nitroprussiato; solução de hipoclorito-alcalino, e, solução de sal sódico do ácido etilenodiaminotetracético (EDTA), pH 6,5, segundo FAULKNER (1970). Solução padrão de

sulfato de amônio 0,2 M contendo ácido sulfúrico concentrado a 1%.

#### 2.1.4.4.2. Procedimento empregado

Os extratos de soja crua e tostada foram diluídos 1/50 com solução de EDTA e os de soja tostada foram diluídos 1/2 com a mesma solução. O desenvolvimento empregado foi:

Foi empregado 0,05 ml de diluição anterior e acrescentado 0,45 ml de água destilada. Esta mistura foi colocada em banho maria, a 37°C, durante três minutos para então, adicionar 0,5 ml da solução de uréia. Cinco minutos após foi adicionado 1,0 ml do reagente fenol-nitroprussiato e 1,5 ml do reagente hipoclorito-alcalino. Passados vinte minutos foi feita a leitura em espectrofotômetro a 560 nm. Para o branco dos reativos foi utilizado 0,5 ml de água destilada. O cálculo foi feito através da padronização com a solução de sulfato de amônio 0,2 M.

A atividade da urease foi expressa em mg de NH<sub>4</sub> formados, em cinco minutos de incubação, a 37°C, por grama de semente moída.

#### 2.1.4.5. Determinação da atividade hemoaglutinante

A determinação da atividade hemoaglutinante nos extratos de soja crua e tostada, foi realizada pela técnica

fotométrica de LIENER (1955). Esta técnica fundamenta-se na capacidade aglutinante dos extratos de soja crua sobre hemácias de coleho.

O extrato de soja crua foi diluído a 1/250 e o de soja tostada a 1/10, ambos com solução salina fisiológica.

Por definição, uma unidade hemoaglutinante é o inverso da diluição do extrato, cuja absorbância em 620 nm corresponde àquela de uma suspensão de hemácias a 50%.

A expressão dos resultados foi feita em unidades de hemoaglutinação por mg de proteína total, levando em consideração a diluição final do extrato de soja crua (1/2500) e do extrato de soja tostada (1/100).

#### 2.1.4.6. Determinação do inibidor de tripsina

A determinação da atividade do inibidor de tripsina nos extratos de soja crua e tostada, foi realizada, utilizando uma combinação de técnicas descritas por STARKEY (1977) e por HAMERSTRAND et alii (1981).

##### 2.1.4.6.1. Preparação dos reagentes

Solução tampão TRIS/HCl 0,05 M com  $\text{CaCl}_2$  0,02 M, pH 8,2 e solução de tripsina 23 ug/ml, em HCl 0,001 M, segundo HAMERSTRAND et alii (1981).

Soluções de azocaseína aquosa a 6% e de ácido tricloroacético 10%, segundo STARKEY (1977).

#### 2.1.4.6.2. Procedimento empregado

Fase de pré-incubação - Os extratos de soja crua foram diluídos 1/10 em água destilada e os de soja tostada sofreram diluições que variaram de 1/2 a 1/20 de acordo com o grau de tostagem. Destas diluições foram tomadas alíquotas de 0,1 - 0,2 - 0,4 - 0,6 - 1,0 - 1,2 - 2,0 ml, as quais foram adicionados 2,0 ml de tripsina padrão e completado o volume para 4,0 ml com água destilada. O material foi incubado a 37°C durante 10 minutos. Foi feito um padrão contendo 2,0 ml de tripsina e 2,0 ml de água destilada.

Fase enzimática - Foram acrescentados 0,4 ml da solução tampão e 0,25 ml da solução de azocaseína as alíquotas de 0,35 ml correspondentes às diluições da fase anterior. A amostra em branco foi feita usando 0,4 ml da solução tampão, 0,25 ml da solução de azocaseína e 0,175 de água destilada.

Após incubar por 25 minutos a 37°C, foram adicionadas a todos os tubos 3,0 ml de ácido tricloroacético 10%. A amostra em branco foi adicionado 0,175 ml do padrão de tripsina da fase anterior. Todos os tubos foram homogeneizados num agitador Vortex e seus conteúdos filtrados por papel Whatman nº 1. Foram usados 2,0 ml de cada filtrado e a eles adicionado 1,0 ml da solução de hidróxido de sódio 2 M. A leitura foi feita em espectrofotômetro, a 420 nm.

### 2.1.4.6.3. Cálculo

O cálculo da quantidade de inibidor de tripsina é feito através de uma representação gráfica (Apêndice 1), onde as coordenadas são: leituras das absorbâncias de cada alíquota do extrato de soja e seus respectivos volumes. O gráfico mostra uma correlação inversa, representada por uma reta inclinada. Para a determinação da quantidade do inibidor de tripsina foi feito um prolongamento da reta até o eixo das abcissas. O ponto de intersecção expressa a quantidade do inibidor, contido em uma alíquota de amostra que se combina estequiometricamente com a tripsina padrão. A partir deste valor teórico de inibição foi feito o cálculo para um mililitro de amostra diluída. Este resultado foi multiplicado pela diluição da amostra.

A atividade do inibidor de tripsina foi expressa em mg de inibidor por grama de semente moída.

## 2.2. Experimento II - Avaliação da resposta animal

### 2.2.1. Animais experimentais

Foram utilizados quarenta e cinco leitões machos da raça Duroc Jersey, castrados, com peso variando de 11,6 a 32,8 kg e idade entre 57 a 80 dias. Estes animais tiveram origem em quatorze leitegadas que nasceram entre os dias 4 e 27 de agosto de 1981. Houve um período de adaptação de

dez dias, durante o qual os animais receberam a ração padrão de recria ( $T_1$ ).

Após o período de adaptação, foram pesados, individualmente, após jejum de 14 horas e os valores obtidos foram considerados como o peso inicial do período experimental (Apêndice 2).

Devido as diferenças de peso e idade entre os animais, foi feito bloqueamento, utilizando nove blocos com cinco animais por bloco. Dentro de cada bloco os animais foram sorteados para os tratamentos.

Os animais foram colocados em celas individuais, previamente sorteadas para os tratamentos.

#### 2.2.2. Tratamentos

Os tratamentos empregados foram:

$T_1$  - Ração padrão tanto na fase de recria como na de terminação, não contendo soja em grão.

$T_2$  - Ração com grão de soja tostado, como fonte proteica, tanto na fase de recria como na de terminação, ao nível de 12% da proteína total da ração.

$T_3$  - Ração com grão de soja tostado, como fonte proteica, tanto na fase de recria como na de terminação, ao nível de 24% da proteína total da ração.

$T_4$  - Ração com grão de soja tostado como fonte proteica, tanto na fase de recria como na de terminação, ao nível de 36% da proteína total da ração.



T<sub>5</sub> - Ração com grão de soja tostado, como fonte proteica, tanto na fase de recria como na de terminação, ao nível de 48% da proteína total da ração.

As fórmulas das rações empregadas encontram-se nos Apêndices 3 e 4. As rações foram misturadas na própria fábrica da Estação Experimental de Tupanciretã, e sua composição bromatológica foi determinada pelo método de Weende (Tabela 1).

### 2.2.3. Instalações

As instalações em que foi realizado o experimento constam de um pavilhão de alvenaria com telhado em duas águas coberto com telhas de barro. O sentido do comprimento é norte-sul.

O pavilhão possui 48 celas individuais, distribuídas igualmente ao longo de um corredor central com 1,5 m de largura e alinhadas no sentido do comprimento do pavilhão.

Cada cela mede 5,4 x 1,3 m com porta de acesso frontal. Há uma área abrigada de 4,26 m<sup>2</sup> pela própria cobertura do pavilhão e um solário com 2,76 m<sup>2</sup> de área. No interior da cela há um comedouro de cimento de 0,37 x 0,29 x 0,17 m. O bebedouro automático está localizado no solário. O escoamento dos dejetos é feito por uma canaleta externa, situada no final do caimento do solário.

TABELA 1. Análise bromatológica das rações empregadas, expressas como percentual na matéria seca.

Composição (%)	Tratamentos				
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
----- Fase inicial -----					
Matéria seca	89,10	89,07	89,03	89,61	89,77
Proteína bruta	15,55	15,43	15,35	15,07	15,16
Fibra bruta	3,15	3,52	3,23	3,62	3,00
Gordura bruta	3,50	3,79	4,32	4,79	4,85
Cinzas	4,39	3,98	4,07	3,68	4,13
Extrativos não nitrog.	62,51	62,35	62,06	62,45	62,63
N.D.T.*	74,72	74,91	75,90	76,67	77,35
E.D.* (Mcal/kg)	3,3	3,3	3,4	3,4	3,4
----- Fase de terminação -----					
Matéria seca	88,72	89,13	89,47	90,07	90,20
Proteína bruta	13,82	13,69	13,84	13,83	14,35
Fibra bruta	3,91	3,45	2,77	2,78	3,21
Gordura bruta	3,25	4,44	5,62	6,06	6,97
Cinzas	5,10	4,85	4,77	4,61	5,05
Extrativos não nitrog.	62,64	62,70	62,47	62,79	60,62
N.D.T.*	72,48	74,98	77,52	78,50	79,27
E.D.* (Mcal/kg)	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5

\* Valores calculados.

#### 2.2.4. Condução do experimento

##### 2.2.4.1. Arraçoamento

Os animais receberam a ração de recria até atingirem 60 kg de peso vivo, quando passaram a receber a ração de terminação do tratamento correspondente.

A ração foi fornecida, individualmente, pela manhã, às sete horas e a tarde, às 17 horas. As quantidades fornecidas diariamente a cada animal, foram estabelecidas de acordo com uma tabela para arraçoamento utilizada na Estação de Avaliação de Suínos de Santa Rosa (EASSR), segundo VIOLA (1977). A água foi dada à vontade. O consumo foi calculado semanalmente pela diferença entre o total de alimento oferecido e as sobras.

##### 2.2.4.2. Pesagens

Durante o período experimental, os animais foram pesados individualmente em intervalos de quatorze dias, às terças-feiras, pela manhã, após um jejum de quatorze horas, exceto ao se aproximarem dos 60 e 100 kg, quando foram pesados semanalmente.

##### 2.2.4.3. Medidas de desempenho dos animais

Foram medidos o ganho de peso a cada quatorze dias,

o consumo de ração semanal e o tempo, em dias, necessário para os animais alcançarem 60 e 100 kg, os quais limitaram as fases de recria e terminação, respectivamente.

Com os dados obtidos foi calculado o ganho médio diário nas fases de recria, terminação e total. Também, foi calculada a conversão alimentar nas fases de recria, terminação e total, sendo definida como a relação da quantidade de ração, em kg, consumida pelo animal para um aumento de 1 kg no seu peso vivo. Os arredondamentos foram realizados de acordo com as normas empregadas na EASSR (VIOLA, 1977).

#### 2.2.4.4. Coletas de sangue e preparo do soro para as dosagens

As coletas de sangue foram realizadas, pela manhã, com os animais em jejum de sólidos por 14 horas. Foram realizadas três coletas de sangue em intervalos mensais. Elas iniciaram em 03.11.81, sendo que a última, em muitos casos, coincidiu com a data do abate.

O sangue foi coletado, por punção venosa, na carótida, utilizando-se seringas de plástico de 10 cc, com agulhas descartáveis 40 x 12. A amostra obtida, foi colocada em tubos de vidro e foi tomado todo o cuidado para evitar hemólise.

As amostras de sangue, após centrifugação e acondicionamento adequado, foram refrigeradas a 4°C e mantidas a esta temperatura até o momento da análise.

#### 2.2.4.5. Análises bioquímicas

Foram determinadas, no soro dos animais, a atividade da fosfatase alcalina e a concentração de fosfatos inorgânicos. Na gordura das carcaças foi determinado o índice de iodo.

##### 2.2.4.5.1. Atividade da fosfatase alcalina no soro dos animais

A determinação da fosfatase alcalina no soro dos animais foi realizada pelo método colorimétrico de BESSEY et alii (1946), utilizando-se o "kit" da Merck (Merkotest 3304) e expressa em unidades Bessey.

As análises de fosfatase alcalina foram realizadas no mesmo dia em que as amostras de soro chegaram ao laboratório. O espaço de tempo transcorrido entre a coleta de sangue e a realização da análise foi, em média, de 36 horas.

##### 2.2.4.5.2. Fosfatos inorgânicos totais no soro dos animais

A determinação de fosfatos inorgânicos no soro dos animais experimentais foi realizada pelo método colorimétrico de GOMORI (1942), utilizando-se o "kit" da Merck (Merkotest 3331). Os resultados foram expressos em mg de fósforo por 100 ml de sangue.

Os soros para as dosagens de fosfatos inorgânicos foram tratados de maneira diferente, devido a dois detalhes técnicos: o primeiro refere-se à estabilidade dos fosfatos no soro, após a coleta, e o outro na utilização do sobrenadante que resulta da precipitação das proteínas com ácido tricloroacético 20%. Logo após a chegada ao laboratório, as amostras dos soros eram precipitadas com ácido tricloroacético 20%, centrifugadas e o sobrenadante guardado a 4°C para, no dia seguinte, serem feitas as análises.

#### 2.2.4.5.3. Determinação do índice de iodo na gordura do toicinho dos animais

Por ocasião do abate dos animais foi retirado um pedaço do toicinho da região do lombo, correspondente ao ponto de secção para a tomada de medida da área do lombo, conforme o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças - M. B.C.C. (1973). Este material foi conservado a menos de 17°C. Na véspera do dia da análise foi retirada uma porção do toicinho e colocada a 4°C dentro de um frasco de vidro com tampa. Por ocasião da análise, esta porção foi cortada, em fatias finas, e distribuídas em um cadinho de alumínio. O cadinho foi levado a uma estufa à vácuo, a 100°C, durante uma hora, após ao dessecador, durante 15 minutos.

Foi pesada 0,25 g da gordura fundida, diretamente em um frasco "pesa gordura" e transferida para um Erlenmeyer, com rolha esmerilhada, sendo empregados 20 ml de

clorofórmio. O restante do processo seguiu a técnica de Hübl (ABNT, 1961).

#### 2.2.4.6. Análise da carcaça

As medidas nas carcaças foram feitas de acordo com o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (1973) e que são os seguintes:

Rendimento de carcaças em %;

Comprimento da carcaça em cm;

Espessura do toicinho em cm (paleta);

Espessura do toicinho em cm (lombo);

Espessura do toicinho em cm (garupa);

Espessura média do toicinho em cm (média das anteriores);

Área de olho de lombo em  $\text{cm}^2$ ;

Relação carne/gordura;

Peso do pernil em kg;

Rendimento do pernil em %.

Medidas suplementares - por intermédio de operação com faca foram efetuadas nas carcaças, por separação física e pesagem, as seguintes medidas; total de carne, total de gordura e total de ossos; ainda pelo mesmo processo o total da carne do lombo e o total da carne do pernil.

Todas estas medidas foram expressas como percentual do peso da carcaça fria e realizadas no total da carcaça segundo MARTINS e LEBOUTE (1978). Para a análise estatística

estes dados foram transformados em arco seno, conforme STELL e TORRIE (1960).

#### 2.2.4.7. Delineamento experimental

Foi adotado o delineamento experimental de blocos completamente casualizados (MARKUS, 1971), usando-se cinco tratamentos e nove repetições por tratamento. A unidade experimental foi o animal.

Foram perdidas duas parcelas correspondentes a um animal do tratamento 1 e outro do tratamento 4, afastados do experimento por apresentarem dermatite que não responderam ao tratamento clínico. Por esta razão a análise de variância usada considerou número desigual de repetições por tratamento no cálculo dos graus de liberdade.



### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Experimento I

##### 3.1.1. Avaliação do tempo de tostagem no tostador piloto

##### 3.1.1.1. Determinação da concentração da urease e do inibidor de tripsina na semente de soja

A influência do tempo de tostagem, no tostador piloto, sobre a atividade da urease e do inibidor de tripsina, está representada na Figura 3.

A atividade da urease sofreu um decréscimo acentuado nos primeiros 15 minutos de tostagem. Nas mesmas condições, o inibidor de tripsina ofereceu uma resistência maior ao calor seco, como pode se observar pela inclinação da curva. A partir dos 30 minutos, a inativação da urease e do inibidor de tripsina diminuiu com a mesma intensidade e a partir dos 45 minutos aproximou-se assintoticamente do eixo das abcissas.

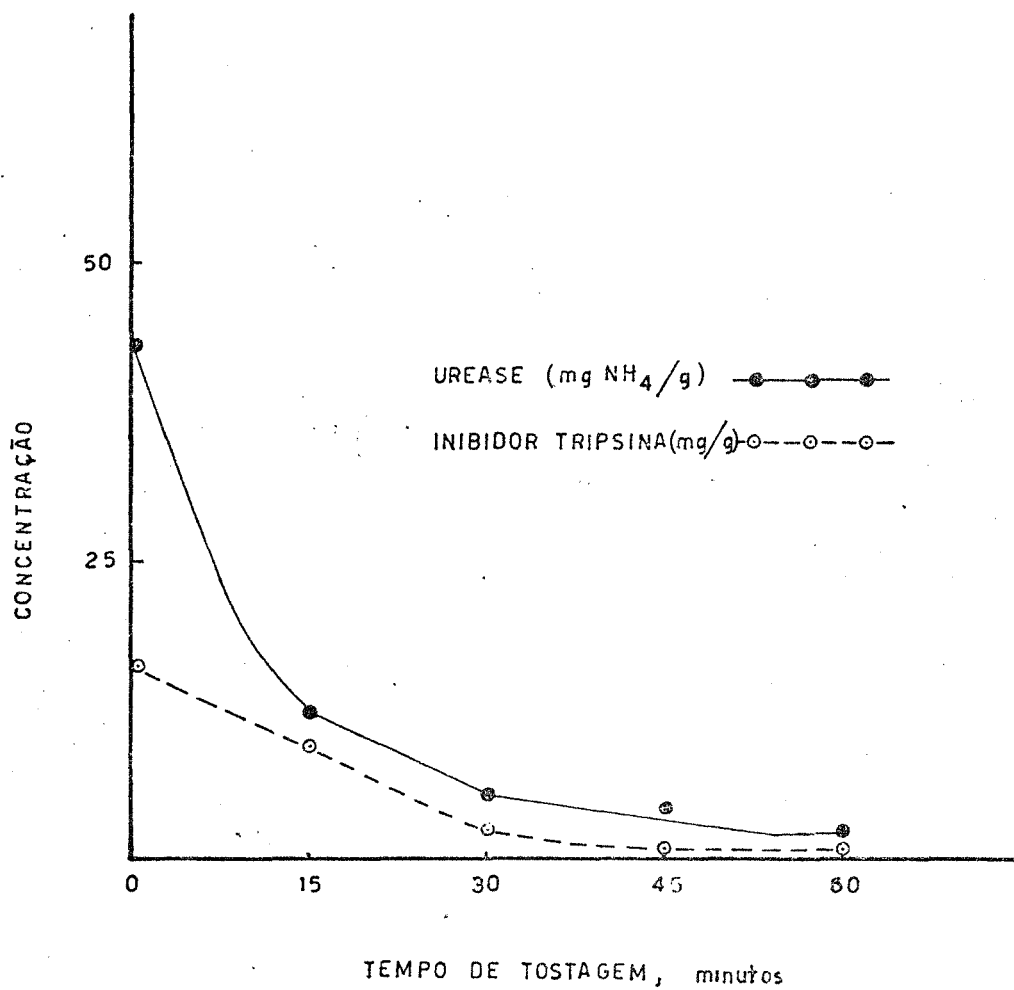


FIGURA 3. Atividade da urease e do inibidor de tripsina em diferentes tempos de tostagem.

3.1.1.2. Determinação da atividade hemoaglutinante nas sementes de soja cruas e nas tostadas durante 60 minutos

A atividade hemoaglutinante está representada na Figura 4.

Como mostra a Figura 3, aos 60 minutos de tostagem as atividades do inibidor de tripsina e da urease alcançaram os níveis mais baixos. Neste mesmo tempo de tostagem foi determinada a atividade hemoaglutinante.

Os resultados destas análises estão na Tabela 2.

TABELA 2. Avaliação da atividade hemoaglutinante nos extratos de soja crua e tostada.

Material	Diluição	Atividade hemoaglutinante
Extrato soja crua	1/2500	154 U.H./mg proteína
Extrato soja tost.	1/100	não foi observada aglutinação

U.H. = atividade hemoaglutinante

Observando estes dados, pode ser verificado que a atividade das hemoaglutininas no extrato de soja tostada deve ser, no mínimo, 25 vezes menor quando comparadas as diluições dos dois extratos.

A Figura 4 representa graficamente as absordâncias dos extratos em função das suas respectivas diluições. Ela mostra um aumento das absordâncias, em 620 nm, à medida que

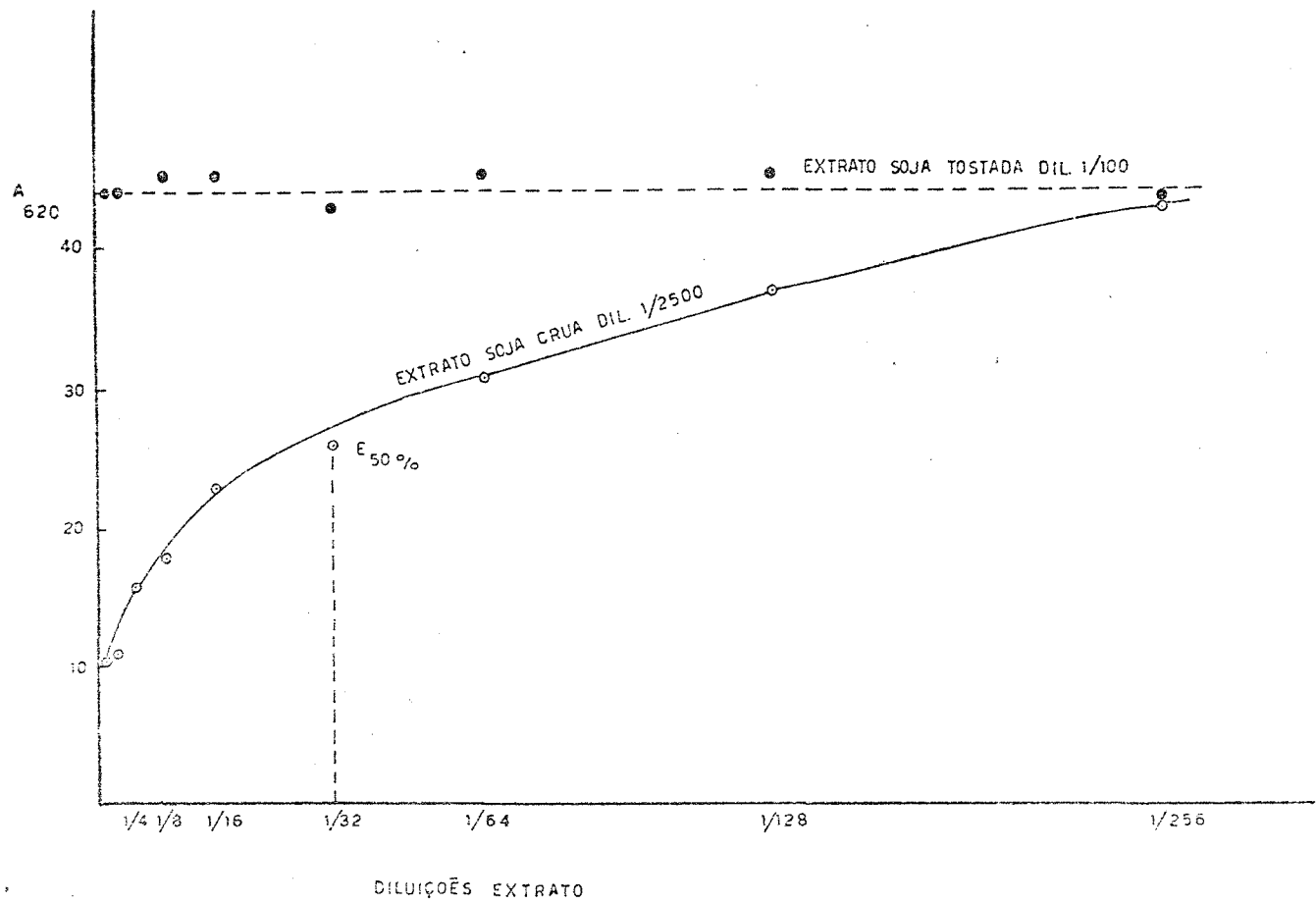


FIGURA 4. Curvas da atividade hemoaglutinante dos extratos de soja crua e tostada.

diminuiu a atividade das hemoaglutininas por diluição crescente dos extratos de soja crua. Nos extratos de soja tostada não ocorreu aglutinação e, conseqüentemente, não houve variação nas absordâncias.

### 3.1.2. Avaliação da tostagem no tostador a campo

Os testes realizados com o tostador piloto, para a inativação da urease e do inibidor de tripsina mostraram que, a partir dos 30 minutos, eles alcançaram inativações de 87,2% e 88,3% respectivamente, e aos 60 minutos atingiram níveis de 95% e 99%.

Considerando estes resultados, foi testado, no tostador a campo, os tempos de 45 e 60 minutos. Somente a atividade da urease foi avaliada, uma vez que a sua inativação foi equivalente a do inibidor de tripsina.

A Tabela 3 compara os valores da atividade da urease em extratos de sementes de soja tostadas no tostador piloto e no tostador a campo após 45 e 60 minutos de tostagem.

A observação dos dados mostra que a eficiência em inativar a urease das sementes de soja é equivalente nos dois tostadores.

TABELA 3. Comparação entre os valores da atividade da urease ( $\text{mg NH}_4/\text{g}^*$ ) nos extratos de soja tostada, durante 45 e 60 minutos, no tostador piloto e no tostador a campo.

Tratamento	Tostador piloto	Tostador a campo
Tostagem 45 min.	4,3	3,4
Tostagem 60 min.	2,2	1,9

\*g = grama de semente moída.

### 3.1.3. Influência da tostagem durante 60 minutos sobre as concentrações de proteína bruta e extrato etéreo das sementes de soja e no índice de iodo no óleo bruto extraído das sementes de soja

Os dados referentes à influência do tempo de tostagem de 60 minutos, no tostador piloto, sobre as concentrações de proteína bruta e extrato etéreo do material testado, podem ser observados na Tabela 4, juntamente com o índice de iodo no óleo extraído das sementes de soja cruas e tostadas.

TABELA 4. Concentração de proteína bruta e extrato etéreo nas sementes de soja cruas e tostadas expressas como percentual de matéria seca e índice de iodo do óleo extraído das sementes.

	% matéria seca	% proteína bruta	% extrato etereo	índice de iodo
Soja crua	88,8	39,9 $\pm$ 1,0	22,3 $\pm$ 1,2	116 $\pm$ 1,7
Soja tostada	95,1	41,4 $\pm$ 1,0	22,7 $\pm$ 1,3	117 $\pm$ 1,7

Os valores de proteína bruta e extrato etéreo não se alteraram quantitativamente e as diferenças observadas são atribuídas à variabilidade da própria técnica.

O índice de iodo do óleo contido nas sementes de soja também não sofreu alteração. Este dado mostra que, aparentemente, o estado de insaturação dos ácidos graxos existentes, na porção saponificável da gordura das sementes, não se modificou pelas condições de tostagem.

### 3.2. Experimento II

O experimento II que visou medir o desempenho produtivo de suínos arraçoados com grão de soja tostada foi avaliado pelos parâmetros zootécnicos: consumo de alimento, ganho médio diário de peso, conversão alimentar, idade para atingir 100 kg e características da carcaça produzida.

Ao iniciar a fase experimental os leitões provenientes de diversas leitegadas apresentaram pesos vivos que variaram de 16,2 - 40,0 kg e idades que variavam de 68 a 91 dias. Os pesos e idades iniciais são mostrados nos Apêndices 2 e 3 respectivamente. Como foi relatado no Material e Métodos, a distribuição em blocos resultou em maior uniformidade do peso e da idade entre os tratamentos. Os dados estão relacionados na Tabela 5.

TABELA 5. Peso (kg) e idade (dias) médias dos leitões por tratamento no início do experimento.

Tratamentos	Peso	Idade
1	24,2	82
2	23,7	76
3	23,1	80
4	24,6	81
5	24,1	81
Médias	23,9	80

### 3.2.1. Consumo de alimentos

Os dados individuais do consumo de alimentos, como oferecidos nas fases recria e terminação e o total do período experimental estão relacionados no Apêndice 6 e as médias por tratamento na Tabela 6.

TABELA 6. Média de consumo de ração, por tratamento, expressa em kg, durante a fase recria, de terminação e total do período experimental.

Tratamentos	Fase recria	Fase terminação	Total
1	99,1 a	137,6 a	236,8 a
2	101,9 a	135,2 a	237,1 a
3	103,9 a	137,5 a	241,4 a
4	97,1 a	136,4 a	233,7 a
5	101,5 a	132,9 a	233,6 a
Médias	100,7	135,9	236,5

Médias na mesma coluna, seguida pela mesma letra, não apresentam diferenças estatisticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ).



Pode ser observado, na Tabela 6, que os animais dos tratamentos 4 e 5, com maior quantidade de grão de soja tostada na ração, comeram em média 3,0 kg ã menos de alimento para atingir a fase de abate do que aqueles do tratamento 1, enquanto a média de ingestão dos animais do tratamento 3, que conteve soja em grão, representando 24% de proteína de soja da ração foi cerca de 5 kg superior ãquela dos animais do tratamento testemunha ( $T_1$ ). Porém estas diferenças não alcançaram nível de significância como pode ser observado no Apêndice 7, onde a análise da variância dos dados não mostra diferenças entre os tratamentos. Houve diferença altamente significativa ( $P \leq 0,01$ ) entre blocos, durante as fases de recria e terminação.

### 3.2.2. Ganho de peso e ganho médio diário

Os dados individuais do ganho de peso, na fase de recria e do ganho de peso total, durante o experimento, expressos em kg, estão relacionados no Apêndice 8. Pelo manejo habitual na produção de suínos para corte o ganho de peso na fase de terminação é fixa, e definida pelo tempo que leva o animal para atingir o peso de abate. No presente trabalho os animais passaram a receber ração de terminação ao atingirem 60 kg de peso vivo, portanto, o ganho pré-fixado para terminação foi de 40 kg.

Como pode ser observado, no Apêndice 8, a média geral de ganho de peso para a fase recria foi de  $36,1 \pm 0,55$  kg

e para o ganho total, durante o experimento foi de 76,1 ± 0,55 kg.

Apesar dos diferentes pesos individuais observados, no início do experimento, houve uma homogeneização, em relação ao peso dos animais, tanto na fase de recria como no período experimental total.

Em zootecnia, um dos parâmetros mais importantes sob o ponto de vista econômico é o ganho médio diário (g) dos animais para abate, por estar diretamente relacionado com a produtividade.

Os dados individuais do ganho de peso médio diário nas fases de recria e terminação e durante todo o período experimental estão relacionados no Apêndice 9 e as médias obtidas podem ser examinadas na Tabela 7.

TABELA 7. Médias, por tratamento, do ganho médio diário expresso em gramas, durante as fases de recria, de terminação e total do período experimental.

Tratamentos	Fase recria	Fase terminação	Total
1	712 a	868 a	789 a
2	679 a	857 a	768 a
3	681 a	857 a	769 a
4	721 a	857 a	789 a
5	673 a	881 a	777 a
Média geral	693	864	779

Médias na mesma coluna, seguida da mesma letra, não apresentam diferenças estatisticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ).

Como pode ser observado nesta tabela, o tratamento 4, com 14,8% de grão de soja na ração, teve o maior ganho médio diário na fase de recria e a diferença entre o valor mais alto e mais baixo (tratamento 5) foi de 48 g. Já na fase de terminação os animais do tratamento 5 ganharam mais que todos os outros. Considerando o ganho de peso médio diário de todo o período experimental, os tratamentos se equivaleram e a diferença média entre o maior e o menor valor alcançado foi de 21 g. A análise da variância (Apêndice 10) mostra que não houve efeito do tratamento sobre o ganho de peso médio diário tanto na fase de recria como na de terminação ou no período total. Porém houve efeito altamente significativo ( $P \leq 0,01$ ) para blocos na fase de recria.

### 3.2.3. Conversão alimentar

A conversão alimentar, convencionalmente, expressa como a relação entre a quantidade de ração consumida, durante um período de tempo e o ganho de peso vivo durante este mesmo período, é uma medida da eficiência produtiva das rações.

Os dados, por animal, estão relacionados no Apêndice 11 e as médias dos tratamentos na Tabela 8.

O tratamento com melhor conversão alimentar, tanto na fase de recria como na de terminação, foi o que não possuía grão de soja na ração ( $T_1$ ), embora a análise da variância dos dados (Apêndice 12) mostra que os tratamentos ou os

blocos não tiveram efeito estatisticamente significativo sobre este parâmetro.

TABELA 8. Médias por tratamento da conversão alimentar (kg alimento/kg de peso ganho) durante as fases recria, de terminação e período experimental total.

Tratamentos	Fase recria	Fase terminação	Total
1	2,4 a	3,0 a	3,7 a
2	2,8 a	3,4 a	3,2 a
3	2,8 a	3,4 a	3,1 a
4	2,7 a	3,4 a	3,1 a
5	2,9 a	3,3 a	3,1 a
Média geral	2,8	3,4	3,1

Médias na mesma coluna, seguida da mesma letra, não apresentam diferenças estatisticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ).

#### 3.2.4. Tempo para alcançar peso de abate

A duração, em dias, necessária aos animais para atingirem os 60 kg, correspondente à fase de recria, e aquela para alcançarem o peso de abate, está representada individualmente no Apêndice 13 e as médias por tratamento na Tabela 9. Também nesta Tabela pode ser verificado os dados médios de idade de abate calculados a partir das observações existentes no Apêndice 13.

TABELA 9. Duração média, por tratamento, das fases de recria, determinação e total do período experimental, expressos em dias.

Tratamentos	Fase recria	Fase terminação	Total
1	51	47	98
2	54	47	101
3	55	47	102
4	50	47	97
5	54	46	100
Média geral	53	47	100

### 3.2.5. Características das carcaças

A qualidade da carcaça foi avaliada pelas medidas indiretas de acordo com o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (ABCS, 1973) e pelas medidas diretas segundo MARTINS e LEBOUTE (1978).

Na Tabela 10 podem ser observados os valores médios por tratamento das medidas efetuadas de acordo com o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças e na Tabela 11 as correspondentes as medidas diretas. Os Apêndices 14 e 16 mostram os valores individuais correspondentes sem transformação de dados.

As diferenças apresentadas entre os tratamentos para a área de olho de lombo, espessura média do toicinho, relação carne/gordura, comprimento da carcaça, rendimento do

TABELA 10. Valores médios por tratamento das medidas efetuadas nas carcaças segundo o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças.

Tratamentos	Comprimento carcaça (cm)	Área olho lombo (cm <sup>2</sup> )	Espessura média toic. (cm)	Relação carne/gord. (%)	Rendim. pernil arco sen.
1	94,9 a	31,5 a	3,5 a	1,2 a	28,5 a
2	94,4 a	30,6 a	3,6 a	1,1 a	28,8 a
3	95,8 a	32,7 a	3,6 a	1,0 a	28,5 a
4	94,0 a	32,3 a	3,5 a	1,1 a	28,7 a
5	93,7 a	29,8 a	3,8 a	1,2 a	28,3 a
Médias	94,6	31,4	3,6	1,2	28,6

Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não apresentam diferenças estatisticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ).

TABELA 11. Médias por tratamento das medidas suplementares realizadas nas carcaças, expressas em arco seno.

Tratamentos	Total carne	Total gord.	Total ossos	Rendim. lombo	Carne pernil
1	43,9 a	36,5 a	24,0 a	12,1 a	23,7 a
2	44,6 a	36,0 a	23,7 a	11,8 a	23,9 a
3	44,1 a	36,7 a	23,5 a	11,8 a	23,7 a
4	44,2 a	36,3 a	23,7 a	12,1 a	23,8 a
5	43,0 a	38,0 a	23,2 a	11,5 a	23,2 a
Médias	44,0	36,7	23,6	11,8	23,7

Médias na mesma coluna, seguidas da mesma letra, não apresentam diferenças estatisticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ).

pernil avaliados pela análise da variância, não foram significativos (Apêndice 15), muito embora os animais do tratamento correspondente ao maior teor de grão de soja na ração T<sub>5</sub> tenham apresentado os menores valores dos cortes nobres: área de olho de lombo e rendimento do pernil bem como a maior espessura média do toicinho.

Como pode ser observado, o tratamento 5 apresentou o menor valor médio para percentagem de carne na carcaça e nos cortes nobres e ao mesmo tempo a maior percentagem de gordura na carcaça, porém nenhuma das diferenças numéricas apresentadas na Tabela 11 alcançou níveis de significância estatística, como mostra o Apêndice 17.

A qualidade industrial da gordura produzida nas carcaças foi avaliada pela determinação do índice de iodo na gordura do lombo expresso pelo número de gramas de iodo absorvidas por 100 g de gordura. Os dados, por animal são mostrados no Apêndice 18 e as médias, por tratamento, na Tabela 12.

Houve um aumento gradual no valor do índice de iodo, na gordura do lombo dos animais, à medida que aumentaram os níveis de soja tostada na ração.

A análise da variância (Apêndice 19) mostrou diferenças estatisticamente significativa ( $P \leq 0,05$ ) entre os tratamentos. Pela aplicação do teste de Duncan foi detectada a diferença entre as médias do tratamento T<sub>1</sub> e a dos dois últimos tratamentos (T<sub>4</sub> e T<sub>5</sub>) e também entre o tratamento T<sub>2</sub> e os dois últimos tratamentos. Porém não foi possível

distinguir diferenças significativas entre  $T_1$ ,  $T_2$  e  $T_3$ . Desse modo, níveis de substituição de farelo de soja por grão de soja correspondentes a valores de 36 % ou superior afetaram o grau de insaturação da gordura das carcaças.

TABELA 12. Valores médios, por tratamento, do índice de iodo (mg de  $I_2/100$  g) da gordura do lombo dos animais.

Tratamentos	% da proteína bruta como grão de soja	Índice de iodo
1	0	62,0 a
2	12	63,0 ab
3	24	66,0 abc
4	36	69,0 c
5	48	71,0 c

Médias na mesma coluna, seguida da mesma letra, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ).

### 3.2.6. Fosfatase alcalina e fosfatos inorgânicos totais no soro

Os resultados das dosagens de fosfatase alcalina, expressas em unidades Bessey-Lowry, e as de fosfato inorgânico, expressas em mg/100 ml de soro, encontram-se respectivamente nos Apêndices 21 e 22. Conforme descrito no material e métodos, foram realizadas 3 coletas, com intervalos aproximadamente de 4 semanas, a partir do dia 02.11.81, dia do início do experimento.

As médias de fosfatase alcalina para cada tratamento,



por coleta, encontram-se na Tabela 13.

Para a análise da variância usou-se um modelo para parcelas subdivididas (Apêndice 20) e foi detectada diferença significativa ( $P \leq 0,05$ ) para tratamentos, e altamente significativa ( $P \leq 0,01$ ) para blocos e coletas. Porém encontrou-se também interação altamente significativa ( $P \leq 0,01$ ) entre tratamento e coleta. Diante desta interação foram testadas as diferenças entre as médias dos tratamentos dentro de cada coleta através do teste de Duncan (AMS) e, o resultado da comparação entre as médias dos tratamentos não permitiu encontrar diferença entre elas para qualquer fase de coleta. Também as médias de cada tratamento, nos três períodos de coleta, foram comparadas entre si aplicando o teste de Duncan. Os resultados indicaram que os valores de fosfatase alcalina encontrados na segunda coleta, foram superiores aos da primeira e terceira, que não se distinguiram entre si, tendo apresentado uma tendência curvilínea no tempo.

As médias de dosagem de fosfatos inorgânicos totais no soro dos animais, por tratamento e por coleta, são mostrados na Tabela 14.

Os dados de fosfatos inorgânicos sofreram o mesmo tratamento estatístico dispensado à fosfatase alcalina. Houve diferença significativa entre tratamentos ( $P \leq 0,05$ ) e muito insignificante ( $P \leq 0,01$ ) entre períodos de coleta.

A análise da variância (Apêndice 20), em parcelas subdivididas, não mostrou interação tratamento x coleta,

permitindo uma comparação entre as médias gerais dos cinco tratamentos, bem como das médias gerais dentro de cada período de coleta.

TABELA 13. Valores médios por tratamento e por período de coleta de fosfatase alcalina no soro dos leitões (unidades Bessey-Lowry).

Coletas	Tratamentos					Média por coleta
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	
C <sub>1</sub>	6,0	6,5	6,3	6,9	6,4	6,4 b
C <sub>2</sub>	9,9	9,8	7,4	6,6	7,4	8,2 a
C <sub>3</sub>	5,1	5,6	4,9	5,3	5,5	5,3 b
Média	7,0	7,3	6,2	6,3	6,4	-

Médias na mesma linha, seguida pela mesma letra, não apresentam diferenças estatisticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ).

TABELA 14. Valores médios, por tratamento e período de coleta, de fosfatos inorgânicos totais no soro dos leitões, em mg/100 ml de soro.

Coletas	Tratamentos					Média por coleta
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	
C <sub>1</sub>	8,5	8,0	7,5	8,0	7,7	7,9 a
C <sub>2</sub>	7,8	7,6	7,5	7,7	7,5	7,6 b
C <sub>3</sub>	5,8	5,6	5,8	6,1	5,6	5,8 c
Média	7,4a	7,1b	6,9b	7,3ab	6,9b	-

Médias nas mesmas linhas e colunas, seguida da mesma letra, não apresentam diferenças significativas ( $P \leq 0,05$ ).

A comparação dos valores médios de fosfatos inorgânicos, nos cinco tratamentos, pelo teste de Duncan, mostrou que o tratamento  $T_1$  apresentou médias superiores aos tratamentos  $T_2$ ,  $T_3$  e  $T_5$ . O teste de Duncan mostrou que o efeito de coleta e período de coleta, se fizeram sentir e que os valores totais do fosfato no soro caiu da primeira à terceira coleta, para todos os tratamentos.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. Experimento I

A inativação do inibidor de tripsina e da urease na farinha de soja, quando esta é tratada pelo calor úmido, em diferentes condições de temperatura e tempo, foi investigada por BAKER e MUSTAKAS (1973). Eles verificaram que, nos minutos iniciais do tratamento térmico, o inibidor de tripsina é o que apresenta maior resistência e, que as curvas de inativação do inibidor de tripsina e da urease mostram um certo paralelismo. Prolongando-se o tempo de aquecimento, por uma ou duas horas, a inativação de ambos, foi igual.

ANTUNES (1974), estudando o comportamento de sementes de soja secas, tratadas pela água fervente, em tempos que variaram entre 5 a 30 minutos, verificou que a atividade de urease e do inibidor de tripsina caiu a níveis 30% mais baixos, quando comparados à atividade inicial, para atingir aos 25 minutos, valores de inativação de 100%.

A inativação do inibidor de tripsina da soja, cristalizado, utilizando o calor seco, a 100<sup>o</sup>C, durante intervalos de tempo de até 200 horas, mostrou ser pouco eficiente, quando comparada ao calor úmido (XAVIER FILHO, 1972). Para

este autor, a inativação do inibidor de tripsina, utilizando o calor seco, durante aquele intervalo de aquecimento, só reduziu a atividade do inibidor de tripsina para a metade. A sua inativação completa foi conseguida, em temperaturas de 200°C durante 10 minutos.

As condições de temperatura e tempo propostas neste trabalho, para a inativação do inibidor de tripsina, em sementes de soja, estão entre aquelas descritas por BAKER e MUSTAKAS (1973), para o calor úmido, e as descritas por XAVIER FILHO (1972), utilizando o calor seco, embora este último tenha trabalhado com o inibidor cristalizado. O mesmo autor (XAVIER FILHO, 1972) usando o calor seco verificou, através de determinação da atividade específica do inibidor, em função do tempo de aquecimento, os seguintes percentuais de inativação: ao fim de uma hora 10%; após 2,30 horas de 12,5%; após 50 horas 40% para, finalmente, cair a 50% depois de 200 horas. Os valores encontrados no presente trabalho (Figura 3) são muito maiores e a justificativa para este resultado pode ser a própria umidade das sementes de soja, que foi de 11,2% (Tabela 3), criando dentro do tostador uma atmosfera de vapor d'água aquecido. Isto foi observado principalmente no tostador a campo, onde uma carga de 20 kg de sementes conteve 2,24 kg de água.

A semelhança do comportamento entre as atividades da urease e do inibidor de tripsina, em sementes de soja tostadas, nas condições do tostador piloto, podem ser transportadas ao tostador a campo, uma vez que houve identidade, na

inativação da urease, entre ambos os tostadores (Tabela 2).

Como mostra a Tabela 2 e a Figura 4, a atividade hemoaglutinante foi reduzida, após tratamento térmico de 60 minutos, quando foi usado o tostador piloto. Embora esta avaliação não tenha sido feita no tostador a campo, os valores de urease da Tabela 3 mostram que existiu uma identidade de eficiência entre os dois tostadores. A análise simultânea do inibidor de tripsina e da urease nos extratos de sementes de soja tostados, em tempos diferentes, utilizando o tostador piloto, mostrou um grau semelhante de inativação a partir dos 30 minutos (Figura 3). Comparando os resultados da Tabela 3 com os da Figura 3, é possível inferir que o inibidor de tripsina, nas condições em que foi usado o tostador a campo, deverá estar inativado a partir dos 45 minutos. Também é possível presumir que o mesmo deverá acontecer com a atividade hemoaglutinante. Esta suposição é reforçada por LIENER (1981) que afirma "as lectinas (hemoaglutininas) da soja bem como os inibidores de tripsina são prontamente destruídos pelo calor úmido".

Embora JAFFÉ (1968) tenha afirmado que a tostagem é desnecessária, uma vez que as hemoaglutininas existentes na soja não são tóxicas, quando ingeridas e KAKADE et alii (1972), analisando 26 diferentes variedades comerciais de soja, verificaram que estas apresentaram uma ampla variação na atividade do inibidor de tripsina e na atividade hemoaglutinante neste trabalho, por uma medida de segurança, também foi dosada a atividade hemoaglutinante nos extratos de

sementes tostadas durante 60 minutos.

O uso do calor para inativar os fatores anti-nutricionais existentes nas sementes de soja, pode provocar a oxidação dos lipídios que constituem o óleo das sementes.

As substâncias mais suscetíveis à oxidação, entre os lipídios, são aquelas que apresentam ligas duplas na sua estrutura. No caso das sementes de soja o principal constituinte da fração lipídica é o ácido linolêico (18 : 2<sup>9, 12</sup>) que segundo WRIGHT (1981), constitui 59,6 % do óleo. O grau de insaturação pode ser avaliado através do índice de iodo.

Segundo NOTEVARP e SELLAEG (citado por ARTMAN, N. R., 1969) o valor do índice de iodo é usado na avaliação dos processos de auto-oxidação das gorduras, uma vez que as transformações destas ocorrem paralelamente às variações daquele índice.

A formação de dímeros e polímeros, por auto-oxidação é acompanhada por um decréscimo do número de ligas duplas e do aumento de ligas duplas conjugadas FUKUZUMI et alii, (citado por ARTMAN, N.R., 1969). A redução do número de ligas duplas e do aumento de ligas duplas conjugadas, em condições de auto-oxidação, seria responsável pela redução no índice de iodo. Também as ligas duplas conjugadas conferem ao composto formado uma energia de ressonância, que justificaria sua menor reatividade, inclusive com o próprio iodo.

Segundo FUGGER et alii (citado por ARTMAN, N.R., 1969) a formação de peróxidos, em temperaturas baixas, é a-

companhado por um decréscimo no valor do índice de iodo, o que é atribuído ao surgimento de peróxidos cíclicos e de polímeros.

A Tabela 4 mostra que o índice de iodo do óleo bruto, extraído das sementes de soja cruas e tostadas, não sofreu alterações. Com base nesses dados, seria pouco provável a oxidação dos constituintes lipídicos do óleo, apesar das condições existentes nos tostadores situarem-se entre a auto-oxidação e a oxidação térmica. Assim, pode ser excluída a possibilidade de formação de produtos tóxicos oriundos da degradação dos peróxidos.

A explicação para este resultado pode ser tanto a proteção oferecida pelo tegumento das sementes, desempenhando o papel de isolante térmico, como pela ação anti-oxidante das substâncias constituintes da própria semente, dentre elas os tocoferóis, os fosfolipídios.

Por outro lado, o grão de soja tostado pode ser mais fácil de conservar, uma vez que foi demonstrado por BAKER e MUSTAKAS (1973), que tanto as enzimas (lipoxidases e urease) como o inibidor de tripsina são igualmente inativados pelo tratamento a 74°C durante uma hora.

#### 4.2. Experimento II

Considerando o enfoque zootécnico moderno na criação de suínos, que é a produção de carne, os diversos parâmetros anteriormente citados: consumo de alimento, ganho



de peso médio diário, conversão alimentar e qualidade de carça, servem como instrumentos de avaliação da resposta produtiva dos animais quando submetidos a diferentes tratamentos.

Como ponto de partida de todos estes parâmetros, o peso, a idade inicial e o estado sanitário são fatores que influenciam o desenvolvimento futuro dos animais, assim como a habilidade genética que é estimada através dos testes de desempenho e progênie.

Analisando o peso e a idade inicial dos animais através dos Apêndices 2 e 5, vemos que existe uma ampla variação tanto no primeiro como na segunda. Este fato pode ser melhor constatado pelo desvio padrão de ambos, peso e idade, que está indicado nas tabelas de apêndice citadas anteriormente. Assim os pesos dentro de cada tratamento, que constituem as repetições, estão incluídos dentro de um desvio padrão de aproximadamente 7 kg, com exceção daqueles do  $T_1$  que é de aproximadamente 8 kg. Também, em relação à idade dos animais, existiu uma variação de aproximadamente 10 dias, com exceção para o  $T_3$  que foi de aproximadamente 7 dias.

Diante destes dados, o bloqueamento, para uma posterior análise estatística, foi necessário e nas próprias tabelas de apêndice anteriormente citadas (2 e 5), estão os dados dos desvios padrões dos blocos, que incluiu um animal de cada tratamento. Como pode ser observado, a heterogeneidade dos pesos foi bastante reduzida, embora alguns blocos

tenham conservado, ainda uma variação maior.

Com relação à idade, mesmo o bloqueamento, não conseguiu o efeito esperado.

Assim é possível que estas diferenças iniciais de peso e idade tenham tido alguma influência nos parâmetros avaliados no transcorrer do experimento.

De acordo com as exigências nutritivas dos leitões em crescimento, o período produtivo destes animais, que vai dos 30 aos 100 kg foi dividido, em duas etapas ou fases: recria e terminação.

A primeira foi compreendida entre 30 e 60 kg, onde o animal possui maiores exigências nutricionais, principalmente proteína, e cujos níveis na dieta deverão estar em torno de 16 % do peso total da ração.

A segunda iniciou quando os animais pesaram 60 kg e foi até 100 kg ou peso de abate, fase em que as exigências protéicas serão menores e cujos níveis na dieta é recomendado que fiquem em torno de 13 % do peso total da ração.

A partir destas colocações serão analisados o consumo de alimento, o ganho de peso médio diário, a conversão alimentar e a qualidade da carcaça dos animais experimentais.

#### 4.2.1. Consumo de alimento

O consumo de alimento, em cada fase, tem como finalidade e determinação da conversão alimentar, que do ponto de vista zootécnico e econômico é o dado mais importante

uma vez que avalia a eficiência do alimento pelo animal, através do aumento de peso corporal.

O manejo da alimentação seguiu as normas da estação de Avaliação de Suínos de Santa Rosa (EASSR) segundo MARTINS e LEBOUTE (1978) e permitiu o acesso do animal à quantidades pré-fixadas de ração.

Os dados de consumo total de alimento para atingir o peso de abate (Tabela 6) foram, em média, em todos os tratamentos, superiores em 9,5 % àqueles referidos por VIOLA (1977), em testes de progênie, com leitões da raça Landrace e com alimentação controlada, alcançando um total médio de 216 kg. É possível que esta diferença possa ser atribuída ao período experimental, que no trabalho de VIOLA (1977), estendeu-se dos 25 aos 95 kg de peso vivo.

Comparando os dados médios do presente trabalho com aqueles apresentados por MARTINS e LEBOUTE (1977), que também trabalharam com animais da raça Duroc, na época quente, eles foram em média 21 % superiores. Isto talvez seja devido ao maior tempo de que necessitaram os animais do presente experimento para alcançar 100 kg de peso que foi, cerca de 14 dias a mais.

SANTANA et alii (1978) descreveram o efeito da torrefação sobre o consumo de ração à base de raspa de mandioca integral. A ração contendo o ingrediente torrado foi menos consumida por suínos tanto na fase de recria como na de terminação.

Não foi observado diferença no consumo de ração,

entre os tratamentos, embora o nível energético das rações com maior proporção de grão de soja fosse mais alto, principalmente naquelas de terminação.

Por outro lado, as diferenças observadas, no consumo de alimentos entre blocos, durante as fases de crescimento e terminação, podem ser justificadas pelas diferenças existentes entre as idades com que os leitões entraram no experimento (Apêndice 5) e os seus pesos iniciais (Apêndice 2).

#### 4.2.2. Ganho de peso médio diário

Mesmo considerando que o ganho de peso médio diário não foi corrigido para a idade através da regressão, as médias por tratamento não apresentaram diferenças estatísticas significativas, indicando igualdade entre os tratamentos na sua capacidade de produzir aumento de peso nos leitões testados.

A diferença observada (Tabela 7) entre o valor mais alto e mais baixo, durante a fase inicial, que foi 48 g/dia, na fase de terminação foi reduzido à metade para estabilizar em 21 g/dia, considerando o período total do experimento.

A homogeneização se manifestou predominantemente na fase de terminação, quando diferenças entre as próprias médias foram reduzidas. Isto pode decorrer da padronização dos pesos iniciais da fase de terminação (60 kg) ou de um

possível ganho compensatório ao longo da fase de crescimento (30 a 60 kg).

O efeito de blocos observado na fase de crescimento pode ser explicado pelas diferenças existentes nos pesos individuais ao iniciar o experimento.

O ganho de peso médio diário para a raça Duroc, segundo a Associação Brasileira de Criadoras de Suínos (ABCS, 1973), em testes de progênie, é de 809 g com desvio padrão de 49 g para o total do período de teste (30 - 100 kg). Assim o valor de 779 g, média dos tratamentos conseguida neste experimento, está dentro do intervalo permitido.

JIMENEZ et alii (1963), trabalhando com suínos cruzados Yorkshire-Duroc alimentados com ração contendo milho/farelo de soja mais óleo de soja conseguiram ganho de peso médio diário de 785 g como média de 6 animais, distribuídos entre 4 machos e 2 fêmeas. Os resultados obtidos no presente trabalho foram semelhantes, mesmo utilizando grão de soja integral tostado. A observação e análise dos dados da tabela 7 indicam que na fase de terminação o ganho de peso médio diário nos diferentes tratamentos foi semelhante, embora tenha havido uma tendência para maior ganho para o tratamento 5 que correspondeu ao maior nível de substituição de farelo de soja por grão de soja tostado (48 % da proteína total da ração). Tal fato pode ser devido ao maior nível de energia da ração usada neste tratamento.

#### 4.2.3. Conversão alimentar

A conversão alimentar, como é definida, constitui-se no parâmetro mais importante de avaliação do crescimento sob o prisma econômico, embora sua determinação exija bastante rigor nas medidas de consumo de cada animal.

Houve uma maior eficiência dos animais nos tratamentos 4 e 5, com relação à conversão alimentar, embora o melhor desempenho tenha sido daqueles do tratamento 4, que conteve 36 % da proteína bruta da ração, constituído de soja tostada.

Comparando com a conversão alimentar mínima exigida para reprodutores suínos da raça Duroc, que é de 2,85, o valor médio 3,12 dos animais do tratamento 4 foi 7,7 % inferior, mas se iguala ao encontrado por VIOLA (1977) que foi de 3,08, em leitões da raça Landrace submetidos à alimentação controlada. JIMENEZ et alii (1963) encontrou no tratamento milho mais farelo de soja mais óleo de soja, uma conversão alimentar de 2,97, resultado este que se assemelha ao deste trabalho.

Estudando o efeito da torrefação sobre os ingredientes de ração de suínos, SANTANA et alii (1978) encontraram uma melhoria de 16 % na eficiência de rações contendo raspa de mandioca torrada, quando comparada com não torrada. COSTA et alii (1976) também encontraram maior eficiência nas rações que continham milho torrado comparada com milho sem tratamento térmico para leitões em fase de crescimento.

Ambos os trabalhos atribuíram a melhoria da eficiência a um efeito indireto por diminuição de consumo.

#### 4.2.4. Qualidade das carcaças produzidas

A análise da carcaça, em suínos, através de métodos indiretos e diretos se constitui em um indicador de sua composição nos tecidos ósseo, muscular e adiposo. Esta análise permite indicar a participação relativa destes tecidos naqueles cortes considerados mais nobres como: o lombo, o pernil e o carré.

As proporções entre o tecido adiposo e o muscular, na carcaça, são determinadas pela aptidão genética, pela alimentação e, também, pelo manejo. Exemplo deste último fator é a influência que a alimentação à vontade ou restrita exerce sobre estas proporções conforme conclusões de VIOLA (1976).

As medidas indiretas são aquelas recomendadas pelo MBCC (ABCS, 1973) e referidas na Tabela 10. Todas são utilizadas na avaliação de reprodutores para a obtenção de certificado, em testes de progênie.

Comparando os valores das medidas indiretas com os valores mínimos exigidos para efeito de certificação de reprodutores suínos da raça Duroc, foi verificado que entre estas a espessura média total do toicinho, relação carne/gordura e rendimento do pernil indicaram carcaças mais gordas e com menor rendimento em carne principalmente para os

animais do tratamento 5.

As medidas diretas obtidas por separação física relacionadas na Tabela 11, mostram que, embora o tratamento 5, no qual o percentual de substituição da proteína bruta, utilizando soja tostada, foi de 48 %, tenha fornecido os menores valores tanto para as medidas indiretas como para as medidas direta, as análises de variância referidas nos Apêndices 15 e 17 não mostraram diferenças significativas em qualquer nível.

#### 4.2.4.1. Grau de insaturação da gordura das carcaças

O grau de insaturação da gordura das carcaças foi medido através do índice de iodo da gordura do lombo.

Os dados da Tabela 12 mostram que o grau de insaturação da gordura da carcaça aumentou à medida que cresceu o percentual de substituição de proteína bruta da ração pelo grão de soja tostado.

Portanto, a adição do grão de soja na ração, em níveis de 36 % ou superior, de sua proteína bruta, resultou em uma significativa alteração no grau de insaturação da gordura das carcaças dos animais.

Comparando os valores encontrados no presente trabalho com aqueles referidos por JIMENEZ et alii (1963), pode se observar que os percentuais de aumento foram inferiores. Aquele autor empregou quatro tipos de dietas com a seguinte



composição: milho/farelo de soja na proporção de 75 e 21 % respectivamente; milho/farelo de soja mais óleo de soja em percentuais de 69, 22, 27 e 4,83 %; milho/soja extrudada integral em percentuais de 69 e 27,1 %; milho/soja crua integral em percentuais de 69 e 27,10 %. As dietas foram usadas na fase recria com 16 % de proteína bruta, e na fase de terminação com 13 % de proteína bruta. Ambas receberam 0,25 % de DL-metionina. Os valores do índice de iodo da gordura do lombo, para aqueles animais alimentados com as dietas contendo soja integral crua ou cozida, foram altamente significativos ( $P \leq 0,01$ ) em relação aqueles alimentados com milho/farelo de soja. O mesmo aconteceu adicionando óleo de soja à dieta contendo o farelo. O percentual de aumento, entre os índices de iodo extremos, foi de 26 % e o menor 16,4 %. No presente trabalho, além do nível de significância ter sido menor ( $P \leq 0,05$ ), os percentuais extremos foram de 14,9 e 11 % em relação ao valor básico.

Comparando os valores do índice de iodo referidos por JIMENEZ et alii (1963) com os obtidos neste experimento, pode se observar em primeiro lugar, uma diferença quantitativa nítida entre os dados extremos de 26 e 15 % e os dados intermediários 16,4 e 11 %.

Em segundo lugar o percentual de soja na ração utilizado por JIMENEZ et alii (1963) foi de 27 % comparado com os níveis máximos deste experimento, que foram de 14,8 e 19,7 %, os quais foram responsáveis pelos maiores índices de iodo.

Em terceiro lugar, houve também uma diferença na tecnologia empregada para a determinação do índice de iodo.

JIMENEZ et alii (1963) usou o método de Wijs, enquanto o de Hübl foi empregado neste experimento. SANTANA et alii (1978), usando o método de Hanus, publicaram valores médios de índice de iodo de 60,78 para a gordura da carcaça de suínos alimentados com rações à base de milho e farelo de soja, portanto inferiores aos valores encontrados, no presente trabalho, para ração semelhante usada no tratamento 1.

#### 4.2.5. Fosfatase alcalina e fosfatos inorgânicos totais

É aceito que as variações da fosfatase alcalina guardam relação com as alterações na atividade osteoblástica. ZATTI (1970) relata que os valores normais encontram-se aumentados em várias condições de patologia óssea relacionada com o metabolismo do cálcio, entre elas, a osteomalácia ou raquitismo por avitaminose D, enquanto seus valores estão diminuídos em desnutrição grave e no escorbuto, além de outras patologias endócrinas.

As dosagens visaram detectar alguma possível alteração metabolismo ósseo dos animais por efeito da adição de grão de soja tostado à ração, uma vez que tem sido relatado efeitos raquitogênicos tanto em animais domésticos (CARLSON et alii, 1964; MILLER et alii, 1965; JENSEN e MRAZ, 1966; HENDRICKS et alii, 1969; REINHARD et alii, 1976; e HILMAN

et alii, 1979) como em humanos (HILMAN et alii, 1979), por consumo de produtos crus (CARLSON et alii, 1964; MILLER et alii, 1965; JENSEN e MRAZ, 1966; HENDRICKS et alii, 1969; REINHARD et alii, 1976; e HILMAN et alii, 1979) como em humanos (HILMAN et alii, 1979), por consumo de produtos crus (CARLSON et alii, 1964; COMBS et alii, 1967) e processados (JENSEN e MRAZ, 1966; HENDRICKS et alii, 1969 e 1970; REINHARD et alii, 1976).

No presente trabalho não foi encontrado efeito na atividade da fosfatase alcalina naqueles animais que receberam níveis crescentes de grão de soja tostado nas rações, quando comparados com os animais que receberam a dieta padrão com farelo de soja (Tabela 13). Por outro lado, foi encontrado diferenças nos níveis de fosfatase alcalina entre tempos de coleta (Tabela 13). Segundo KACHMAR (1970), considerando os dados relativos ao processo de crescimento ósseo, na infância, em se tratando de humanos, há um aumento na atividade da fosfatase alcalina durante os primeiros anos de vida com valores entre 2,2 e 6,7 unidades Bessey, para após cair a 1,5 e 4,5 unidades e subir a níveis entre 1,7 e 6,5 na puberdade.

Os valores da primeira e última coleta estão dentro da faixa indicada por KACHMAR (1970). A última coleta praticamente coincidiu com a idade de abate, que foi em média de 181 dias. Nesta idade, os leitões, quando não castrados já se encontram na puberdade.

Não foi encontrada justificativa fisiológica para os

resultados da segunda coleta, aos quais poderiam ser atribuídos erros de coleta ou de conservação do material.

HENDRICKS et alii (1969) estudaram o efeito da adição de proteína isolada de soja sobre os níveis de fosfatase alcalina em leitões até 5 semanas de idade. Os autores encontravam valores médios em torno de 8 unidades Bessey Lowry para aqueles alimentados com ração contendo 16 % de proteína bruta. Segundo os mesmos autores, o aumento nos níveis de proteína isolada de soja na dieta de leitões, em crescimento, provocou um aumento na atividade da fosfatase alcalina sanguínea destes animais.

REINHARD et alii (1976) chegaram a resultados semelhantes com leitões, em fase inicial, quando estes receberam rações à base de farelo de soja industrial com 18 e 22 % de proteína bruta. Os autores também observaram uma redução nestes valores à medida que os animais se tornaram mais velhos, embora aqueles alimentados com rações contendo 22 % de proteína bruta, os níveis de fosfatase alcalina no soro permanecessem elevados.

O possível efeito do nível de proteína na dieta sobre a fosfatase alcalina, não poderia ser medido nas condições do presente trabalho, pois todas as rações de recria tinham aproximadamente 16 % de proteína bruta e as terminação aproximadamente 13 %.

Há também uma relação entre fosfatemia diminuída e avitaminose D (ZATTI, 1970). No presente trabalho foi encontrada diferença nos fosfatos séricos entre os

tratamentos sem o grão de soja tostado e aqueles em que a soja apresentava 12, 24, 36 e 48 % da proteína da ração (Tabela 14). Esta diferença média foi de 0,3 para os dois primeiros tratamentos e de 0,5 mg/100 ml entre o primeiro, o terceiro e quinto tratamento. Porém a diferença média observada entre coletas foi aumentado da primeira para a segunda e para a terceira, atingindo 2,1 mg/100 ml entre a primeira e a terceira coleta.

Segundo ZATTI (1970), entre humanos observam-se valores maiores de 1,3 a 2,4 vezes nas crianças em relação aos adultos. A queda do nível de fosfatos observada pode ser fisiológica devida ao processo de desenvolvimento dos leitões.

Os níveis de fosfato encontrado na primeira coleta são coerentes com os dados de REINHARD et alii (1976), os quais encontraram para leitões na fase inicial de crescimento, e que receberam dietas contendo níveis de proteína bruta de 14 a 18 %, valores de fosfatos entre 8,8 e 8,5 mg/100 ml, respectivamente.

A diferença observada entre as médias nos tratamentos, no presente trabalho, não representa nenhuma observação bioquímica importante, diante das variações devidas a época de coleta.

Por outro lado sabe-se (HAFEZ e DYER, 1972) que é durante as primeiras 12 semanas de vida do suíno, que ocorre o máximo desenvolvimento dos tecidos ósseo e muscular. Como os animais neste experimento iniciaram com uma idade, em torno de 12 semanas, a fase crítica já teria passado e

difícilmente com os parâmetros de medida empregados, seria possível detectar alterações do metabolismo ósseo dos animais. Para atingir este objetivo deveria ser empregado suí nos na fase pré-desmame e usar metodologia que envolvesse radiografia e histologia.

## 5. CONCLUSÕES

Pelos dados obtidos nas condições deste experimento, pode-se concluir que:

- A tostagem de grãos de soja a campo, usando 20 kg de sementes dentro de um tambor rotativo sobre brasas de lenha durante 60 minutos é eficiente para destruir os fatores antinutricionais: inibidores da tripsina e hemoaglutininas.

- Esta tostagem também destrói a atividade ureásica do grão de soja.

- A tostagem não modifica a percentagem de proteína bruta ou extrato etéreo, expressas na matéria seca, nem altera o índice do iodo do óleo.

- O uso do grão de soja tratado na ração de porcos criados para abate, até o nível de 48% da proteína da ração, não afeta o consumo de alimento, o ganho médio diário e a conversão alimentar.

- A qualidade das carcaças produzidas, avaliadas pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaças ou pela separação física total não é alterada por qualquer dos níveis de adição de grão de soja tostado à ração.

- Níveis de adição de grão de soja tostado correspondentes a 36% ou superior da proteína bruta da ração re

sultou em maior insaturação da gordura da carcaça.

- Os níveis de fosfatase alcalina e fosfato inorgânico no soro dos animais não sofreram alteração.



## 6. BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALBRECHT, W.J. et alii. 1966. Rate studies on atmospheric steaming and immersion cooking of soybeans. *Cereal Chem.*, 43:400-7.
- ANTUNES, P.L. 1974. *Algumas propriedades físico-químicas e nutricionais das proteínas de soja*. Campinas, Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da UEC. 86f. Tese de Mestrado.
- ARTMANN, N.R. 1969. The chemical and biological properties of heated and oxidized fats. *Adv. Lipid. Res.*, 7: 245-330.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. 1973. *Método brasileiro de classificação de carcaças*. Estrela, s.ed., 16p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 1961. Óleos e gorduras vegetais, determinação do índice de iodo: MB-77, 1945. In: \_\_\_\_\_. *Ensaio de óleos e gorduras vegetais*. Rio de Janeiro, p.6-8.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1980. *Official methods of analysis*. 13 ed. Washington, AOAC, p.205. ref.13-302.
- BAKER, E.C. & MUSTAKAS, G.C. 1973. Heat inactivation of trypsin inhibitor, lipoxygenase and urease in soybeans: effect of acid and base additives. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, 50:137-41.
- BAKER, D.H. & EASTER, R.A. 1976. Soy protein as a source of amino acids for nonruminant animals. In: HILL, L.D. ed. *World soybean research*. Danville, The Interstate Printer. p.969-76.
- BESSEY, O.A.; LOWRY, O.H. & BROCK, M.J. 1946. A method for the rapid determination of alkaline phosphatase with five cubic milliliters of serum. *J. Biol. Chem.*, 164:321-9.

- CARLSON, C.W. et alii. 1964. Anti-rachitic effects of soybean preparations for Turkey Poults. *J. Nutr.*, 82: 366-70, mar.
- CHERNICK, S.S. et alii. 1948. Dietary factor regulating the enzyme content of pancreas: changes induced in size and proteolytic activity of the chick pancreas by the ingestion of raw soybean meal. *Am. J. Physiol.*, 155:33-41.
- COATES, M.E. et alii. 1970. A comparison of the effects of raw and heated soybean meal in diets for germ-free and conventional chicks. *Br. J. Nutr.*, 24:213-25.
- COMBS, G.E. et alii. 1967. Effect of raw and heated soybeans on grain, nutrient digestibility, plasma amino acids and other blood constituents of growing swine. *J. Am. Sci.*, 26:1067-71.
- CONCI, V.A. & LEBOUTE, E.M. 1978. Suplementação com silagem de raiz de mandioca (*Manihot utilissima*, Pohl) nas fases de recria e terminação de suínos. *Anu. Téc. do Inst. de Pesq. Zootécnicas Francisco Osório*, Porto Alegre, 5: 1023-95, dez.
- COSTA, O.M.A. et alii. 1976. The effects of roasting and roasting temperature on the nutritive value of corn for swine. *J. Anim. Sci.*, 42(2):365-74.
- CRAMPTON, E.W. & HARRIS, I.E. 1969. Applied animal nutrition. In: *The use of feedstuffs in the formulation of livestock rations*. 2.ed., San Francisco, W.H. Freeman, Cap.12, p.258-73.
- FAULKNER, W.R. & WING, J.W. 1970. Renal function tests. In: TIETZ, N.W., ed. *Fundamental of Clinical Chemistry*. Philadelphia, W.B. Saunders, p.698-742.
- GARLICH, J.D. & NESHEIM, M.C. 1966. Relationship of soybeans and a crystalline soybean trypsin inhibitor to the effects of feeding unheated soybean meal to chicks. *J. Nutr.*, 88: 100-10.
- GOMES, F.P. 1970. *Curso de estatística experimental*. 4.ed. Piracicaba, Nobel. 430p.
- GOMORI, G. 1942. A modification of colorimetric determination of phosphorus adapted for photoelectric colorimeter. *J. Lab. Clin. Med.*, 27: 955-60.
- HAFFEZ, E.S.E. & DYER, I.A. 1972. *Desarrollo y nutrición animal*. Zaragoza, Acribia. 472p.

- HAMERSTRAND, G.E. et alii. 1981. Trypsin inhibitors in soy products: modification of the standard analytical procedure. *Cereal Chem.*, 58(1):42-5.
- HANKE, H.E. et alii. 1972. Influence of source of soybean protein and of pelleting, on rate of gain and gain/feed of growing swine. *J. An. Sci.*, 35:958-62.
- HENDRICKS, G. et alii. Effect of level of soybean protein and ergocalciferol on mineral utilization by the baby pig. *J. An. Sci.*, 28:342-8.
- \_\_\_\_\_. 1970. Effect of source and level of protein on mineral utilization by the baby pig. *J. Nutr.*, 100:235-40.
- HILMAN, L.S. et alii. 1979. Osteopenia, hypocalcemia and low 25-hydroxi vitamin serum concentration with use of soy formula. *Pediatr. Res.*, 13(4):400, apr.
- JACOBS, M.B. 1951. *The chemical analysis of foods and food products*. 2.ed. Toronto, D. Van Nostrand, p.32-34.
- JAFFÉ, G. 1968. Factores tóxicos en leguminosas. *Arch. Latinoam. Nutr.*, Caracas. Separata de *Arch. Venez. Nutr.*, Caracas, 18(3):206-18, sept. 1968.
- JENSEN, L.S. & MRAZ, F.R. 1966. Rachitogenic activity of isolated soy protein for chicks. *J. Nutr.*, 88:249-53, feb.
- \_\_\_\_\_. 1966. Effect of chelating agents and high levels of calcium and phosphorus on bone calcification in chicks fed isolated soy protein. *J. Nutr.*, 89:471-6, aug.
- JIMENES, A.A. et alii. 1963. Raw and heat-treated soybeans for growing finishing swine, and their effect on fat firmness. *J. An. Sci.*, 22: 471-5.
- KACHMAR, J.F. 1970. Enzymes. In: TIETZ, N.W., ed. *Fundamentals of Clinical Chemistry*. Philadelphia, W.B. Saunders. p.362-473.
- KAKADE, M.L. et alii. 1972. Biochemical and nutritional assesment of different varieties of soybeans. *J. Agr. Food Chem.*, 20(1):87-90.
- KINSELLA, J.E. 1979. Functional properties of soy proteins. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56:242-57, mar.
- KUNITZ, M. 1947. Crystalline soybean trypsin inhibitor. *J. Gen. Physiol.*, 38:291-310.

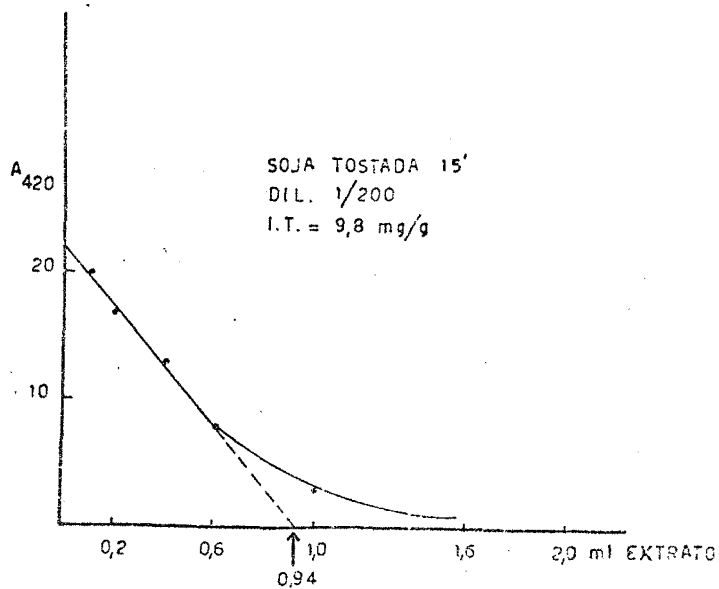
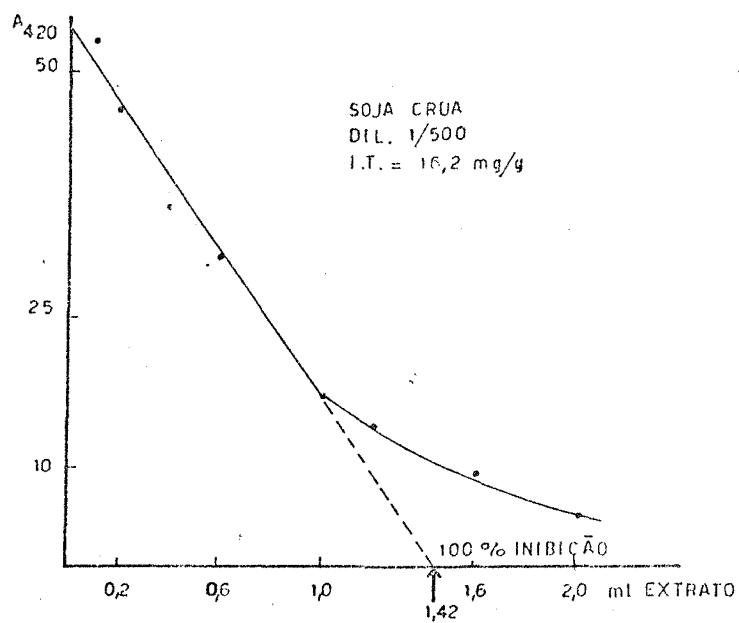
- LIENER, I.E. 1955. The photometric determination of the hemagglutinating activity of soy and crude soybean extracts. *Ach. Biochem. Biophys.*, 54(1):223-31.
- \_\_\_\_\_. 1962. Toxic factors in edible legumes and their elimination. *Am. J. Clin. Nutr.*, 11: 281-98, oct.
- \_\_\_\_\_. 1972. Nutritional value of food protein products. In: SMITH, A.K. & CIRCLE, S.J., ed. *Soybeans: chemistry and technology*. Westport, AVI, v.1. p.203-77.
- \_\_\_\_\_. 1979. Significance for humans of biologically active factors in soybeans and other food legumes. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56:121-9, mar.
- \_\_\_\_\_. 1980. Protease inhibitors. In: *Toxic constituents of plant foodstuffs*. 2.ed., New York, Academic Press, Cap.2, p.7-71.
- \_\_\_\_\_. 1981. Factors affecting the nutritional quality of soya products. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 58(3):406-15, mar.
- MARKUS, R. 1971. *Elementos de estatística aplicada*. Porto Alegre, Fac. de Agron. da UFRGS. 329p.
- MARTINS, E.S. & LEBOUTE, E. 1978. Efeito da temperatura do ar sobre as características produtivas e de carcaça em suínos Duroc testados na Estação de Avaliação de Suínos de Santa Rosa, RS. *Anu. Têcn. do Inst., de Pesq. Zootécnicas Francisco Osório*, Porto Alegre, 5(1):485-589, ago.
- MILLER, E.R. et alii. 1965. Comparisons of casein and soy protein upon mineral balance and vitamin D2 requirement of baby pig. *J. Nutr.*, 85:347-53.
- NITSAN, Z. & BONDI, A. 1965. Comparison of nutritional effects induced in chicks, rats and mice by raw soya-been meal. *Brit. J. Nutr.*, 19:177-87.
- OSBORNE, T.B. & MENDEL, L.B. 1917. The use of soybean as food. *J. Biol. Chem.*, 32:369.
- PERKINS, E.G. 1960. Nutritional and chemical changes occurring in heated fats: a review. *Food Technol.*, 14: 508-14.
- RACKIS, J.J. 1965. Physiological properties of soybean trypsin inhibitors and their relationship to pancreatic hypertrophy and growth inhibition of rats. *Federation Proc.*, 24:1488-93.

- RACKIS, J.J. 1974. Biological and physiological factors in soybeans. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 51:161-74.
- REINHARD, M.K. et alii. 1976. Effect of increasing dietary protein level, calcium and phosphorus on feedlot performance, bone mineralization and serum mineral values with growing swine. *J. An. Sci.*, 43(4):770-80.
- RUSCHEL, M.A. 1979. *Estudo comparativo de inibidores de quimiotripsina em três cultivares de Vigna Sinensis (L.) SAVI*. Ceará, Univ. Fed. do Ceará. 67p. Dissertação de Mestrado.
- SANTANA, J.C.R. et alii. 1978. Raspa de mandioca processada pelo calor seco (torragem) na alimentação de suínos. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, 7(1):53-78.
- STAKEY, P.M. 1977. Elastase and cathepsin G, the serine proteinases of human neutrophil leucocytes and spleen. In: BARRET, A.J., ed. *Proteinases in mammalian cells and tissues*. Amsterdam, North-Holland. Cap.1, Appendix p.82-3.
- STEEL, R.D. & TORRIE, J.H. 1960. *Principles and procedures of statistics*. New York, McGraw-Hill. 481p.
- SUMNER, J.B. 1955. Urease. In: COLOWICK, S.P. & KAPLAN, N.O. eds. *Methods in enzymology*. New York, Academic Press. Cap.51, p.379.
- TSEN, Y.J. et alii. 1977. Effect of dietary raw soybean and soybean trypsin inhibitor on trypsin and chymotrypsin activities in the pancreas and in small intestinal juice of growing swine. *J. Nutr.*, 107(1): 156-64.
- U.S.A. 1973. National Research Council. Subcommittee on Swine Nutrition. *Nutrient requirements of swine*, 7.ed. Washington, National Academy of Sciences. 56p. (Nutrient requirement of domestic animals, 2).
- VIOLA, E.A. 1977. Comparação entre o arraçoamento à venda de no desempenho de suínos submetidos a testes de avaliação. *Anu. Téc. do Inst. de Pesq. Zootécnicas Francisco Osório*, Porto Alegre, 4:97-200, jul.
- XAVIER FILHO, J. 1972. Ação do calor sobre o inibidor x triptico de soja no estado sólido. In: INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA. Efeito do calor sobre proteínas no estado sólido. s.l, Imprensa Nacional, p.3-49.
- WRIGHT, K.N. 1981. Soybean meal processing and quality control. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 58(3):294-300, mar.

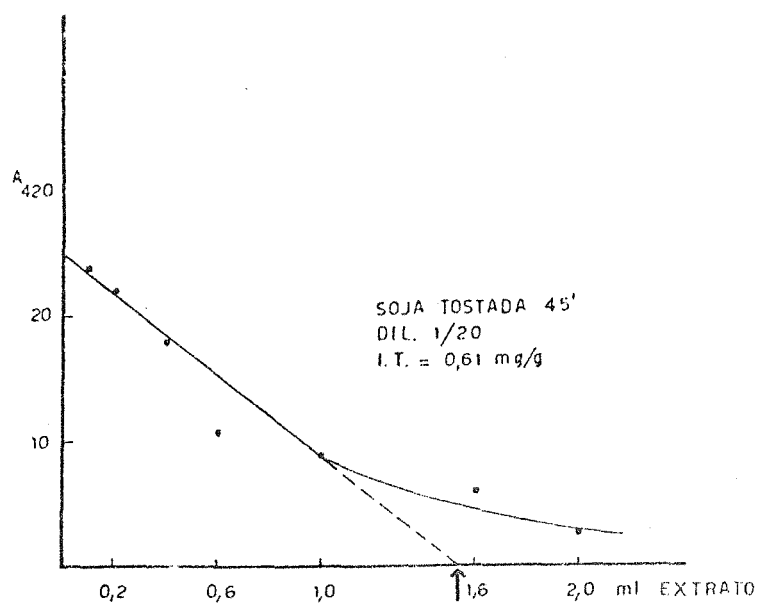
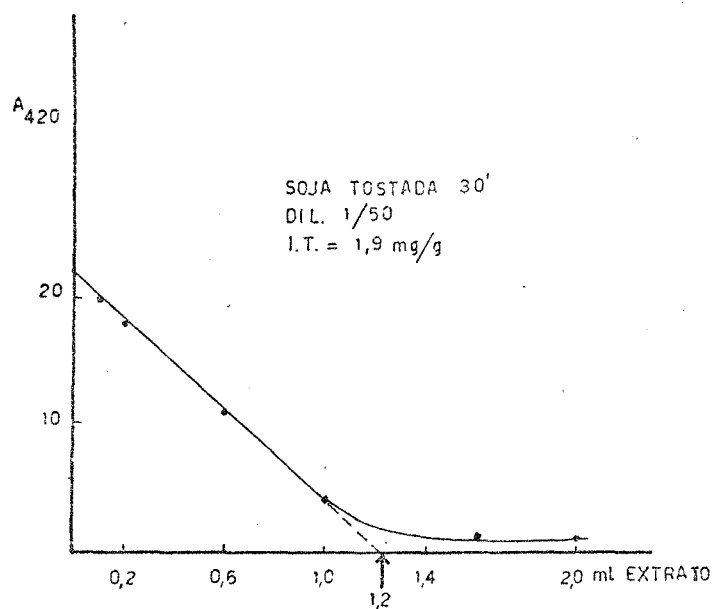
YANNAI, S. 1980. Toxic factors induced by processing. In:  
LIENER, I.E. Ed. *Toxic constituents of plant foodstuffs*.  
New York, Academic Press. Cap.12, p.371-427.

ZATTI, M. 1970. *Interpretaciones químicoclinicas*. Barce-  
lona, Eco. 225p.

APÊNDICE 1. Representação gráfica para o cálculo do inibidor de tripsina.

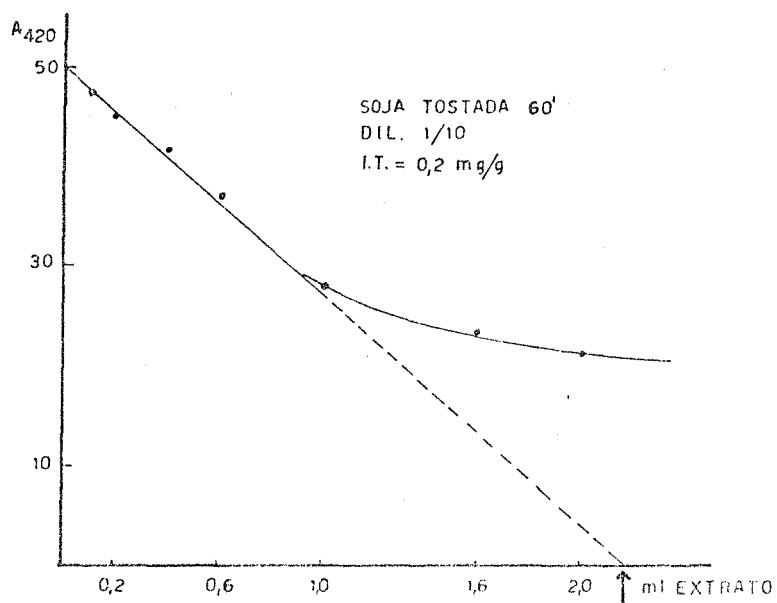


## APÊNDICE 1. Continuação.





## APÊNDICE 1. Continuação.



APÊNDICE 2. Pesos individuais dos leitões no início do experimento, expresso em kg.

Blocos	Repetições	Tratamentos					s
		1	2	3	4	5	
1		23,0	24,8	22,2	24,6	23,6	1,09
2		16,4	16,2	16,2	16,2	18,0	0,99
3		16,2	17,0	17,0	17,2	17,8	0,58
4		18,8	19,0	19,0	- *	20,4	0,95
5		32,0	32,8	33,8	31,8	35,4	1,45
6		26,6	26,0	26,2	30,2	27,4	1,72
7		20,6	20,8	20,0	21,2	20,6	0,43
8		40,0	36,0	33,6	33,2	34,0	2,81
9		- *	21,0	19,6	22,6	20,0	1,34
s		8,32	6,89	6,70	6,74	6,68	
$\bar{x}$		24,2	23,7	23,1	24,6	24,1	

\*(-) parcelas perdidas

APÊNDICE 4. Rações usadas nos cinco tratamentos, na fase recria do experimento, contendo 15% de proteína bruta.

Alimentos	Tratamentos				
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
Milho	60,0	55,0	50,0	41,2	37,7
Sorgo	18,6	22,8	26,9	35,0	37,7
Farelo de soja	16,5	12,4	8,3	4,1	-
Soja (grão)	-	4,9	9,9	14,8	19,7
Farinha de carne	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
Farinha de ossos	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Sal mineral	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Pré-Mix	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
	100	100	100	100	100

APÊNDICE 5. Rações usadas nos cinco tratamentos, na fase de terminação do experimento, contendo 13% de proteína bruta.

Alimentos	Tratamentos				
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
Milho	62,0	56,0	54,5	53,0	50,0
Sorgo	20,0	19,0	20,0	21,1	22,0
Farelo de arroz	-	6,4	6,2	6,0	7,3
Farelo de soja	14,2	10,6	7,1	3,5	-
Soja (grão)	-	4,2	8,4	12,6	16,9
Farelo de alfafa	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Farinha de carne	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
Farinha de ostra	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Sal mineral	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Pré-Mix	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
	100	100	100	100	100

APÊNDICE 3. Idade individual dos leitões no início do experimento, expressa em dias.

Blocos	Repetições	Tratamentos					s
		1	2	3	4	5	
1		85	70	76	76	89	7,7
2		68	68	75	69	68	3,0
3		69	70	76	68	67	3,5
4		85	68	85	- *	76	8,2
5		91	89	91	87	87	2,0
6		91	87	80	91	91	4,8
7		74	76	68	74	89	7,8
8		91	89	89	91	91	1,1
9		- *	68	80	91	75	9,7
s		9,92	9,57	7,31	10,16	9,93	
$\bar{x}$		82	76	80	81	81	

\*(-) parcelas perdidas

APÊNDICE 6. Consumo de ração, como oferecida durante as fases de recria, terminação e total, expressa em kg.

Repetição	Tratamentos														
	T <sub>1</sub>			T <sub>2</sub>			T <sub>3</sub>			T <sub>4</sub>			T <sub>5</sub>		
	Consumo recria	Consumo terminação	Consumo total	Consumo recria	Consumo terminação	Consumo total	Consumo recria	Consumo terminação	Consumo total	Consumo recria	Consumo terminação	Consumo total	Consumo recria	Consumo terminação	Consumo total
1	91,5	142,2	233,7	90,3	125,2	215,5	98,7	132,4	231,1	85,2	154,6	239,8	101,4	140,1	241,5
2	116,2	156,4	272,6	122,8	127,8	250,6	113,6	124,7	239,3	130,4	123,8	254,2	116,8	134,6	251,4
3	127,3	128,7	256,0	126,5	133,8	260,3	125,6	140,3	265,9	120,3	135,2	255,5	105,4	122,6	228,0
4	113,5	133,9	247,4	114,7	134,7	249,4	111,3	138,1	249,4	110,0*	138,0*	248,0*	105,0	126,2	231,2
5	78,2	127,4	205,6	76,8	146,9	223,7	78,7	142,8	221,5	74,8	126,3	201,1	74,7	144,5	219,2
6	90,0	143,2	233,2	100,8	143,8	244,6	98,1	137,6	235,7	82,1	141,4	223,5	97,5	128,3	225,8
7	105,2	129,6	234,8	106,8	135,1	241,9	117,0	138,0	255,0	97,9	133,2	231,1	124,6	130,4	255,0
8	59,5	134,6	195,9	72,5	140,5	213,0	70,6	135,9	206,5	71,7	141,9	213,6	79,3	133,3	212,6
9	110,9*	140,7*	251,6*	106,4	128,7	235,1	121,0	147,6	268,6	103,6	133,1	236,7	108,7	128,8	237,5
Médias	97,7	119,6	203,4	101,9	135,2	237,1	103,9	137,5	241,4	95,8	118,9	200,9	101,5	132,1	233,6

\* parcelas perdidas e recalculadas.

APÊNDICE 7. Análise de variância do consumo de alimento, expresso em kg, nas fases recria, de terminação e total do período experimental.

Causas da variação	GL	Quadrados médios		
		Recria	Terminação	Total
Tratamentos	4	59,6769	46,4392	92,5930
Blocos	8	1660,1009**	33,4080	1315,8159**
Erro	30	52,1396	74,3644	132,6161
Total (a)	42			
CV (%)		6,9	6,1	4,7

(a) correção dos graus de liberdade para duas parcelas perdidas.

(\*\*) diferença estatisticamente significativa a nível de 1%.

APÊNDICE 8. Ganho de peso na fase de recria e ganho de peso total durante o experimento, expressos em kg.

Repetições	Tratamentos									
	1		2		3		4		5	
	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T
1	37,0	77,0	35,2	75,2	37,8	77,8	35,4	75,4	36,4	76,4
2	43,6	83,6	43,8	83,8	43,8	83,8	43,8	83,8	42,0	82,0
3	44,8	84,8	43,0	83,0	43,0	83,0	42,8	82,8	42,2	82,2
4	42,2	82,2	41,0	81,0	41,0	81,0	-	-	39,6	79,6
5	28,0	68,0	27,2	67,2	26,2	66,2	28,2	68,2	24,6	64,6
6	33,4	73,4	34,0	74,0	33,8	73,8	29,8	69,8	32,6	72,6
7	39,4	79,4	39,2	79,2	40,0	80,0	38,8	78,8	39,4	79,4
8	20,0	60,0	24,0	64,0	26,4	66,4	26,8	66,8	26,0	66,0
9	-	-	39,0	79,0	40,4	80,4	37,4	77,4	40,0	80,0
s	8,56	8,56	6,89	6,89	6,70	6,70	6,53	6,53	6,68	6,68
$\bar{x}$	36,1	76,1	36,3	76,3	36,9	76,9	35,4	75,4	35,9	75,9

$x_1$  = média geral da fase recria =  $36,1 \pm 0,55$

$x_2$  = média geral total =  $76,1 \pm 0,55$

R = recria

T = total



APÊNDICE 9. Ganho de peso médio diário na fase de recria, de terminação e ganho médio total expresso em g.

Repetições	Tratamentos														
	T <sub>1</sub>			T <sub>2</sub>			T <sub>3</sub>			T <sub>4</sub>			T <sub>5</sub>		
	G.M.D. recria	G.M.D. terminação	G.M.D. total	G.M.D. recria	G.M.D. terminação	G.M.D. total	G.M.D. recria	G.M.D. terminação	G.M.D. total	G.M.D. recria	G.M.D. terminação	G.M.D. total	G.M.D. recria	G.M.D. terminação	G.M.D. total
1	727	772	750	789	901	845	687	889	788	794	718	756	668	792	730
2	687	780	734	656	907	782	695	857	776	626	952	789	667	866	767
3	655	943	799	614	846	730	614	846	730	651	864	758	709	964	837
4	686	901	794	651	857	754	675	849	762	723*	895*	809*	666	907	787
5	812	941	877	749	808	779	722	862	792	792	966	879	713	808	761
6	742	820	781	638	774	706	722	879	801	778	824	801	683	905	794
7	676	866	771	659	903	781	623	837	730	678	837	758	582	885	734
8	714	889	802	696	808	752	776	909	843	790	820	805	690	864	777
9	694*	896*	795*	663	905	784	615	784	699	654	837	746	678	941	810
Média	712	864	789	679	857	768	681	857	769	720	852	787	673	881	777

\* parcelas perdidas e recalculadas.

APÊNDICE 10. Análise de variância do ganho médio diário, em g, durante as fases de recria, de terminação e total do período experimental.

Causas da variação	GL	Quadrados médios		
		Recria	Terminação	Total
Tratamentos	4	4045,5222	1052,9666	955,1111
Blocos	8	8814,9000**	2814,9000	1686,3389
Erro	30	1570,9304	3711,2040	1581,4986
Total (a)	42			
CV (%)		5,5	6,8	5,1

(a) correção dos graus de liberdade para duas parcelas perdidas.

(\*\*) diferença estatisticamente significativa à nível de 1%

APÊNDICE 11. Conversão alimentar durante as fases de recria e de terminação e no período total, expressas pela relação entre quilogramas da ração consumida por kg de peso vivo.

Repetição	Tratamentos														
	T <sub>1</sub>			T <sub>2</sub>			T <sub>3</sub>			T <sub>4</sub>			T <sub>5</sub>		
	Conversão recria	Conversão terminação	Conversão alimentar total	Conversão recria	Conversão terminação	Conversão alimentar total	Conversão recria	Conversão terminação	Conversão alimentar total	Conversão recria	Conversão terminação	Conversão alimentar total	Conversão recria	Conversão terminação	Conversão alimentar total
1	2,5	3,6	3,0	2,6	3,1	2,9	2,6	3,3	3,0	2,4	3,9	3,2	2,8	3,5	3,2
2	2,7	3,9	3,3	2,8	3,2	3,0	2,6	3,1	2,9	3,0	3,1	3,0	2,8	3,4	3,1
3	2,8	3,2	3,0	2,9	3,3	3,1	2,9	3,5	3,2	2,8	3,4	3,1	2,5	3,1	2,8
4	2,7	3,3	3,0	2,8	3,4	3,1	2,7	3,5	3,1	2,7*	3,5*	3,1*	2,7	3,2	2,9
5	2,8	3,2	3,0	2,8	3,7	3,3	3,0	3,6	3,3	2,7	3,2	2,9	3,0	3,6	2,9
6	2,7	3,6	3,2	3,0	3,6	3,8	2,9	3,4	3,2	2,8	3,5	3,2	3,0	3,2	3,1
7	2,7	3,2	3,0	2,7	3,4	3,1	2,9	3,5	3,2	2,5	3,3	2,9	3,2	3,3	3,2
8	3,0	3,4	3,3	3,0	3,5	3,3	2,7	3,4	3,1	2,7	3,5	3,2	3,1	3,3	3,2
9	2,8*	3,5*	3,2*	2,7	3,2	3,0	3,0	3,7	3,3	2,8	3,3	3,1	2,7	3,2	3,0
Média	2,4	3,0	2,7	2,8	3,4	3,2	2,8	3,4	3,1	2,7	3,4	3,1	2,9	3,3	3,1

\* parcelas perdidas e recalculadas.

APÊNDICE 12. Análise de variância da conversão alimentar, kg alimento/kg de peso ganho, nas fases recria, de terminação e total do período experimental.

Causas da variação	GL	Quadrados médios		
		Recria	Terminação	Total
Tratamentos	4	0,0339	0,0259	0,0138
Blocos	8	0,0465	0,0199	0,0422
Erro	30	0,0258	0,0498	0,0302
Total (a)	42			
Coef. de variação (%)		5,5	6,3	5,3

(a) correção dos graus de liberdade para duas parcelas perdidas.

APÊNDICE 13. Duração, em dias, da fase de recria até 60 kg e da fase de terminação até 100 kg.

Repetições	Tratamentos										Blocos	
	1		2		3		4		5		R	T
	R	T	R	T	R	T	R	T	R	T		
1	51	52	45	44	55	45	45	56	55	51	50	50
2	64	51	67	44	63	47	70	42	63	46	65	46
3	68	42	70	47	70	47	66	46	60	42	67	45
4	62	44	63	47	61	47	-	-	60	44	62	46
5	35	43	36	50	36	46	36	41	35	50	36	46
6	45	49	53	52	47	46	38	49	48	44	46	48
7	58	46	60	44	64	48	57	48	68	45	61	46
8	28	45	35	50	34	44	34	49	38	46	34	47
9	-	-	59	44	66	51	57	48	59	43	60	47
s	14,38	3,74	12,91	3,14	13,20	2,12	14,01	4,66	11,34	3,04		
$\bar{x}$	51	47	54	47	55	47	50	47	54	46		

$x_1$  = média geral da fase inicial = 53

$x_2$  = média geral da terminação = 47

R = recria

T = terminação

APÊNDICE 14. Medidas indiretas de avaliação de carcaças pelo Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (MBCC).

Repe- tições	Tratamentos																								
	T <sub>1</sub>					T <sub>2</sub>					T <sub>3</sub>					T <sub>4</sub>					T <sub>5</sub>				
	CC (cm)	ETM (cm)	AOL (cm <sup>2</sup> )	C:G 1:	RP (%)	CC (cm)	ETM (cm)	AOL (cm <sup>2</sup> )	C:G 1:	RP (%)	CC (cm)	ETM (cm)	AOL (cm <sup>2</sup> )	C:G 1:	RP (%)	CC (cm)	ETM (cm)	AOL (cm <sup>2</sup> )	C:G 1:	RP (%)	CC (cm)	ETM (cm)	AOL (cm <sup>2</sup> )	C:G 1:	RP (%)
1	95,0	3,7	29,0	1,19	29,5	94,0	3,8	29,0	1,05	28,6	97,5	3,3	33,0	0,97	27,1	99,0	3,4	38,0	0,88	30,7	92,0	4,1	21,5	1,58	29,3
2	92,0	3,9	25,0	1,64	26,9	95,0	3,9	37,0	0,86	29,7	94,5	3,6	30,0	1,27	28,8	93,0	3,7	31,5	1,13	27,3	93,5	4,5	29,5	1,34	27,1
3	95,5	3,4	31,0	1,08	27,0	95,0	3,1	27,0	0,87	29,5	94,0	3,3	37,0	1,03	29,3	94,0	4,1	34,5	1,25	28,3	93,0	3,8	29,5	0,76	28,4
4	94,2	3,7	33,7	1,14	29,1	91,0	4,6	30,0	1,37	28,5	98,5	3,4	37,5	1,12	28,8	90,5*2,7*	37,5*0,59*	31,5*			95,0	4,1	29,0	1,22	27,9
5	94,0	3,5	29,0	1,00	28,6	94,0	3,6	34,5	0,84	30,7	96,0	4,4	29,0	1,31	28,3	94,0	3,7	32,0	0,84	28,9	91,0	4,1	28,0	1,55	28,1
6	95,5	4,7	27,0	1,54	26,7	94,0	3,1	35,0	0,91	28,8	98,5	3,9	30,5	0,92	29,2	93,5	3,5	27,5	1,29	27,3	96,0	3,6	36,5	0,99	28,7
7	96,5	3,1	41,5	0,77	29,7	94,0	3,3	27,5	1,24	27,3	97,0	2,8	32,5	0,89	27,5	95,0	3,2	27,5	1,04	28,1	93,5	2,9	36,5	0,93	28,9
8	97,5	3,3	30,5	1,08	28,2	101,0	3,1	29,0	1,10	28,1	93,5	3,4	35,0	0,90	30,2	96,5	3,6	31,0	1,31	28,3	94,5	3,8	28,5	1,26	28,1
9	94,0*	2,5*	37,0*	0,93*	30,9*	91,5	3,7	26,0	1,25	27,9	93,0	4,3	29,5	0,98	27,5	90,5	3,7	31,0	1,13	28,0	94,5	3,3	29,0	1,15	28,4
Média	94,9	3,5	31,5	1,15	28,5	94,4	3,6	30,6	1,05	28,8	95,8	3,6	32,7	1,04	28,5	94,0	3,5	32,3	1,05	28,7	93,7	3,8	29,8	1,20	28,3

\* parcelas perdidas e recalculadas.

CC = comprimento de carcaça  
 ETM= espessura do toicinho média  
 AOL= área de olho de lombo  
 C:G= relação carne/gordura  
 RP = rendimento do pernil.

APÊNDICE 15. Análise de variância das medidas efetuadas na carcaça segundo a MBCC: comprimento de carcaça (cm), espessura média do toicinho (cm), área de olho de lombo (cm<sup>2</sup>), relação carne/gordura (1:) e rendimento de pernil (arco seno).

Causas da variação	GL	Quadrados médios				
		Comprimento carcaça	Espessura toicinho	Área olho de lombo	Carne/gordura	Rendimento pernil
Tratamentos	4	6,4925	0,1186	12,8847	0,0449	0,1263
Blocos	8	7,4270	0,3374	7,4595	0,0321	0,3430
Erro	30	4,6681	0,2455	21,2998	0,0646	0,6161
Total <sup>a</sup>	42					
CV (%)		2,2	13,3	14,2	22,5	2,3

(a) correção dos graus de liberdade para duas parcelas perdidas.

APÊNDICE 16. Medidas diretas de avaliação de carcaças pelo método da separação física.

Repe- tições	Tratamentos																								
	T <sub>1</sub>					T <sub>2</sub>					T <sub>3</sub>					T <sub>4</sub>					T <sub>5</sub>				
	RCP %	RL %	RTC %	RTG %	RTO %	RCP %	RL %	RTC %	RTG %	RTO %	RCP %	RL %	RTC %	RTG %	RTO %	RCP %	RL %	RTC %	RTG %	RTO %	RCP %	RL %	RTC %	RTG %	RTO %
1	16,8	4,8	47,9	36,3	15,8	16,9	3,5	52,8	30,7	16,5	15,5	3,6	48,0	35,3	16,7	18,3	4,9	51,3	32,0	16,7	14,8	3,2	43,6	39,8	16,6
2	13,7	3,3	40,9	43,3	15,8	16,6	3,3	46,5	37,8	15,7	16,1	3,4	46,8	37,9	15,3	15,8	3,9	47,0	38,0	15,0	14,1	3,9	41,8	43,7	14,5
3	16,3	4,2	48,4	35,7	15,9	18,0	3,3	52,0	31,7	16,3	16,6	3,6	48,0	36,3	15,7	14,9	4,3	42,8	42,2	15,0	15,3	3,8	45,8	38,1	16,1
4	16,7	4,5	48,1	35,1	16,8	14,7	2,8	42,4	41,3	16,3	17,1	4,0	50,8	33,7	15,5	19,1*	4,7*	53,3*	28,9*	17,8*	15,6	4,1	46,4	37,7	15,9
5	16,3	4,0	48,6	34,5	16,9	18,7	4,4	53,8	30,1	16,1	15,0	2,8	46,5	37,5	16,0	16,8	4,1	50,6	33,5	15,9	15,2	4,1	47,6	37,8	14,6
6	13,8	3,8	43,5	40,8	15,7	17,5	3,3	53,4	29,8	16,8	16,4	3,5	49,1	36,2	14,7	14,5	4,4	47,5	35,6	16,9	16,3	3,8	49,2	34,5	16,3
7	17,8	5,2	52,9	30,9	16,2	15,0	3,1	46,4	37,5	16,1	15,8	3,1	48,8	34,3	16,9	16,1	4,7	48,2	34,5	17,3	16,9	4,3	49,1	35,6	15,3
8	15,2	4,2	48,7	34,4	16,9	16,4	3,7	51,6	32,7	15,7	17,2	3,4	51,4	32,1	16,5	14,9	5,0	47,8	36,2	16,0	15,2	4,4	47,3	37,6	15,1
9	19,3*	5,5*	54,0*	28,3*	17,7*	14,3	3,3	44,8	39,3	15,9	16,1	3,5	46,8	37,7	15,5	16,0	3,8	49,4	34,9	15,7	15,8	4,1	47,5	36,7	15,8
Média	16,2	4,4	48,1	35,5	16,4	16,5	3,4	49,3	34,5	16,2	16,2	3,4	48,5	35,7	15,9	16,3	4,4	48,7	35,1	16,3	15,5	4,0	46,5	37,9	15,6

\* parcelas perdidas e recalculadas.

RCP = rendimento da carne do pernil

RL = rendimento do lombo

RTC = rendimento total da carne

RTG = rendimento toral da gordura

RTO = rendimento total dos ossos



APÊNDICE 17. Análise de variância das medidas suplementares efetuadas na carcaça; rendimento de carne de pernil e do lombo, total de carne, de ossos e de gordura (arco-seno).

Causas da variação	GL	Quadrados médios				
		Rendimento carne pernil	Rendimento carne lombo	Carne (%)	Gordura (%)	Ossos (%)
Tratamentos	4	0,7647	0,5211	3,3185	5,5378	0,6031
Blocos	8	0,6015	0,3681	3,6534	5,6409	0,4387
Erro	30	1,3116	0,5405	3,1666	4,9606	0,3124
Total	42					
CV (%)		4,6	6,0	4,2	5,7	2,2

APÊNDICE 18. Índice de iodo na gordura do lombo expresso pelo número de gramas de iodo absorvidas por 100 g de gordura.

Repetições	Tratamentos				
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>
1	55	63	68	79	67
2	64	77	60	72	72
3	49	58	71	68	70
4	67	64	65	79	78
5	62	62	66	72	67
6	67	57	67	62	71
7	56	54	62	60	74
8	64	62	68	67	66
9	72	70	65	58	74
Média	62	63	66	69	71

## APÊNDICE 19. Análise da variância do índice de iodo.

Causas de variação	GL	Quadrado médio
Tratamento	4	131,4111*
Blocos	8	41,4222
Erro	30	38,5318
Total	42	

CV = 9,1%

## APÊNDICE 20. Análise de variância da fosfatase alcalina e fosfatos inorgânicos totais no soro.

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
		Fosfatase	Fósforo
Tratamentos (T)	4	4,8913*	0,8708*
Blocos	6	9,4834**	0,1613
Erro - A	24	1,6238	0,1924
Coletas (C)	2	76,7883**	47,7363**
Interação (T x C)	8	6,5971**	0,3376
Erro - B	60	1,83548	0,2364
Total	104		

(\*) Diferença estatisticamente significativa à nível de 5%.

(\*\*) Diferença estatisticamente significativa à nível de 1%.

APÊNDICE 21. Dosagens de fosfatase alcalina expressa em unidades BESSEY-LOWRY, no soro dos animais experimentais, em 3 períodos sucessivos de coletas.

Coletas Repetições	Tratamentos														
	T <sub>1</sub>			T <sub>2</sub>			T <sub>3</sub>			T <sub>4</sub>			T <sub>5</sub>		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	5,4	11,9	6,8	7,3	13,7	7,9	5,3	8,6	6,2	6,5	8,6	5,3	6,3	5,7	3,9
2	6,8	10,4	5,2	7,7	7,4	5,7	8,0	6,8	3,6	7,5	6,8	7,6	6,6	6,2	5,3
3	6,3	10,6	5,3	5,8	13,7	5,2	6,6	8,7	5,7	7,4	7,6	4,8	6,9	11,5	5,7
4	6,4	11,0	4,8	6,8	8,6	5,3	7,0	8,4	4,4	7,1	6,8	5,6	6,0	11,6	5,8
5	5,5	8,6	4,3	6,2	8,3	5,5	5,0	5,2	6,0	5,9	4,2	4,3	7,2	5,6	5,0
6	5,9	8,4	3,0	4,6	5,6	4,9	5,3	5,6	3,4	6,5	5,6	5,0	4,6	5,2	6,0
7	5,7	8,6	6,1	7,0	11,5	4,4	7,2	8,4	5,2	7,1	6,4	4,8	7,0	5,7	6,7
Média	6,0	9,9	5,1	6,5	9,8	5,6	6,3	7,4	4,9	6,9	6,6	5,3	6,4	7,4	5,5

APÊNDICE 22. Dosagens de fosfatos inorgânicos totais expressos em mg/100 ml do soro, dos animais experimentais, em três períodos sucessivos de coletas.

Repetições	Coletas			Tratamentos														
	T <sub>1</sub>			T <sub>2</sub>			T <sub>3</sub>			T <sub>4</sub>			T <sub>5</sub>					
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III			
1	8,1	8,0	6,0	88,	8,0	6,2	7,6	8,0	5,0	8,6	7,3	6,6	7,9	8,0	5,5			
2	7,8	7,6	6,0	7,8	7,7	5,9	8,0	7,3	6,4	7,6	7,3	6,3	7,8	7,8	6,0			
3	10,0	7,0	6,0	7,5	7,5	5,0	7,0	7,0	6,3	7,8	7,6	5,8	7,6	7,0	5,7			
4	8,0	8,0	6,3	8,0	7,8	5,4	7,8	7,6	6,1	7,5	8,0	6,6	7,0	7,2	5,2			
5	8,0	8,5	4,9	8,5	7,0	6,0	7,8	7,4	5,3	8,0	7,9	5,6	8,0	7,5	5,1			
6	9,5	8,0	5,6	7,4	7,5	5,2	7,6	7,6	5,3	8,4	8,0	5,8	8,3	7,7	5,6			
7	8,4	7,8	5,5	7,7	7,6	5,4	7,0	7,5	6,2	8,1	8,0	6,3	7,0	7,6	6,3			
Média	8,5	7,8	5,8	8,0	7,6	5,6	7,5	7,5	5,8	8,0	7,7	6,1	7,7	7,5	5,6			