

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE BIOLÓGICA DA
TORTA DE COLZA (*Brassica napus*, L.)

A.C. Santos*
V.E. Fabris**
L.C. Basso***
H.P. Haag***

RESUMO: A composição química e a qualidade biológica da torta de colza obtida da semente, variedade CTC-4, foram determinados. A farinha foi preparada mediante prensagem da semente e extração da gordura com solvente, lixiviada durante 2 horas, com água corrente na proporção de 1:5, e agitação constante, a fim de reduzir os níveis de glicosinolatos. O efeito tóxico foi observado através do peso dos órgãos e da histopatologia dos órgãos em experimento de 60 dias. A qualidade biológica da torta desintoxicada, ao nível de 5% e 10%, foi semelhante ao da caseína (PER controle 3,18 vs 3,08, 5% e 2,98, 10%). O PER da torta crua foi de 2,28. Os ratos que receberam a farinha crua tiveram órgãos maiores. As tireóides dos ratos submetidos às dietas 2 e 3,

* Departamento de Economia Doméstica da E.S.A. "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo - 13.400 - Piracicaba, SP

** Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina-UNESP

*** Departamento de Química da E.S.A. "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo - 13.400 - Piracicaba, SP.

não demonstraram alterações que suspeitassem de um efeito bociogênico e as alterações ocorridas nas tireóides dos animais que receberam, D-4 foram semelhantes às que ocorreram nos grupos 2 e 3. Não houve danos celulares graves em relação ao fígado, os rins, o coração, baço e supra-renais para todos os grupos observados. O método de extração dos fatores tóxicos da colza foi eficiente de acordo com os resultados obtidos para o presente estudo.

Termos para indexação: torta de colza, valor nutritivo, proteína, composição química.

COMPOSITION AND BIOLOGICAL QUALITY OF RAPESEED MEAL (*Brassica napus* L.) CTC-4 CULTIVATION

ABSTRACT: The toxic effect of detoxified rapeseed meal obtained by 2 h lixiviation was studied in growing animals. The control diets provided 10% protein from casein, detoxified rapeseed and crude rapeseed. A fourth diet was prepared substituting half casein for detoxified rapeseed meal. Feed consumption, weight gain and protein efficiency ratio revealed good performance for all diets as compared to the crude meal. Protein efficiency ratio (PER) increased from 2,98 for detoxified rapeseed to 3,19 for casein. The lowest PER 2.16 for crude rapeseed was higher than that related by BALLESTER *et alii* (0,94). In animals fed crude rapeseed meal, no histological changes were detected. The detoxified material showed a satisfactory growth promoting capacity for the rats at the 10% protein dietary level. It did not cause either hypertrophy of the thyroid or histopathological damage to this gland. The present results seem to confirm the good quality of the protein of rapeseed presscake meal obtained from a low glucosinolate cultivar.

Index terms: rapeseed meal, nutritional value, protein, chemical composition.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas enfrentados pelas populações de baixa renda em todo o mundo e, especialmente países em desenvolvimento, é a alimentação inadequada e/ou a carência de alimentos.

Uma alimentação proteica adequada, corresponde àquela que encerra todos os aminoácidos exigidos para cobrir as necessidades diárias do homem, na forma de alimentos ricos em proteínas palatáveis, digestíveis e agradáveis por preço acessível.

Uma maneira de aumentar a distribuição de proteínas para a população mundial poderia ser o incremento da disponibilidade de alimentos proteicos de origem vegetal e o desenvolvimento de uma tecnologia para a produção de proteínas de fontes não convencionais.

Entre as proteínas de fontes não convencionais, as tortas de oleaginosas, obtidas como subproduto da extração do óleo das sementes, são bastante promissoras. São constituídas de resíduos ricos em proteínas os quais podem ser usados como recurso proteico no combate à desnutrição proteica.

As sementes oleaginosas das *Brassicas* ocupam atualmente acima de 11 milhões de hectares das terras agrícolas mundiais e fornecem acima de 8% da produção mundial do óleo vegetal comestível. É uma cultura que se adapta bem nas regiões temperadas elevadas servindo como cultura de inverno nas regiões subtropicais. Em geral menos unidades de calor são exigidas para o desenvolvimento das *Brassicas* oleaginosas do que para a produção de soja e girassol (DOWNEY, 1983).

Nas regiões temperadas, predominam as sementes oleaginosas de colza (*Brassica napus*, L.) e a "turnip rape" (*Brassica campestris*, L.) enquanto que nas regiões semitropicais da Ásia, as principais fontes vegetais de óleo são *B. campestris* e a mostarda indiana *B. juncea*, L.).

As sementes de colza são pequenas, arredondadas e contêm acima de 40% de óleo; após a extração do óleo, produzem uma torta rica em proteína. Em muitos países asiáticos é usada como fertilizante orgânico, porém, nos países ocidentais, é usada exclusivamente como um suplemento proteico para a alimentação de aves domésticas e de suínos.

Sem dúvida, o óleo da semente constitui o componente mais valioso. Em geral, o valor monetário de um quilograma de óleo se iguala a duas vezes o valor de um quilograma de torta rica em proteína. Após a remoção do óleo através da prensagem da semente e extração por solventes obtêm-se uma torta desengordurada, de grande importância econômica (DOWNEY, 1983).

O cultivo da colza (*Brassica napus*) para a produção de óleo está sendo incentivado em muitas regiões do mundo. Infelizmente um emprego maior desse resíduo não tem sido possível devido ao alto teor de fatores anti-nutricionais, os glicosinolatos, que são hidrolizados pela enzima mirosinase, presente na semente, liberando os compostos bociogênicos; isotiocianatos, oxazolidinones, tiocianatos ou nitrilas, que são inibidores do crescimento (JOSEFSSON, 1972; FENWITH & MULLIN, 1986). Portanto, a despeito de seu alto teor proteico a torta não deve ser incluída a níveis acima de 10% (BELL, 1977).

Para evitar os efeitos adversos e para melhorar a palatabilidade da torta de colza, a enzima mirosinase é normalmente inativada pelo calor, como primeira etapa no processo de extração do óleo (JOSEFSSON, 1972).

A procura de métodos simples, rápidos e de baixo custo para retirar esses compostos nocivos é de importância capital. Muitas tentativas tem sido feitas para resolver esse problema (LIEDEN & HAMBRAEUS, 1977; LO & WILL, 1972; MUKHERJEE *et alii*, 1979; MUSTAKAS *et alii*, 1976; TAPE *et alii*, 1970).

Porém a solução mais apropriada ou indicada reside na produção de variedades que tenham baixos teores de glicosinolatos combinado com baixos teores de ácido

erúxico e altos teores de óleo e de proteína. Esse fato já foi concretizado no Canadá em relação à *B. napus* e à *B. campestris* (DOWNEY, 1983).

O ácido erúxico é uma substância encontrada naturalmente na colza. No óleo, para consumo humano, a presença dessa substância não pode ser superior a 5% do total. Testes feitos com ratos em laboratórios, demonstraram que o ácido erúxico provoca problemas cardíacos que podem ser fatais. Estabeleceu-se o limite máximo de 5% como seguro.

O desenvolvimento do óleo de colza com baixo teor de ácido erúxico criou um óleo vegetal inteiramente novo com propriedades nutricionais e físicas distintas de outros óleos vegetais tradicionais. A fim de distinguir esse novo óleo, na literatura científica e comercial os termos LEAR (low erucic acid rapeseed oil) e CANBRA (Canadian Brassica) foram adotados no Canadá para identificar os óleos que contêm menos de 5% de ácido erúxico (HOUGEN & STEFANSSON, 1982).

O termo "CANOLA" também foi registrado no Canadá e adotado para descrever a semente de baixo teor de glicosinolato e do ácido erúxico, bem como os produtos derivados da semente. A semente Canola contém menos de 5% de ácido erúxico com uma porcentagem dos ácidos graxos totais do óleo e menos 30 micromoles de glicosinolatos na torta desengordurada (DOWNEY, 1983).

A produção de óleo com baixo teor de ácido erúxico pela introdução da semente com baixo teor de glicosinolato, resultará num efeito positivo sem precedentes na indústria de processamento da colza. Esse impacto deverá ser de efeito mundial uma vez que as exportações canadenses consistem exclusivamente de Canola; outros países estão também desenvolvendo variedades com qualidades semelhantes. A Europa já desenvolveu variedades através dos programas Europeus de Cultivo (ROBLEN & THIES, 1980). A Austrália já produziu algumas variedades Canola enquanto Paquistão, Índia, China bem como Chile, Argentina e Brasil estão incorporando essas

qualidades nas variedades adaptadas.

No Brasil, as primeiras sementes de colza, foram introduzidas no Rio Grande do Sul, pelo Centro de Treinamento da Cooperativa Regional Triticula Serrana Ltda. (CTC Cotrijuí) em 1974, cujo interesse principal tem sido o de romper o ciclo da bicultura soja-trigo, buscando alternativas para estes grãos, extremamente vulneráveis ao clima e às doenças fúngicas que o plantio continuado, ano após ano, dissemina e potencializa.

As sementes das variedades "Egra" e "Irglu" com baixos teores de ácido erúico e glicosinolatos, foram importadas da Universidade de Gottingen, República Federal da Alemanha, para selecioná-las, cruzá-las e adaptá-las às condições de solo e clima do Estado. Estas variedades importadas pela COTRIJUÍ, apresentavam menos de 2% de incidência de ácido erúico.

Outro objetivo da Cotrijuí ao tentar a cultura da colza no Estado foi o de produzir tortas para o consumo animal. Neste caso, são importantes os glicosinolatos. Análises laboratoriais indicam que essas substâncias ao serem metabolizadas, liberam substâncias tóxicas que inibem as funções da tireóide, o crescimento e provocam infertilidade. O limite máximo tolerável de glicosinolatos nas tortas para o consumo animal é tecnicamente fixado em 30 micromoles, as variedades importadas pela Cotrijuí tinham por volta de 15 micromoles.

A partir da "Egra" e da "Irglu", o CTC desenvolveu novas variedades, como a CTC-2, CTC-4 e CTC-7, todas perfeitamente cultiváveis no Rio Grande do Sul. A princípio, os trabalhos restringiam-se a experimentos laboratoriais. Depois sobrevieram algumas experiências de campo e, em 1979, os associados da Cotrijuí cultivaram 500 hectares de colza. Em janeiro de 1980, pressionados pelas indústrias e pelas cooperativas, o governo do Estado criou o Comitê da Colza, uma entidade com representantes dos setores de produção, comércio, indústria e pesquisa que se encarregaria de coordenar o processo econômico da colza, da pesquisa à industrialização

e os usos finais.

Sementes de novas variedades foram importadas do Canadá ("altex", "regent", "tower" e "candle"), da França ("bruttor", "orpal" e "cresot") e da Suécia ("gulliver" e "niklas").

Novos cruzamentos foram feitos e selecionadas as variedades mais resistentes e produtivas. A CTC-4 e a "tower" foram recomendadas como as melhores e prevaleceram nas lavouras da safra de 1981.

No Rio Grande do Sul, em 1981, vinte mil hectares foram cultivados com colza, em 118 dos 224 municípios gaúchos. Da área de 20 mil hectares cultivados, 15 mil foram colhidos, o que resultou numa produção de aproximadamente 12,45 mil toneladas de colza. Os cinco mil hectares restantes foram deixados na terra, como adubação verde. A área média por lavoura foi de menos de 10 hectares (VIAU *et alii*, 1987).

A produtividade dessa primeira safra esteve, em média muito abaixo da que é tradicionalmente obtida em países adiantados na cultura. Foi de 830 quilos por hectare, quando o Canadá, maior produtor mundial, consegue mais de 2.500 quilos por hectare, o que se atribui à falta de técnica adequada no cultivo da colza e a falta do uso dos insumos.

No entanto, as pesquisas continuam: o Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (CNPT) da EMBRAPA, em Passo Fundo, mantém um grupo de técnicos que prossegue fazendo seleções e experimentações em campo, assim como o CTC e outras instituições, à espera de uma retomada do processo produtivo da colza em escala comercial. Uma análise do rescaldo da frustrada experiência de 1981, indica uma redução da área de 20 mil para 3 mil hectares em 1982. Esta área manteve-se inalterada em 1983, mas caiu em 1984 para 1.800 hectares.

A Cotrijuí coloca essa produção de colza em indústrias de moagem para mistura do óleo ao óleo de soja, e para a comercialização da torta (INÁCIO, 1984; VIAU, 1979).

Composição química

A semente de colza, rica em proteína (22%) contém de 40 a 45% de óleo, que pode ser usado em lubrificação na indústria de sabões e plásticos e na alimentação humana (óleo para saladas, frituras, maioneses e no preparo de alimentos) (HOUGEN & STEFANSON, 1982).

A composição aminoácida da torta comercial, é influenciada principalmente pelo modo pelo qual a torta é produzida a partir da semente. Temperaturas e pressões elevadas resultam na destruição da lisina. No entanto, teores de cistina e metionina são elevados.

A torta da colza obtida após extração do óleo, contém 33% a 40% de proteína, em torno de 15% de fibra bruta e minerais equivalentes a 7%-8% de cinzas (APPELQVIST, 1972; FINLAYSON, 1977; JOSEFSSON, 1972; SALMON & BIELY, 1978).

A torta e o farelo são empregados como suplemento proteico nas rações animais ao nível de 10% (JOSEFSSON, 1972). No entanto, pesquisas têm demonstrado a presença de fatores antinutricionais, os glicosinolados tóxicos que são solúveis em água, etanol, metanol e acetona. A mirosinase (E.C. 3.2.3.1) da colza cataliza a hidrólise dos glicosinolatos, fatores antinutricionais, resultando nos produtos glicose, sulfato, isotiacinato (ITC) e (L) - 5 - vinil - oxazolidinotione (VTC), compostos bociogênicos e inibidores do crescimento (CHESNEY *et alii*, 1928; HERCUS & PURVES, 1936; WHITEHEAD, 1943; GRIESBACH & PURVES, 1945; TURNER, 1946).

Em 1949, um composto anti-tireóide foi isolado da semente de colza (CARROL, 1949).

Foi sugerida a presença de, um ou mais de um fator hidrossolúvel e depressor do crescimento, na torta de colza (BELL & WILLIAMS, 1953; ALLEN & DOW, 1952). Estudos posteriores indicaram que 5-vinil-2-oxazolidinotione, uma substância bociogênica, causava o aumento no tamanho e alteração da função da glândula tireóide da galinha em crescimento (CLANDININ & BAILEY, 1960;

CLANDININ *et alii*, 1966; MATSUMOTO *et alii*, 1968; MATSUMOTO *et alii*, 1969; SCHIMIDT *et alii*, 1970). Verificou-se que em galinhas e ratos alimentados com essa substância ou com uma torta não tratada, houve mudanças no coloide, no folículo bem como na altura da célula epitelial (MATSUMOTO *et alii*, 1968; NAKAYA & TAGAMI, 1965). Subsequentemente verificou-se que dietas à base de resíduos de semente, contendo glicosinatos inibiam o crescimento de camundongos, e de ratos, havendo um aumento significativo nos pesos relativos dos órgãos (fígado, baço, rins e tireóide), confirmando a existência de substâncias tóxicas ou bociogênicas (BELL *et alii*, 1971; BELL *et alii*, 1972; BALLESTER *et alii*, 1967). Por este motivo a importância de se achar procedimentos simples e de baixo custo para a redução substancial ou completa remoção, dos compostos prejudiciais à saúde orgânica é de importância capital. Muitas tentativas tem sido feitas para resolver esse problema (BALLESTER *et alii*, 1970; EAPEN *et alii*, 1969), no entanto a solução mais apropriada ou indicada reside na produção de variedades que tenham baixos teores de glicosinatos combinado com baixos teores de ácido erúrico e altos teores de óleo e de proteína. Esse fato já foi concretizado no Canadá em relação à *B. napus* e à *B. campestris* (CLANDININ, 1981). Apesar das características adversas existe um interesse considerável na utilização e desenvolvimento da colza como alimento proteico devido ao seu excelente balanço de aminoácidos essenciais. O teor de lisina é em média de 6%; na soja, é de 6,55%. Além disso, a proteína da colza tem 3,0 - 4,0% dos aminoácidos sulfurados, metionina e cistina. As proporções desses aminoácidos estão próximas das recomendações humanas propostas pela FAO, 1973.

BALLESTER *et alii* (1967) estudaram a composição de 12 amostras de torta de *Brassica napus*, obtidas de três indústrias chilenas, produzidas em diferentes datas. Em geral, houve pouca variação em relação à composição química. A proteína, fibra bruta e cinzas são elevados e semelhantes em todas as amostras. O alto

conteúdo de fibra, devido em parte à elevada proporção da casca em relação ao resto da semente, segundo os autores, pode ser fator desfavorável na sua utilização. Por outro lado constitui boa fonte de minerais como Ca, Fe, P, Mn, Se e Mg e nas vitaminas tiamina, riboflavina, niacina, biotina, ácido fólico e colina.

Métodos de Desintoxicação da Torta

A colza não é descascada nas indústrias de óleo, devido ao seu pequeno tamanho e elevado teor de óleo. Após limpeza e seleção, é esmagada por rolos grunhados e aquecidas para romper as membranas celulares, coagular as proteínas, reduzir a afinidade do óleo, destruir os fungos e as bactérias, inativar as enzimas e secar a semente.

Vários métodos tem sido desenvolvidos para desintoxicar a torta da colza (LIEDEN & HAMBRAEUS, 1977; LO & HILL, 1972; MUKHERJEE *et alii*, 1979; MUSTAKAS *et alii*, 1976; TAPE *et alii*, 1970).

No Chile, vários procedimentos foram propostos. Entre eles, um método de extração por água, durante 14 horas que reduz os níveis de VTO e ITC em 84% e 76% respectivamente; foi verificado que o valor biológico da torta aumentou significativamente (BALLESTER *et alii*, 1970). Neste caso, estudos de toxicidade efetuados em ratos durante dois meses com torta a 20% de calorias proteicas demonstraram alta mortalidade e diminuição do crescimento com aumento significativo do tamanho do fígado, baço, rins e especialmente tireóide. O estudo histológico revelou hiperplasia e hipertrofia da glândula tireóide e sinais de necrose e degeneração do fígado (BALLESTER *et alii*, 1967).

A seguir, propõe-se um procedimento baseado na extração aquosa contínua durante 2 horas, que causa a remoção completa dos isotiocianatos (ITC) e 97% do L-5-vinil-2-oxazolidinone (VTO) (BALLESTER *et alii*, 1973, BALLESTER *et alii*, 1977). Neste caso a utilização líquida proteica (NPU) aumentou de 40 para 70 e o

SOSULSKY *et alii* (1972) descreveram uma técnica na qual os glicosinolatos foram removidos deixando-se de molho as sementes em meio aquoso apropriado. Isto permitia que houvesse 100% de difusão passiva dos tio-glicosinolatos de baixo peso molecular. Porém, o teor de enxofre do óleo excedeu 80ppm e o tratamento denaturou as proteínas.

Existem poucas informações nacionais sobre a utilização da colza para o consumo humano o que contrasta com a abundante literatura internacional sobre o assunto. A fim de fornecer maiores informações nutricionais sobre a semente de colza atualmente produzida no Rio Grande do Sul, o presente trabalho foi delineado tendo como objetivos: estudar a torta desengordurada obtida da semente de colza (*Brassica napus*) com ênfase na sua composição química e na sua qualidade biológica; esta última, medida como eficiência na digestibilidade e utilização como fonte proteica, bem como verificar a toxicidade da torta em estudos com a duração de 28 e 90 dias em testes usando o rato como animal experimental.

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de Colza

Foram fornecidas pela Cotrijuí, variedade CTC-4, cultura originária da Alemanha e melhorada geneticamente pela Cooperativa Regional Tritícola Serrana Ltda. e que apresenta baixos teores de fatores antinutricionais (14µg de glicosinolatos por grama de semente).

Torta de Colza Desengordurada

Foi preparada de acordo com o método discutido por BALLESTER *et alii* (1973), mediante a extração contínua com água. As principais etapas do método consistiram em: seleção e pesagem de sementes, prensagem em prensa hidráulica para laboratório, modelo TE-098 do tipo manual, extração contínua do óleo com hexano em

aparelho Soxhlet, durante 24 horas, lixiviação dos fatores tóxicos com água, mediante agitação durante 24 horas na proporção de colza líquido: 1/5, secagem em estufa à 70°C até peso constante e moagem em moíno tipo martelo.

Para verificar a intensidade de ação dos fatores tóxicos supostamente presentes na semente, um lote de torta desengordurada foi preparada, omitindo-se a etapa da lixiviação ou extração de fatores tóxicos o qual recebeu a denominação de Torta CTC-4 crua.

Análises Químicas

A umidade, nitrogênio, extrato etéreo, fibra bruta, cinzas e minerais foram determinados de acordo com os métodos tradicionais descritos no AOAC, 1970.

Dietas Experimentais

Na impossibilidade de comprovar a presença de fatores tóxicos (antinutricionais) na semente e torta de Colza CTC-4, através de métodos químicos e para verificar a magnitude dos danos anatomopatológicos provocados nos órgãos dos animais em experimentação, as seguintes dietas experimentais foram elaboradas:

Dieta 1 (controle) contendo 10% de proteína derivada da caseína; dietas 2 e 3, preparadas, substituindo-se 5 e 10% da proteína da dieta basal, pela torta desintoxicada. Dieta 4 contendo 10% da proteína da torta crua.

Análises Biológicas

A qualidade biológica, foi testada através do crescimento do animal. Grupos de seis animais, machos, recém-desmamados foram designados para cada dieta. O ensaio durou 28 dias.

Para avaliar a qualidade nutricional da proteína, os seguintes parâmetros foram utilizados: digestibilidade, utilização líquida proteica e valor biológico

(MILLER & BENDER, 1955).

O peso dos animais e o consumo das rações foram registrados três vezes por semana.

Ensaio Tecnológico

Após experimento de 28 e 90 dias, os animais (5 machos e 5 fêmeas por dieta) submetidos à dieta experimental e de controle foram sacrificados por inalação de éter etílico, determinando-se de imediato o peso dos rins, baço, coração, fígado, tireóide e supra renais. Os animais, por inteiro, incluindo seus conteúdos intestinais, foram secados em estufa de ventilação forçada à 105°C, até adquirirem peso constante e moídos em liquidificador do tipo industrial. Calculou-se a água corporal segundo a diferença entre o peso vivo e o peso da carcaça seca do animal. As seguintes análises foram realizadas na carcaça seca: cinzas, extrato etéreo e nitrogênio.

Estudos Histológicos

Ao término do experimento de 90 dias, 5 machos e 5 fêmeas por dieta foram sacrificados com éter etílico, retirando-se os órgãos: fígado, tireóide, supra-renais, baço, coração e rins, que foram fixados em formaldeído à 10%. O meio de inclusão foi a parafina e os cortes histológicos foram corados pela Hematoxilina e eosina.

Análises Estatísticas

Para os ensaios biológicos foram utilizadas técnicas de análise de variância, em delineamento inteiramente casualizados, uni e bivariado. As médias de tratamento foram comparadas pelo teste de Tukey (aos 95% e 99% de confiança e por meio de intervalos de confiança para os contrastes entre médias de tratamentos - Dietas) (PIMENTEL, 1970).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises Químicas

A Tabela 1 indica a composição química das tortas desintoxicada e crua.

Tabela 1. Composição química das tortas de colza, variedades CTC-4

	Torta crua TC*	Torta desintoxicada pelo método aquoso TD*
Umidade (%)	12,5	7,0
Matéria seca (%)	87,5	93,0
Proteína (Nx6,25)(%)	39,9	40,0
Fibra bruta (%)	21,6	14,4
Extrato etéreo (%)	2,0	2,0
Cinzas	12,6	12,6
Extrato não nitrogenado**	23,9	-
Teor calórico (kcal/100g)	273,2	-

*TC - Torta crua;

TD - Torta desintoxicada.

**Calculado por diferença

Nas duas amostras os teores proteicos se equivalem e estão um pouco acima dos valores relatados por outros pesquisadores (BALLESTER *et alii*, 1970; BALLESTER *et alii*, 1973; BALLESTER *et alii*, 1977; BALLESTER *et alii*, 1982), confirmando o fato de que esse produto representa uma fonte potencial importante de proteína.

A Tabela 2 demonstra o teor dos minerais da torta de colza original (crua) comparado com os dados publicados por JOSEFSSON (1972) e CLANDININ (1981) e com a soja.

Tabela 2. Análise dos minerais da torta de colza comparados com os dados da literatura (JOSEFSSON, 1972 e CLANDININ, 1981)

	Ca	Cu	Fe	Mg	Mn	P	K	S	Zn
	%	ppm	ppm	%	ppm	%	%	%	ppm
Torta crua	0,51	4,0	72	0,59	43,0	0,88	1,07	0,28	31,0
Josefsson	1,11	5,2	8	0,57	37,0	1,22	1,25	0,77	62,0
Clandinin	0,68	10,4	159	0,64	53,9	1,17	1,29	-	71,4
Soja	0,29	21,4	120	0,27	29,3	0,65	2,00	-	27,0

Verifica-se que as maiores variações para mais ou para menos em relação aos autores citados, referem-se por ordem ao zinco, ferro, fósforo, cobre, selênio e cálcio.

A Tabela 3, indica a composição e análise química porcentual das dietas experimentais.

Testes Biológicos

Crescimento

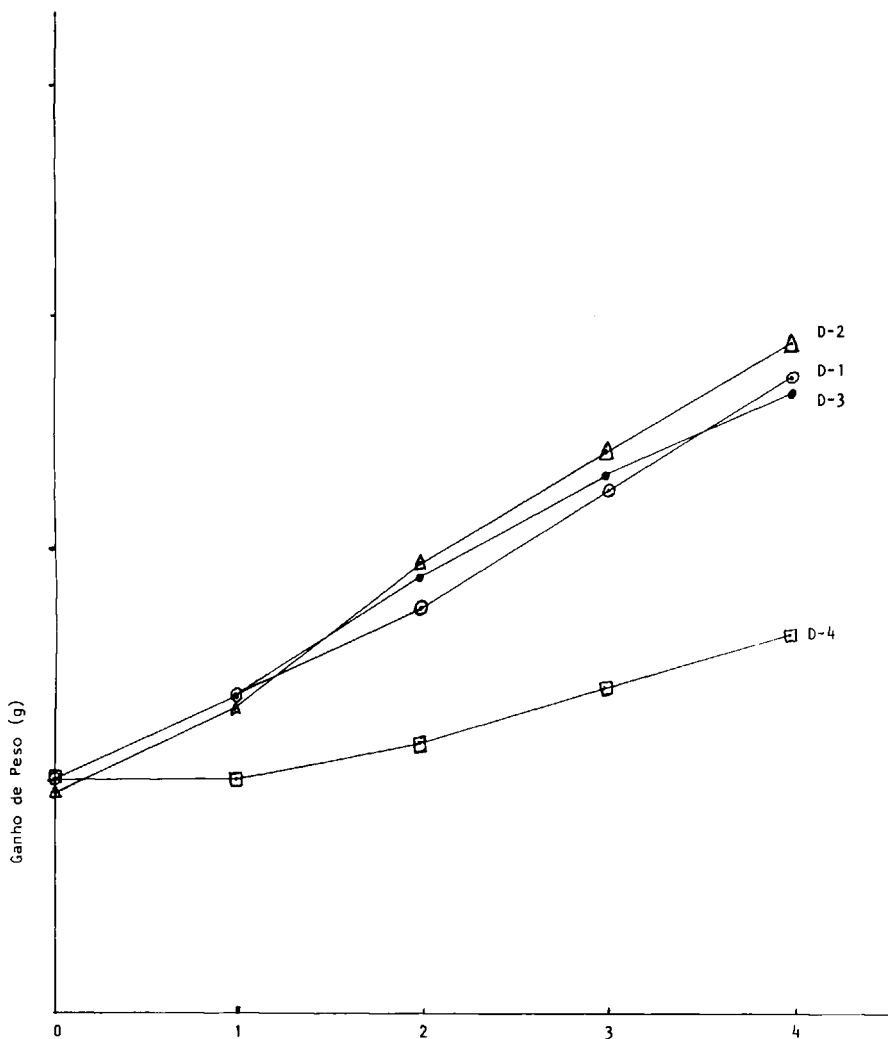
As curvas de crescimento estão indicadas na Figura 1. Dieta desintoxicada + caseína (D-2) induziu um crescimento melhor enquanto que, a dieta desintoxicada (D-3) provocou um aumento de peso semelhante ao da caseína. A colza crua (D-4) não desintoxicada, realmente resulta num crescimento inferior comprovando que a semente tem fatores tóxicos, os quais são eliminados ou diminuídos durante a desintoxicação ou lixiviação com água.

Qualidade biológica da proteína

A Tabela 4 indica os resultados dos parâmetros utilizados para medir a qualidade biológica da proteína da torta desengordurada da colza (desintoxicada e não desintoxicada) de acordo com o crescimento dos animais (PER) e retenção do nitrogênio (digestibilidade, NPU e valor biológico).

A qualidade biológica da proteína da torta desintoxicada, ao nível de 5% (dieta 2) e 10% (dieta 3) foram semelhantes ao da caseína (PER controle 3,18 vs 3,08 (5%) e 2,98 (10%) respectivamente). A torta crua causou uma queda no PER (2,28).

No entanto, esses valores estão aquém daqueles relatados por BALLESTER *et alii* (1977) cujo PER para a torta crua foi de 0,94; com 5% de torta desintoxicada elevou-se para 1,97.



Período do experimento: 4 semanas.

Fig. 1. Curva de crescimento dos animais em gramas, por dieta e por período de tempo. Caseína: \odot ; torta desintoxicada, 5%: Δ ; torta desintoxicada, 10%: \bullet ; torta crua, 10%: \square .

Tabela 4. Avaliação biológica da torta de colza, comparada com a caseína, em ratos, durante experimento de 28 dias

Dietas	Peso		Ganho		Consumo		Consumo		PER		Diges-		V.B.	
	inicial	final	em	em	ração	proteína	ração	proteína	%	%	tibili-	dade	NPU	%
	g	g	g	g	g	g	g	g	%	%	%	%	%	%
D-1	51,5	140,7	89,2	279,7	27,97	3,18	95,9	77,1	80,4					
D-2	48,3	145,9	97,5	301,1	31,61	3,08	90,5	55,2	61,0					
D-3	48,2	138,9	90,7	286,8	30,40	2,98	83,8	56,9	67,9					
D-4	48,4	82,7	34,2	143,9	14,96	2,28	88,3	55,0	62,3					

D-1. Dieta controle: controle = 100% de teor proteico em caseína

D-2. 50% do teor proteico em torta desintoxicada e 50% em caseína

D-3. 100% do teor proteico em torta desintoxicada

D-4. 100% do teor proteico em torta não desintoxicada (crua)

Ressalte-se que a digestibilidade para a colza no presente estudo, foi elevada (88,3%), porém, esse fato não significa que a proteína tenha sido utilizada pelo animal para fins de síntese e renovação dos tecidos. Indica apenas que de 100% da proteína ingerida 88% foi digerida.

A digestibilidade da dieta 2 (torta + caseína), foi melhor que a torta desintoxicada sozinha, porém, 50% da fonte proteica é proveniente da caseína, cuja digestibilidade é elevada.

Por outro lado, a torta desintoxicada apresentou bons resultados para a utilização líquida proteica e o valor biológico, indicando que a proteína retida foi bem utilizada para o crescimento, renovação e síntese dos tecidos.

Em relação ao coeficiente de eficiência proteica (PER), as dietas 1, 2 e 3 ao nível de 5% de probabilidade baseado no teste de Tukey, não diferem significativamente entre si. Porém, alguma toxicidade persiste na torta crua, uma vez que, o resultado estatístico foi diferente para a dieta D-4.

Quanto à digestibilidade, não houve diferenças significativas entre a dieta D-3 à base de farinha desintoxicada e a dieta D-4 à base de farinha crua. Já a dieta D-2 (torta desintoxicada + caseína) aproxima-se mais do padrão, caseína (D-1). Para a utilização líquida proteica (NPU) não existe uma diferença significativa entre as dietas 2, 3 e 4 todas as três fornecem igualmente nitrogênio suficiente para a manutenção e síntese dos tecidos. Já para o valor biológico, a dieta D-3 difere do padrão caseína e das dietas D-2 e D-4 significativamente.

As análises estatísticas confirmaram que, ao nível de 10%, a torta crua cujo PER foi mais baixo (2,16) difere significativamente do PER das outras dietas. Porém, esse valor está acima daquele relatado por BALLESTER *et alii* (1977) que foi de 0,94. Como o PER para a dieta

da torta desengordurada e desintoxicada não difere estatisticamente do controle caseína e da torta + caseína, conclui-se que, o método de lixiviação foi eficiente. Estatisticamente o valor biológico da torta aproxima-se da caseína, indicando que sua qualidade nutricional é boa.

O método de extração dos fatores tóxicos da colza (2 horas de extração contínua com água e subsequente secagem na estufa a 70°C até peso constante) foi eficiente de acordo com os resultados obtidos para o presente ensaio biológico.

A Tabela 5 indica a média dos pesos dos órgãos dos animais que receberam as dietas experimentais em ensaio que durou 60 dias. Observa-se, que os ratos que receberam a dieta à base de farinha crua tiveram órgãos maiores. Em relação às outras dietas, os pesos foram semelhantes ao do controle. Porém, os resultados especialmente para a tireóide, rins e supra renais estão bem abaixo daqueles relatados por BALLESTER *et alii* (1977).

A caseína substituindo 5% da dieta da torta desintoxicada não afetou os pesos relativos dos órgãos.

Ensaio toxicológicos

Os animais após sacrifício, pesagem e secagem foram submetidos à análise química. A análise química revelou algumas características.

Após 28 dias de experimento os animais tratados com torta crua (dieta-4) tiveram menos água em relação ao controle, porém, os outros valores para todas as dietas foram semelhantes; os que menos retiveram proteína foram os animais tratados com caseína e torta desintoxicada. Porém, esse experimento foi de curta duração, os resultados poderiam ser diferentes em experimento de longa duração (60 e 90 dias), (Tabela 6).

Tabela 5. Peso médio (relativo) de órgãos de ratos, machos e fêmeas, alimentados com diferentes dietas em ensaio de 60 dias (março/abril/maio de 1986)

Dietas	Tireóide**		Coração*		Fígado*		Baço*		Rins*		Supra-renaais**	
	machos	fêmeas	machos	fêmeas	machos	fêmeas	machos	fêmeas	machos	fêmeas	machos	fêmeas
D-1-Caseína	6,7	0,13	0,3746	0,3772	3,8825	3,6662	0,2499	0,3229	0,7388	0,8101	14,1	32,7
D-2-Farinha desintoxi- cada + caseína	6,9	0,23	0,3601	0,3994	0,9390	3,5038	0,1787	0,3955	0,6960	0,7778	16,3	35,3
D-3-Farinha desintoxi- cada	10,2	10,00	0,3460	0,3662	4,1469	4,2442	0,2038	0,3462	0,7616	0,8093	18,5	24,9
D-4-Farinha crua	18,9	15,80	0,4224	0,4074	5,4062	6,1518	0,2277	0,3988	1,1206	1,0729	26,0	28,2

*g/100g de peso corporal

**mg/100g de peso corporal

Tabela 6. Análise química das carcaças dos ratos após experimento de 28 dias

Dietas	Peso fresco x̄ g	Peso Seco x̄ g	Água %	Extrato etéreo %	Proteína (Nx6,25) %	Cinzas %
D-1	140,7	49,8	35,3	32,6	52,5	9,1
D-2	145,9	50,6	34,6	37,9	46,6	14,0
D-3	138,7	45,3	32,6	29,8	51,8	14,8
D-4	82,7	28,0	28,0	32,0	51,2	14,7

Estudos histopatológicos

A análise histopatológica dos órgãos dos animais submetidos à diferentes dietas tendo como fonte proteica a caseína e/ou a torta de colza será descrita a seguir:

Descrição da tireóide

A tireóide dos ratos do grupo controle (Dieta 1) é constituída por 2 ou 3 camadas de folículos grandes que se colocam na periferia do órgão (Figura 2). Estes folículos são ovais, com epitélio aplainado e contém colóide mais denso apresentando vacuolos de reabsorção na periferia. No centro da glândula os folículos são menores, regulares, arredondados apresentando epitélio cúbico de citoplasma claro, vacuolar e núcleos regulares centrais de cromatina frouxa e nucléolos inconspícuos. O colóide é mais frouxo com vacuolos de reabsorção em menor número (Figura 3).

O interstício inter folicular é constituído de conjuntivo fibroso frouxo que alberga vasos delicados de paredes finas e endotélio achatado. Observa-se em algumas tireóides focos diretos de infiltrado celular linfo-histocítico e esparços mastócitos. Não há diferenças histológicas entre ratos machos e fêmeas.

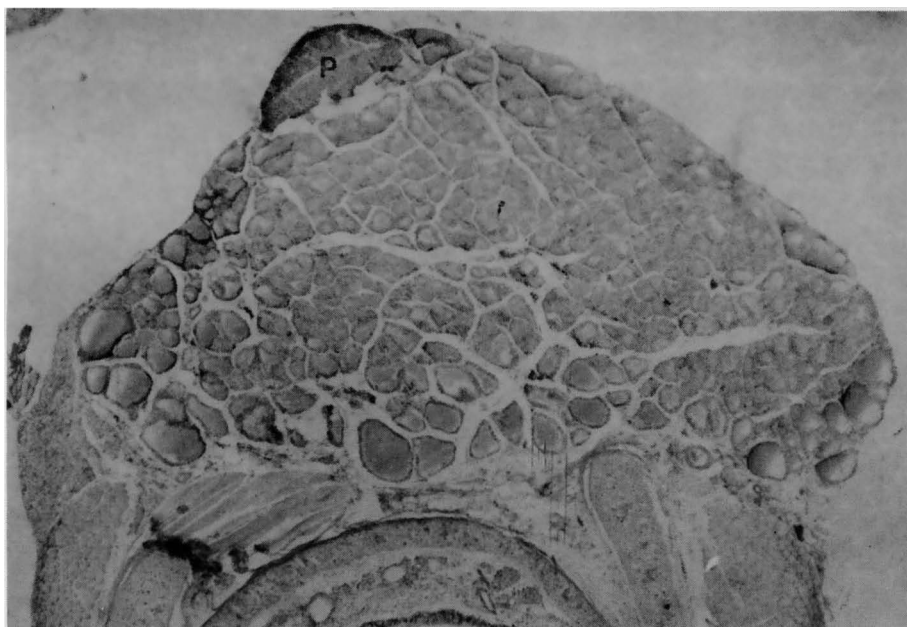


Fig. 2. Tireóide. Grupo controle- Folículos grandes na periferia contendo colóide denso. Folículos centrais menores com colóide mais frouxo. Notar presença de paratireóide -P (H.E. - 30x)

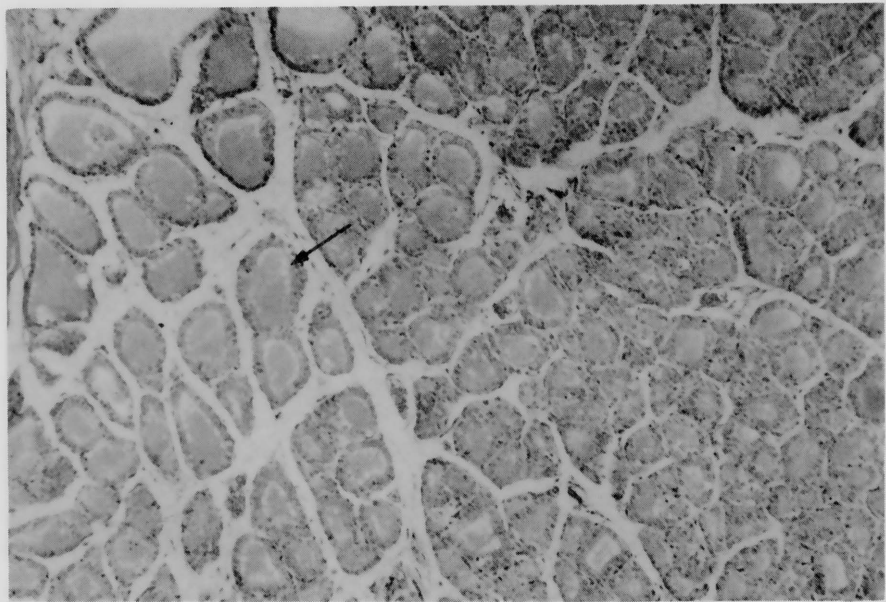


Fig. 3. Tireóide: Grupo controle- Folículos periféricos à esquerda contendo colóide densificado com vacúolos de reabsorção (seta). Folículos centrais menores, à direita (H.E. - 80x)

Os dois grupos de animais que receberam as dietas 2 e 3 se comportaram de maneira semelhante. O tamanho da glândula não difere significativamente do tamanho da dos controles (Figura 4). Observa-se uma discreta tendência à diminuição do tamanho dos folículos centrais, que se mostram com colóide escasso. As células que revestem estes folículos são mais cúbicas, com vacuolização citoplasmática e poucos vacúolos de reabsorção. Os vacúolos reabsortivos aumentam quando existe colóide mais denso em folículos maiores que se interpõem com folículos menores centrais acima descritos (Figura 5). As diferenças com o grupo controle não são acentuadas.

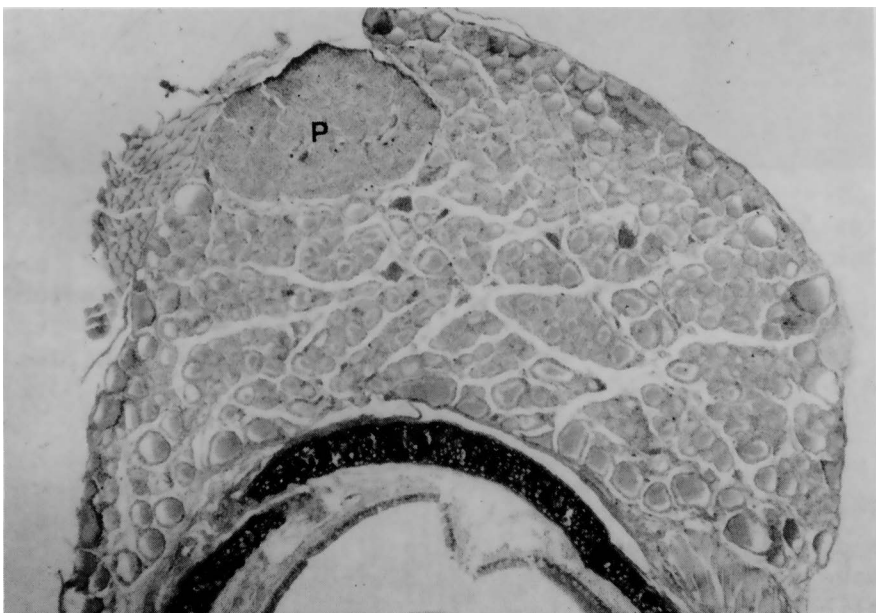


Fig. 4. Tireóide: Grupo D₂ - D₃ - Tamanho da glândula aproximadamente semelhante às dos ratos com dieta controle - D₁ (H.E. - 30x)

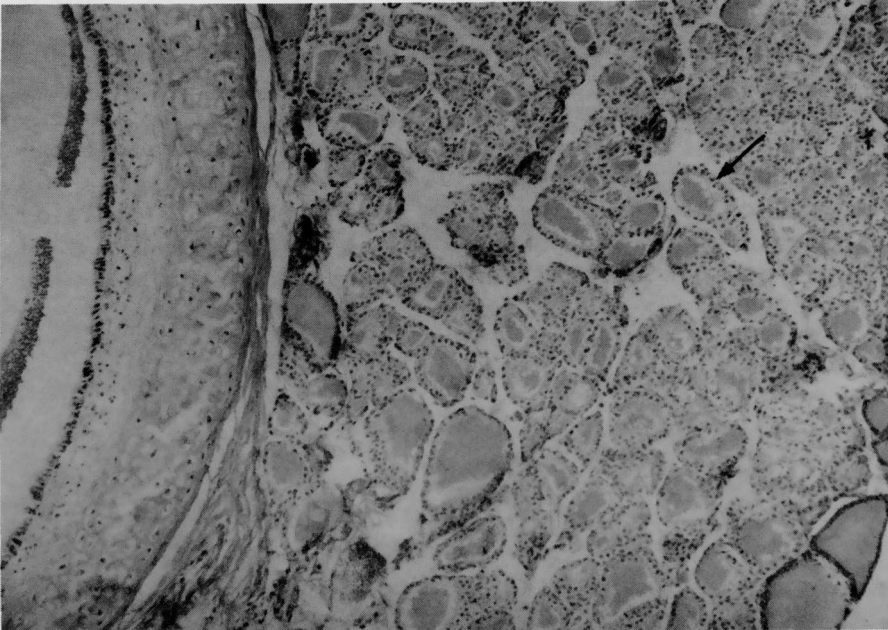


Fig. 5. Tireóide: Grupo D₂ - D₃ - Tendência à diminuição no tamanho dos folículos centrais que se mostram com colóide escasso. Folículos maiores com colóide denso e vacúolos de reabsorção interpondo-se aos pequenos folículos centrais (seta) (H.E. - 80x)

A tireóide dos animais do grupo 4 mostraram sensível diminuição do volume (Figura 6) quando comparadas às do grupo de controle (Figura 2). A diminuição do tamanho da glândula é função da diminuição do tamanho dos folículos centrais (Figura 7). Estes se mostram com epitélio cúbico com escassa vacuolização citoplasmática. Há poucos vacúolos de reabsorção do colóide nestes folículos (Figura 8).

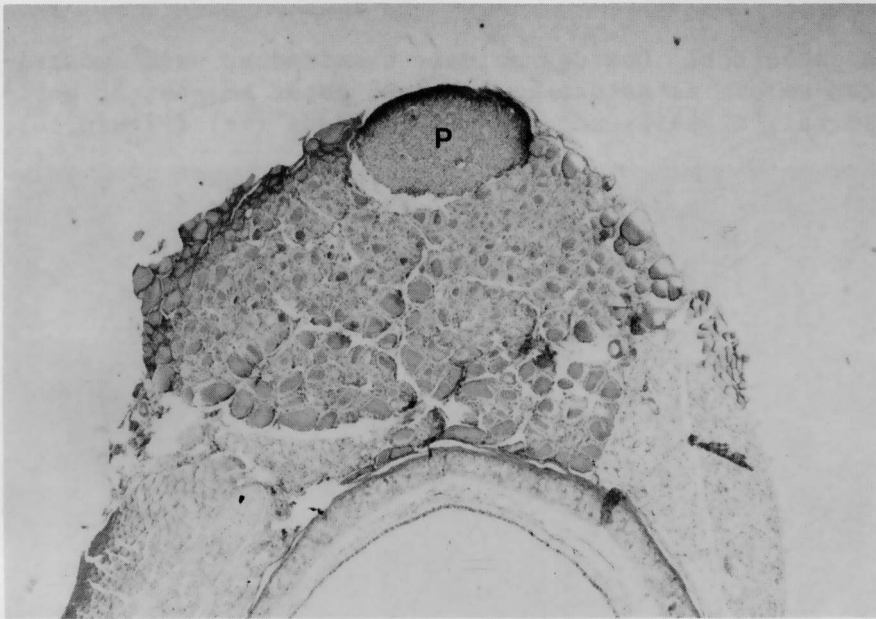


Fig. 6. Tireóide: Grupo D₄ - Diminuição de volume da glândula quando comparada às dos ratos submetidos à dieta controle D₁ (H.E. - 30x)

Não houve completa homogeneidade de alterações em todas as tireóides do grupo D₄; em alguns casos as alterações eram mais discretas e superponíveis às aquelas observadas no grupo D₂ - D₃.

Descrição do fígado

Os fígados dos ratos submetidos à dieta 1 foram normais. Os fígados dos ratos da dieta 2 mostraram-se com discreta vacuolização lipídica dos hepatócitos (esteatose ou degeneração gordurosa). Dos 10 animais observados, apenas dois mostraram-se com a alteração acima descrita, tendo sido classificada como tendo intensidade (+) de esteatose (Figura 9). Nos fígados de 60% dos ratos da dieta 3, encontrou-se um progressivo aumento das vacuolizações citoplasmáticas lipídicas dos

hepatócitos. Dos dez animais examinados, seis mostraram-se com esteatose em pequenas gotas em posição periportal, classificada como intensidade (++) (Figura 10).

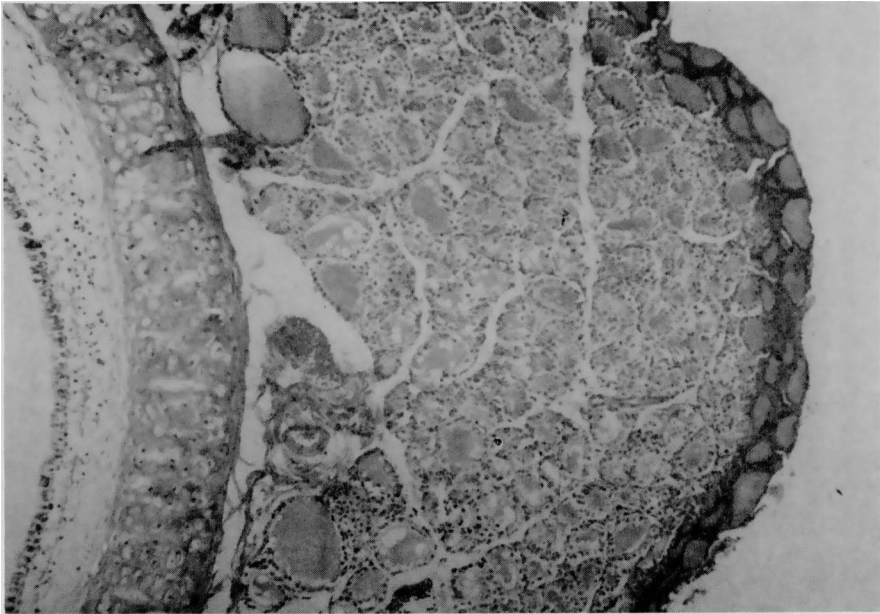


Fig. 7. Tireoide: Grupo D₄ - Folículos centrais diminuídos de volume (H.E. - 80x)

Os fígados de 60% dos ratos da dieta 4 apresentaram esteatose mais acentuada, não se limitando aos hepatócitos peri-portais, porém, eram de distribuição difusa. A maioria dos vacúolos eram pequenos (esteatose em pequenas gotas) havendo raros hepatócitos univacuolados com deslocamento do núcleo para a periferia (esteatose em grandes gotas). Classificamos como de intensidade (+++) a degeneração lipídica dos hepatócitos destes animais (Figura 11).

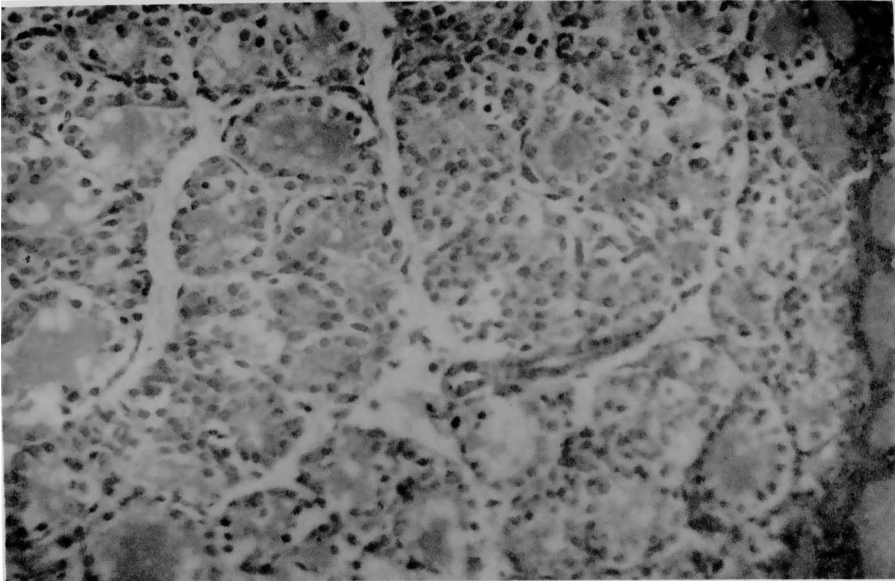


Fig. 8. Tireóide: Grupo D₄ - Folículos centrais menores quando comparados com aqueles das tireóides do grupo controle. Epitélio folicular cúbico baixo. Colóide escassos com poucos vacúolos de reabsorção (H.E. - 200x)

Não se observou necrose hepatocelular ou distorção da arquitetura orgânica por BALLESTER *et alii* (1973, 1977).

Descrição dos rins

Apenas um animal do Grupo Controle apresentou uma discreta calcificação tubular. Esta mesma alteração, de intensidade semelhante, foi vista também em 1 (de 10) animal do Grupo 2.

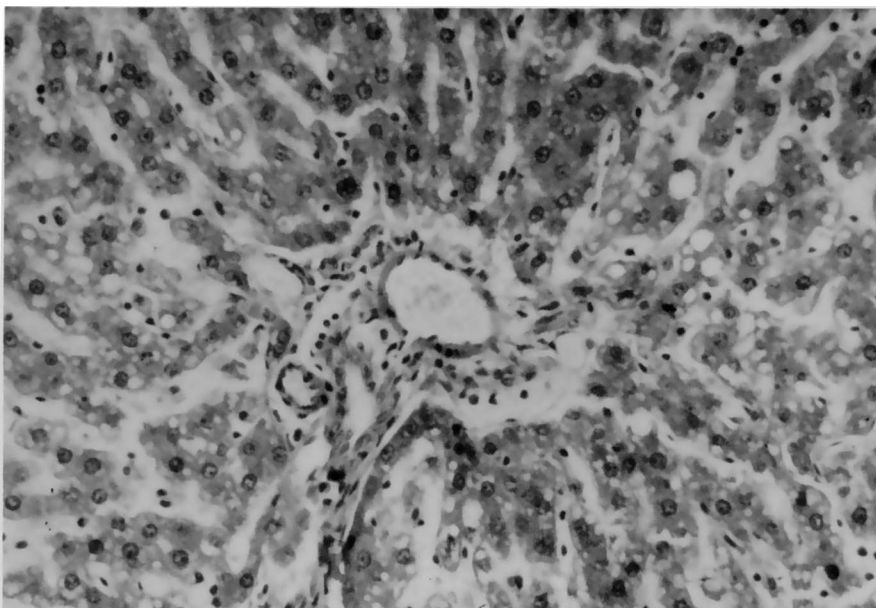


Fig. 9. Fígado: Rato submetido à Dieta D₂ - Esteatose de intensidade (+) em hepatócitos peri-portais (H.E. - 200x)

No grupo 4, três animais apresentaram intensa calcificação tubular (nefrocalcinose), sendo todos os rins pertencentes às fêmeas do Grupo (Figura 12). Ainda três animais mostraram vacuolização citoplasmática das células tubulares.

Quanto aos órgãos, coração, baço e supra-renais, não se mostraram com alterações histopatológicas decorrentes das quatro Dietas a que os animais foram submetidos.

Tireóide

A tireóide dos ratos controle (Dieta 1) mostrou histologia normal.

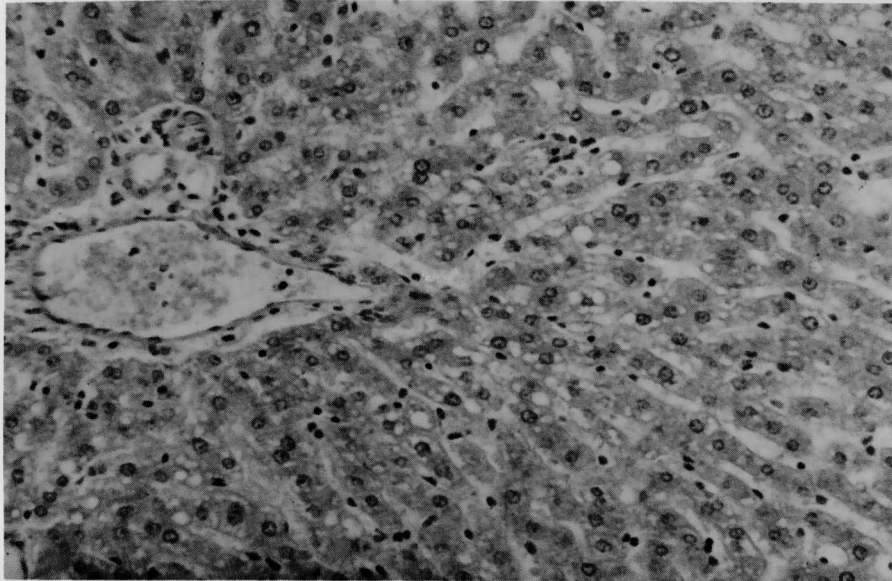


Fig. 10. Fígado: Rato submetido à Dieta D₃ - Esteatose de intensidade (++) em hepatócitos peri-portais (H.E. 200x)

As tireóides dos ratos submetidos às dietas 2 e 3, ao contrário do descrito na literatura (BALLESTER, *et alii*, 1973 e 1977), não demonstraram alterações que suscitassem de um efeito bociogênico com hiperfunção da glândula cujas características são: tireóide de volume maior, com folículos tiroideanos pequenos, colóide rarefeito, inúmeros vacúolos de reabsorção e epitélio prismático alto. Ao contrário, os animais desse experimento apresentaram tireóide diminuída de volume e com interposição na posição central de folículos grandes de colóide denso e poucos vacúolos de reabsorção além de apresentarem um epitélio cúbico baixo e pouco vacuolizado. Portanto, o efeito bociogênico tóxico com hiper-

função da glândula (tipo Doença de Basedow-Graves) não foi demonstrado. Nas tireóides do grupo tratado com a Dieta 4, onde as alterações foliculares foram semelhantes às do Grupo 2 e 3, excetuando-se a menor densidade de folículos por área e, portanto, uma diminuição no volume da glândula.

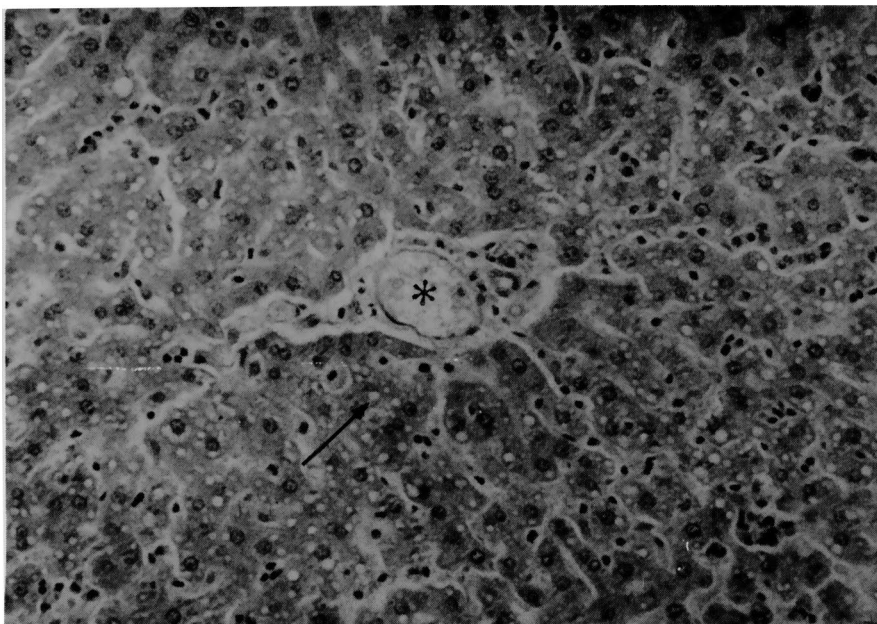


Fig. 11. Fígado: Rato submetido à Dieta D₄ - Esteatose (seta) de intensidade (+++) em hepatócitos peri-portais (*) (H.E. - 200x)

Pode-se inferir portanto, que a concentração de glicosinolatos tóxicos e de isotiocianatos nas Dietas não foram insuficientes para induzir alterações de hiperfunção na tireóide, no presente experimento.

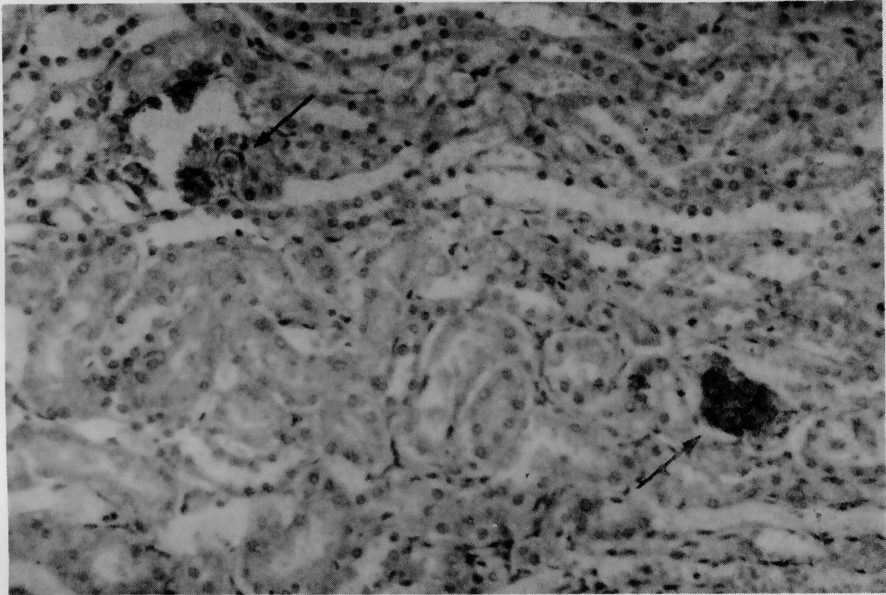


Fig. 12. Rim: Rato submetido à Dieta D₄ - Calcificação focal em túbulo contornado distais (setas). (H.E. - 200x)

Por outro lado, o tamanho menor dos órgãos sugere que a proteína da torta de colza não desintoxicada produz compostos no seu metabolismo, que inibem o crescimento.

Fígado

As alterações observadas no fígado, de modo nenhum parecem justificar hepatotoxicidade acentuada das Dietas. Apenas de modo discreto, pode-se observar acúmulo de lipídeos nos hepatócitos, dado por finos vacúolos intracitoplasmáticos. No Grupo tratado com a Dieta 4, a esteatose foi um pouco mais acentuada. Em nenhum animal foi observado danos graves celulares ou

progressão para a cirrotização hepática como descreve BALLESTER (1977). O acúmulo de lípidos nas células hepáticas têm causas variadas. No presente caso, podemos conjecturar que a Dieta 4, não teria valor biológico suficiente acarretando deste modo a deficiência na formação de fosfolípidos (45).

Rins

Os rins foram essencialmente normais à exceção de três animais fêmeas do Grupo da Dieta 4, que apresentaram intensa nefrocalcinose sem hidronefrose.

Sabe-se que animais com graves lesões renais que levam à insuficiência renal prolongada, podem desenvolver hiperplasia da paratireóide com aumento do paratormônio e conseqüente calcificações metastáticas.

No presente experimento, não houve lesões renais, podendo-se inferir que a nefrocalcinose observada pode ser decorrente da Dieta. Sabe-se que dietas com alto teor proteico podem levar a calcificações renais, idem dietas deficientes em potássio.

Calcificações tubulares não são raras de se observar em animais tidos como normais e sua real etiopatogênica fica difícil de ser estabelecida. Neste caso não havia hiperplasia das paratireóides, as quais puderam ser analisadas nos cortes histopatológicos da tireóide.

Coração - Baço - Supra-renais

Nenhuma alteração histopatológica foi identificada no coração, baço e supra-renais para todos os grupos observados.

CONCLUSÕES

O tratamento de desintoxicação da torta por lixiviação durante 2 horas, diminui a toxicidade da torta, de acordo com os parâmetros que mediram a qualidade biológica da torta. Os principais responsáveis pela

toxicidade, isiotiocianato (ITO) e 5-vinyl-oxalodinetione (VTO), não foram dosados no presente estudo. No entanto, sabe-se que a semente de colza utilizada CTC-4, tem baixos níveis de glicosinolatos obtidos através do melhoramento genético.

A despeito da sua simplicidade, o procedimento, mesmo realizado a nível de laboratório consome muito tempo. No entanto, esse procedimento diminui o VTO ao mínimo e o ITC não é detectado.

O PER aumentou de 2,28 para 3,08. O material desintoxicado mostrou um crescimento satisfatório do rato ao nível de 10% de proteína.

Não causou hipertrofia da tireóide quando comparado com a farinha crua e a caseína.

Os resultados do presente estudo confirmam a boa qualidade da proteína da torta de colza obtida da semente CTC-4.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, C.E. & DOW, D.S. The biological assessment of the value of rapeseed oil meal as a dietary component. *Science in Agriculture*, University Park, 32:403-10, 1952.
- Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis*. 11.ed. Washington, 1970. 956p.
- BALLESTER, D.; KING, J.; VERA, P.; BRUNSER, O.; YANEZ, E.; MONCKEBERG, F. Toxicity of water extrated rapeseed meal in the rat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Oxford, 28:855-62, 1977.
- BALLESTER, D.; RODRIGO, R.; NAKOUZI, J.; CHICHESTER, C. O.; YANEZ, E.; MONCKEBERG, F. Rapeseed meal. III. A simple method for detoxification. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Oxford, 21:143-4, 1970.

- BALLESTER, D.; RODRIGUEZ, B.; ROJAS, M.; BRUNSER, O.; REID, A.; YANEZ, E.; MONCKEBERG, F. Rapeseed meal. IV. Continuous water extraction and short term feeding studies in rats with the detoxified product. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Oxford, 24:127-38, 1973.
- BALLESTER, D.; VERA, P.; KING, J.; BRUNSER, O.; YANEZ, E. Comparative effects of semisynthetic D-5-vinyl-2-Thioxazolidone and water. Extrated rapeseed meal in the rat. *Annals of Nutrition and Metabolism*, Base, 26:301-7, 1982.
- BALLESTER, D.; YANEZ, E.; REID, A.; TELLEZ, M.; TAGLE, M.A.; DANOSO, G. Torta de raps (*Brassica napus*). I. Estudio de toxicidad em la rata. *Nutricion, Bromatologia, Toxicologia*, Santiago, 6:129-39, 1967.
- BELL, J.M. Rapeseed oil, meal, and by - product utilization. In: RAPESEED SYMPOSIUM, Vancouver, 1977. *Proceedings*. Winnipeg, Rapeseed Association of Canada, 1977.
- BELL, J.M.; BENJAMIN, B.H.; GIOVANNETTI, P. Histopathology of thyroid and livers of rats and mice fed diets containing *Brassica* glucosinolates. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, 52:395-406, 1972.
- BELL, J.M. & WILLIAMS, K. Growth - depressing factors in rapeseed oil meal. *Canadian Journal of Agricultural Science*, Ottawa, 33:201-9, 1953.
- BELL, J.M.; YOUNG, C.G.; DOWNEY, R.K. A nutritional comparison of various rapeseed and mustard seed solvent - extracted meals of different glucosinalate composition. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, 51:259-70, 1971.
- CARROL, K.K. Isolation of an anti-thyroid compound from rapeseed (*Brassica napus*). *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, New York, 71: 622-4, 1949.
- CHESNEY, A.M.; CLAWSON, T.A.; WEBSTER, B. Endemic

- goitre in rabbits. I. Incidence and characteristics. *Bulletin of John's Hopkins Hospital*, Baltimore, 43:261-77, 1928.
- CLANDININ, D.R. *Canola meal for livestock and poultry*. Winnipeg, Canola Council of Canada, 1981. 25p. (Publication n° 59).
- CLANDININ, D.R. & BAILEY, L. Rapeseed oil meal studies. II. Effects of feeding rapeseed oil meal on the structure of the thyroid glands of laying hens and chickens. *Poultry Science*, Champaign, 39:1239. (Abstract).
- CLANDININ, D.R.; BAILEY, L.; CABELLERO, A. Rapeseed meal studies. V. Effects of (\pm) 5-vinyl-2-oxazolidinethione, a goitrogen in rapeseed meal, on the rate of growth and thyroid function of chicks. *Poultry Science*, Champaign, 45:833-9, 1966.
- DOWNEY, R.K. The origin and description of the brassica oil seed crops. In: HIGH and lowerucic acid rapeseed oils. Production, usage, chemistry and toxicological evaluation. New York, Academic Press, 1983. p.1-20.
- EAPEN, K.E.; TAPE, N.W.; SIMS, R.P. New process for the production of better quality rapeseed oil and meal: detoxification and dehulling of rapeseeds - Feasibility study. *Journal of the American Oil Chemists Society*, Champaign, 46:52, 1969.
- FAO/WHO. *Energy and protein requirements*. Rome, 1973. (Technical Report Series, 522).
- FENWICK, R.G. & MULLIN, J.W. Glucosinolates and their breakdown products in food and food plants. *CRC Critical Review in Food Science and Nutrition*, Boca Raton, 18(2):123-201, 1986.
- FINLAYSON, A.J. The seed protein contents of some cruciferae. In: VAUGHAN, J.G.; McLEAD, A.J.; JONES, B.M.G., ed. *The biological and chemistry of the cruciferae*. London, Academic Press, 1976. p.274-306.
- GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. 4.ed.

São Paulo, Nobel, 1970. 430p.

- GRIESBACH, W.E. & PURVES, H.D. The significance of the basophil changes in the pituitary deficiency. *British Journal of Experimental Pathology*, Oxford, 26:13-27, 1945.
- HERCUS, C.E. & PURVES, H.D. Studies on endemic and experimental goitre. *Journal of Hygiene*, Cambridge, 36:182-203, 1936.
- HOUGEN, F.W. & STEFANSSON, B.R. Rapeseed. In: ADVANCES in cereal science and technology. Saint Paul, American Association of Cereal Chemists, 1982. v.5, p.261-89.
- INÁCIO, L. O fracasso da colza no Rio Grande do Sul. *O Estado de São Paulo*, São Paulo, 17 out. 1984. Suplemento Agrícola, p.6-7.
- JOSEFSSON, E. Nutritional value and use of rapeseed meal. In: APPELQUIST, L.A. & OHLSON, R. *Rapeseed cultivation, composition, processing and utilization*. New York, Elsevier, 1972. p.354-75.
- LIEDEN, S.A.; HAMBRAEUS, L. Removal from rapeseed of a low molecular weight substance affecting the pregnant rat. *Nutrition Reports International*, Los Altos, 16:367-76, 1977.
- LO, M.T. & HILL, D. Composition of the aqueous extracts of rapeseed meals. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Oxford, 23:823-30, 1972.
- LOMBARDI, B. Consideration of the pathogenesis of fatty liver. *Laboratory Investigation*, New York, 15:1, 1966.
- MATSUMOTO, T.; ITHOH, H.; AKIBA, Y. Effects of (-)-5-vinyl-2-oxazolidinethione on the radioiodine metabolism in growing chicks. *Poultry Science*, Champaign, 48:1061-9, 1969.
- MATSUMOTO, T.; ITHOH, H.; AKIBA, Y. Goitrogenic effects of (-)-5-vinyl-2-oxazolidinethione a goitrogen in rapeseed in growing chicks. *Poultry Science*,

Champaign, 47:1323-30, 1968.

MILLER, D.S. & BENDER, A.E. The determination of the net utilization of protein by a shortened method. *British Journal of Nutrition*, Cambridge, 9(32): 383-8, 1955.

MUKHERJEE, R.D.; MANGOLD, H.K.; EL NOCKRASHY, A. S. Nutritional evaluation of low-glucosinolate rapeseed meals obtained by various processes. *Annals of Nutrition and Metabolism*, Base, 23:1-10, 1979.

MUSTAKAS, E.C.; KIRK, L.D.; GRIFFIN, E.L.; BOOTH, A.N. Crambe seed processing: removal of glucosinolates by water extraction. *Journal of the American Oil Chemists Society*, Champaign, 53:12-46, 1976.

NAKAYA, T. & TAGAMI, S. Studies on the feeding effect of rapeseed oil meal. VII. Effect of hot water treatment on rapeseed oil meal 3. Histological observations on the thyroid gland of rats and chicks. *Japanese Journal of Zootechnical Science*, Tokyo, 36: 324-33, 1965.

RÖBBELEN, G. & THIES, W. In: TSUNODA, S.; HINATA, K., GOMEZ-CAMPO, C., ed. *Brassica crops and wild allies*. Tokyo, *Japanese Science Society*, 1980. p.285-299.

SALMON, R.E. & BIELEY, J., ed. *Canadian Rapeseed meal-poultry and animal feeding*. Winnipeg, Rapeseed Association of Canada, 1978. (Publication n° 51).

SCHIMIDT, W.; BERGNER, H.; WIRTHGEN, B. Effect of extracted rapeseed meal on the growth rate of chicks. II. Effect of extracted rapeseed meal and methyl-thiouracil supplement with thuroxine upon the level of iodine - 131 incorporation into the thyroid gland of chicks and upon enzyme activity GOT, GPT and LAP in chick liver (German). *Archiv fur Tierernaehrung*, Berlin, 20:461-71, 1970.

SOSULSKI, F.W.; SOLIMAN, F.S.; BHATKY, R.S. Diffuse extraction of glucosinolates from rapeseed. *Canadian Institute of Food Science and Technology*, Ottawa,

5:101, 1972.

TAPE, N.M.; SABRY, Z.I.; EAPEN, K.E. Production of rapeseed flour for human consumption. *Institut Canadian de Science et Technologie Alimentaire. Journal*, Ottawa, 3:78-81, 1970.

TURNER, C.W. Effect of rapeseed on the thyroid of the chick. *Poultry Science*, Champaign, 25:186-7, 1946.

VIAU, L.V. Cultura alternativa para o inverno. *A Granja*, Porto Alegre, 382:50-2, 1979.

VIAU, L.V.M.; MEDEIROS, R.B.de; CARBONERA, R.; COLOMBO, V. & ZAMERA, J.E.G., 1987. Desenvolvimento da Cultura da Colza Oleaginosa na Região Pioneira da COTRIJUÍ. In: RESULTADOS DE EXPERIMENTAÇÃO E PESQUISA NO CENTRO DE TREINAMENTO COTRIJUÍ - CTC, 1976-1986, Augusto Pestana, 1987. p.321-342.

WHITEHEAD, V.I.C. Basal Metabolism of the albino rat fed on goitrogenic diet. *British Journal of Experimental Pathology*, Oxford, 24:192-5, 1943.

Entregue para publicação em: 22/04/88

Aprovado para publicação em: 01/06/88