

COMPARAÇÃO ENTRE O EFEITO DO RESÍDUO DO ABACAXIZEIRO (CAULES E FOLHAS) E DA PECTINA CÍTRICA DE ALTA METOXILAÇÃO NO NÍVEL DE COLESTEROL SANGÜÍNEO EM RATOS¹

Juliana PIEDADE², Solange Guidolin CANNIATTI-BRAZACA^{3,*}

RESUMO

O presente trabalho visou a investigar o efeito da ingestão do resíduo do abacaxizeiro no nível do colesterol total, HDL-colesterol e LDL-colesterol em ratos em comparação com a pectina cítrica, e verificar o comportamento dos animais em relação ao consumo alimentar e ao ganho de peso nos períodos de 15, 30 e 45 dias. As dietas do resíduo proporcionaram um maior consumo alimentar quando comparadas às dietas de pectina. O maior ganho de peso foi observado nas dietas: controle e com 10% de resíduo aos 15 e 30 dias, e aos 45 dias somente a dieta controle. O resíduo proporcionou um ganho de peso intermediário e a pectina, o menor ganho de peso. Os tratamentos com a pectina foram mais efetivos na redução do colesterol total; no entanto, aos 15 dias, as dietas com 10% e 15% de resíduo, aos 30 dias a dieta com 10% de resíduo, e todas as dietas contendo resíduo aos 45 dias. A concentração plasmática do HDL-colesterol foi aumentada em quase todas as dietas, com exceção da dieta com 25% de pectina, que reduziu este nível aos 15 dias, e aos 30 dias o manteve igual ao da dieta- controle; e as dietas do resíduo que proporcionaram redução e manutenção do teor do HDL-colesterol aos 45 dias quando comparada a dieta controle. O LDL-colesterol foi reduzido em todos os tratamentos, principalmente para as dietas contendo pectina.

Palavras-chave: resíduo; abacaxizeiro; pectina cítrica; colesterol; rato.

SUMMARY

COMPARISON WITH THE EFFECT OF PINEAPPLE RESIDUE (STEMS AND LEAVES) AND THE HIGH METOXYL CITRIC PECTIN ON RATS BLOOD CHOLESTEROL LEVEL. The present work aimed to investigate the effect of pineapple residue on total cholesterol levels, HDL-cholesterol and LDL- cholesterol of rats in comparison with the citric pectin, and to verify the rats behavior in relation to the food intake and weight gain at 15, 30 e 45 days. Residue diets provided higher food consumption when compared to the pectin diets. The highest weight gains was observed for the following control-diets and 10% of residue at 15 and 30 days, and at 45 days only for control-diet. Residue provided intermediate weight gains and the pectin the smallest weight gain. Pectin treatments were more effective in the reduction of the total cholesterol; however, at 15 days, the diets with 10% and 15% of residue, at 30 days the diet with 10% of residue, and all the residue diets at 45 days. Plasmatic concentration of the HDL-cholesterol was increased in almost all the diets, except for the diet with 25% of pectin, which reduced this level at 15 days, and at 30 days maintained it equal to that of control diet. Residue diets provided both reduction and maintenance of HDL-cholesterol levels at 45 days when compared to the CONTROL-diet. O LDL-cholesterol was reduced in all treatments, principally to the pectin diets.

Keywords: residue; pineapple tree; citric pectin; cholesterol; rat.

1 – INTRODUÇÃO

O abacaxi é uma fruta muito apreciada nas principais regiões do mundo, não só por suas características peculiares, como pelo reconhecimento de suas notáveis qualidades nutritivas. É uma planta originária da América tropical e subtropical, e, muito provavelmente do Brasil e, é extensivamente cultivada nos trópicos e subtropicais de ambos os hemisférios [25]. No entanto, a abacaxicultura vem enfrentando graves problemas, devido ao alto percentual de resíduos agrícolas (soqueiras) que ela produz e que se apresenta como foco de pragas e doenças da cultura [13].

Sabe-se que o cultivo da soqueira proporciona vários problemas que se agravam com o passar dos anos, forçando o produtor a refazer o pomar. O primeiro problema é o aumento de densidade do cultivo provocado pela substituição de cada planta por duas ou três, originárias de rebentos. O segundo é devido à incidência cada

vez maior de pragas como as cochonilhas, brocas ou nematóides, e de doenças como a fusariose, que concorrem para um menor rendimento e para uma produção de frutos de pior qualidade. O terceiro problema se relaciona à produção de frutos heterogêneos, irregulares, pequeninos, de qualidade e maturação desuniforme [25].

A ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE [28] ressalta que a chave mestra para aumentar a expectativa de vida de uma população é a prevenção das doenças cardiovasculares. Sabe-se que níveis altos de colesterol sangüíneo, particularmente a fração LDL (lipoproteína de baixa densidade), têm sido associados ao risco de doenças cardiovasculares, e que pequena redução do seu nível plasmático está associada ao decréscimo significativo desse risco [4, 11].

O colesterol sangüíneo total e a fração LDL podem ser aumentados pela ingestão excessiva de calorias, gorduras saturadas e colesterol dietético e, possivelmente, por proteína animal. Inversamente, podem ser reduzidos por diminuição do peso corporal, substituição dietética dos ácidos graxos saturados por ácidos graxos poliinsaturados, fibra alimentar solúvel [4] e pelo consumo de alguns alimentos com propriedade de diminuir o colesterol, como frutas e leguminosas [36].

Vários trabalhos realizados com ratos mostram que

¹ Recebido para publicação em 16/05/2001. Aceito para publicação em 14/10/2002 (000654).

² Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ-USP

³ Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição/Nutrição Humana e Alimentos da ESALQ/USP. Cx. Postal 09, CEP 13418-900, Piracicaba/SP. Email: sgcbraza@carpa.ciagri.usp.br

* A quem a correspondência deve ser enviada.

a ingestão de fibras dietéticas solúveis em água, como a pectina e o farelo de aveia, produzem um decréscimo dos níveis de colesterol sérico e hepático [27]. Esse efeito hipocolesterolêmico das fibras solúveis em água pode ser atribuído à alteração que elas provocam na absorção e no metabolismo dos nutrientes, principalmente dos lipídeos.

Os efeitos fisiológicos da fibra dietética são devidos à composição e às propriedades físicas dos polissacarídeos presentes. Pode-se com razoável segurança afirmar que o ritmo de absorção da glicose depende da presença de compostos capazes de formar soluções viscosas, como a pectina. A presença de fibra dietética nos alimentos consumidos retarda a absorção dos nutrientes auxiliando o aparecimento da sensação de saciedade, que favorece o menor consumo de alimentos. A fração insolúvel da fibra não tem qualquer efeito no metabolismo lipídico, enquanto a porção solúvel em água tem propriedades hipocolesterolêmicas. A pectina, a goma guar, o psyllium (semente de *Plantago ovata*) e o farelo de aveia aparecem como convenientes para uso na hipercolesterolemia [14].

O presente trabalho teve por objetivos avaliar o efeito do resíduo do abacaxizeiro no nível do colesterol total, HDL-colesterol e LDL-colesterol em ratos, em comparação com a pectina, e verificar o comportamento dos animais em relação ao consumo alimentar e ao ganho de peso.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Preparo da amostra

Para a realização deste estudo foi utilizado o resíduo do abacaxizeiro da cultivar Smooth Cayenne, proveniente do município de Guaraçai S.P., sendo retirados do solo e imediatamente transportados para o Laboratório de Bromatologia e Nutrição Experimental do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP). As plantas foram pesadas, fez-se a separação das folhas e caules, determinaram-se seus respectivos pesos, procedeu-se então ao fracionamento em picadora, e posterior secagem em estufa de circulação de ar forçada a 55°C até peso constante, moagem em moinho de facas e homogeneização. O material já seco e moído foi armazenado em sacos plásticos de polietileno para alimentos, e colocados em geladeira a 4°C, para posterior utilização nas análises.

2.2 - Análises químicas do resíduo do abacaxizeiro

Os teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e cinza foram determinados de acordo com a metodologia recomendada pela AOAC [10]. A matéria seca, foi obtida por secagem das amostras em estufas a 105°C, até peso constante (aproximadamente 14 horas) sendo a umidade obtida por diferença (AOAC, método 925.10)[10]. O teor de nitrogênio foi determinado pelo método de microkjeldahl, sendo o teor protéico obtido pela multiplicação do conteúdo de nitrogênio total pelo fator 6,25 (AOAC,

método 977.02)[10]. A determinação de extrato etéreo foi realizada com o extrator de Soxhlet, utilizando como solvente o éter etílico (AOAC Method 920.39)[10]. A cinza foi obtida calcinando-se as amostras em mufla à temperatura de 600°C por 4 horas (AOAC, método 942.05)[10].

Para a determinação do conteúdo de fibra foi empregado o método proposto por ASP *et al.* [9], que emprega as enzimas α -amilase, para promover a hidrólise do amido e pepsina, seguido de pancreatina para a degradação da proteína. Os carboidratos foram obtidos por diferença diminuindo-se de 100 o somatório de proteínas, extrato etéreo, cinzas, fibra insolúvel e fibra solúvel [18].

2.3 - Ensaio biológico

2.3.1 - Preparo das dietas utilizadas no ensaio biológico

As dietas foram formuladas segundo American Institute of Nutrition -1993 [32] com adição de banha de porco com 127mg de colesterol/100g⁴, representando 7,5% do total da dieta, tendo, portanto, um total de 9,5mg de colesterol por 100g de dieta, estas foram consideradas controle.

A adição das fibras deu-se em detrimento do amido de milho, cuja fonte foi o produto comercial "Maizena". A caseína foi utilizada como fonte protéica.

As dietas testadas foram:

Dieta controle;

Dieta controle com 10% de resíduo do abacaxizeiro;

Dieta controle com 15% de resíduo do abacaxizeiro;

Dieta controle com 25% de resíduo do abacaxizeiro;

Dieta controle com 10% de pectina;

Dieta controle com 15% de pectina;

Dieta controle com 25% de pectina.

A Tabela 1 apresenta a composição das sete dietas avaliadas. Semanalmente foram elaboradas 2kg de cada dieta. Após o preparo, foram embaladas em sacos plásticos, etiquetados e mantidos sob refrigeração a 4°C.

2.3.2 - Animais utilizados

Utilizaram-se ratos machos (*Rattus norvegicus* var. albinos), da linhagem Wistar, obtidos de cruzamentos sucessivos do biotério do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP. No período pré-experimental, os animais, após serem desmamados, foram mantidos em gaiolas coletivas, à temperatura de 25°C, com ciclo claro-escuro de 12 horas, e tiveram livre acesso à ração comercial Purina até atingir o peso de 150 a 175g. No início do período experimental, os animais com 12 semanas em média, foram mantidos em gaiolas individuais, em ambiente com temperatura de 22°C a 23°C. A iluminação ambiente foi controlada para 12 horas de luz e 12 horas de obscuridade.

* Informação obtida através de e-mail (SADIA)

TABELA 1. Composição das dietas experimentais (g/100g): controle e suplementadas com o resíduo do abacaxizeiro e com a pectina.

Componentes	Dietas						
	Controle	10% Resíduo	15% Resíduo	25% Resíduo	10% Pectina	15% Pectina	25% Pectina
Casina	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Banha de porco	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Mistura salina ¹	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Mistura vitamínica ¹	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Colina	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
L-cistina	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Tertibutilhidroquinona	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014	0,0014
Sacarose	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Resíduo	0	10	15	25	0	0	0
Pectina (ATM)	0	0	0	0	10	15	25
Amido	62,45	52,45	47,45	37,45	52,45	47,45	37,45

¹ Fonte: REEVES *et al.* [31]

Foram utilizados 132 animais, dos quais seis foram sacrificados no início do experimento, após jejum de 12 horas. O sangue desses animais foi coletado pela técnica de punção cardíaca, e os resultados das análises de colesterol total, HDL-colesterol e LDL-colesterol realizadas foram determinadas inicialmente (TO).

Os demais animais foram divididos em 7 grupos, sendo que cada grupo foi utilizado para a avaliação das dietas elaboradas. Em cada grupo haviam dezoito animais, sendo que seis ratos foram sacrificados após 15 dias, outros seis após 30 dias, e os seis restantes após 45 dias do início do experimento.

Os animais receberam as dietas correspondentes a cada grupo e a água *ad libitum*. Os pesos dos animais e a ingestão alimentar foram monitorados três vezes por semana, durante os 45 dias do experimento. No final de cada período, os animais foram sacrificados e submetidos a uma incisão das cavidades abdominal e torácica para a coleta de sangue por punção cardíaca. As amostras de sangue foram analisadas logo após a coleta.

2.3.3 – Dosagem do colesterol sanguíneo total, HDL-colesterol e LDL-colesterol

O conteúdo plasmático de colesterol total e HDL-colesterol foi quantificado por teste enzimático colorimétrico, empregando-se o “kit” da indústria química clínica BIO-DIAGNÓSTICA Ltda. (Colesterol BD 310-S). Os métodos utilizados para a determinação do Colesterol Total e HDL – colesterol seguem os procedimentos descritos por ALLAIN *et al.* [1] e o LDL, por diferença.

2.4 – Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 7 tratamentos e 6 repetições [30]. Os tratamentos foram comparados através do teste F e se significativo foi realizado o teste de Tukey. Foi utilizado o programa SANEST [39].

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Caracterização do resíduo do abacaxizeiro

Foram utilizadas 80 plantas; o peso total do mate-

rial foi de 256kg, sendo 172kg de folhas e 34kg dos caules. Foram descartados 31kg e 19kg, respectivamente, de folhas e caules (*Tabela 2*).

TABELA 2. Porcentagem de folhas e caules do abacaxizeiro utilizados em relação ao total da planta.

% utilizadas em relação ao total da planta	
Folhas	67
Caules	13
Descarte	19

3.1.1 – Composição química

Os resultados da composição centesimal do resíduo do abacaxizeiro encontram-se na *Tabela 3*.

O teor de umidade encontrado na matéria *in natura* foi de 81%. Segundo PY *et al.* [31], o teor de umidade do resíduo do abacaxizeiro é de 81%, concordando com o resultado obtido em nosso estudo. Já os teores de proteína (8%), extrato etéreo (3%), cinzas (6%), discordam dos obtidos em nosso trabalho. Provavelmente estas diferenças na composição do resíduo podem ter ocorrido devido ao tipo de cultivar do abacaxizeiro, época de colheita do material, tratamentos culturais e das metodologias utilizadas nas análises químicas.

TABELA 3. Composição centesimal do resíduo do abacaxizeiro em matéria seca (g/100g).

Componentes*	Média ± DP
Proteína (N x 6,25)	3 ± 1
Cinza	8 ± 1
Extrato etéreo	7 ± 1
Fibra insolúvel	42 ± 1
Fibra solúvel	3 ± 1
Carboidratos disponíveis	38

**

*Médias e estimativa de desvio-padrão de três repetições

** 100 - (proteína + cinza + extrato etéreo + fibra insolúvel + fibra solúvel)

3.2 – Ensaio biológico

3.2.1 – Consumo alimentar e ganho de peso

O consumo alimentar dos animais foi maior nas dietas acrescidas de resíduo do abacaxizeiro do que com as dietas de pectina, não havendo diferença significativa em relação à dieta controle nos diferentes níveis de concentração e duração do ensaio de 15 e 30 dias (*Figura 1*). Estes resultados diferiram dos apresentados por MEDELLIN *et al.* [24], ALVARADO *et al.* [3] e FRIEDMAN *et al.* [17], em nopal cru e cozido, resíduo industrial do tomate (pele e semente) e farelo de aveia, respectivamente. Já os resultados apresentados concordaram com os resultados de ROSA *et al.* [33, 34] e SHINNICK *et al.* [35], de fibras mistas de feijões e farelo de aveia, respectivamente. Para as dietas com pectina os resultados estão de acordo com os estudos de ARJMANDI *et al.* [7, 8], que

trabalharam com psyllium e a pectina. Porém, discordaram dos resultados de AL-OTHMAN *et al.* [2] e YAMADA *et al.* [40], os quais estudaram o efeito da goma arábica e a goma guar, respectivamente na dieta.

Para as dietas com pectina, aos 45 dias foi observado que o aumento do nível de pectina da dieta reduziu o consumo alimentar. Este comportamento pode ser atribuído ao caráter hidrofílico de certas fibras, como as pectinas e as gomas, que fazem com que a taxa de esvaziamento gástrico seja mais lenta, aumentando a saciedade, e conseqüentemente reduzindo a ingestão de alimentos [15].

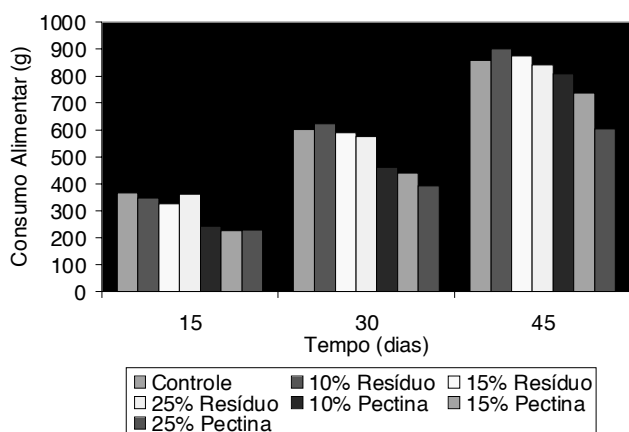


FIGURA 1. Consumo alimentar (CA) das dietas experimentais nos períodos de ensaio de 15, 30 e 45 dias. Nos tempos 15, 30 e 45 letras diferentes nas colunas indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos ($p \leq 0,05$).

O presente trabalho promoveu redução no ganho de peso dos animais alimentados com as dietas acrescidas de pectina em relação à dieta controle, concordando com os trabalhos de ARJMANDI *et al.* [7, 8] que pesquisaram pectina, psyllium e farelo de aveia. Porém, discorda dos resultados apresentados por AL-OTHMAN *et al.* [2]; JIMENEZ-VERGARA *et al.* [21] e YAMADA *et al.* [40], os quais pesquisaram a goma arábica, pectina e a goma guar, respectivamente.

Com o aumento nos níveis de pectina, observa-se uma redução acentuada no ganho de peso dos animais, principalmente aos 45 dias de ensaio, concordando com FIETZ & SALGADO [16], que constataram que os tratamentos com a adição de fibras dietéticas (pectina de alta metoxilação e pectina de baixa metoxilação) proporcionaram menor ganho de peso do que a dieta controle. O menor ganho de peso pode ser atribuído às concentrações elevadas de fibras dietéticas na alimentação, que proporcionam barreira física na absorção dos nutrientes, e aumentam a excreção fecal [22].

Pode-se observar que a dieta controle foi o tratamento que proporcionou o maior ganho de peso nos animais (Figura 2). VIGNE *et al.* [37] também relataram que a média de ganho de peso final foi significativamente menor em animais alimentados com a pectina quando comparados àqueles alimentados com celulose.

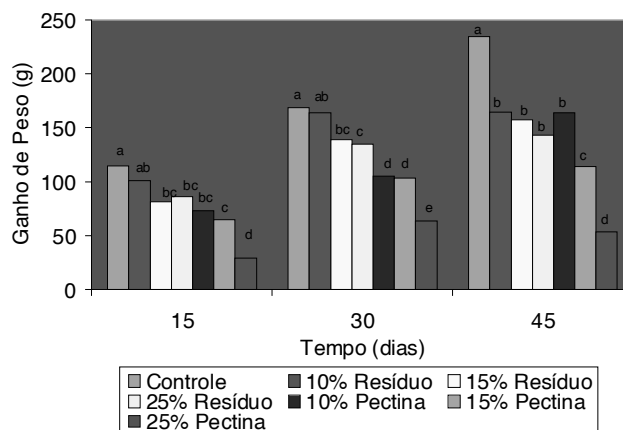


FIGURA 2. Ganho de peso (GP) proporcionado pelas dietas experimentais nos períodos de ensaio de 15, 30 e 45 dias. Nos tempos 15, 30 e 45 letras diferentes nas colunas indicam diferenças estatísticas entre os tratamentos ($p \leq 0,05$).

Aos 15 dias de ensaio, as dietas acrescidas de resíduo do abacaxizeiro tiveram redução no ganho de peso, com exceção da dieta com 10% de resíduo, a qual não diferiu significativamente da dieta controle. As dietas com 15% e 25% de resíduo foram equivalentes a 10% e 15% de pectina. Aos 30 dias, as dietas de resíduo diferiram das dietas de pectina, sendo que a dieta com 10% de resíduo não diferiu da controle, como ocorreu no tempo 15, concordando com os estudos de FRIEDMAN *et al.* [17] e MEDELLÍN *et al.* [24], e discordando dos trabalhos de ALVARADO *et al.* [3]; ROSA *et al.* [33, 34] e SHINNICK *et al.* [35]. Com 45 dias, o ganho de peso foi reduzido em todas as dietas do resíduo quando comparado à dieta controle, porém não diferindo da dieta com 10% de pectina, discordando do trabalho de MARTÍN-CARRÓN *et al.* [23], o qual não observou diferença significativa no ganho de peso dos animais alimentados com as dietas contendo produtos de uva.

3.2.2 - Colesterol total

Os animais no tempo zero apresentaram o colesterol total de $53 \pm 3\text{mg/dL}$.

A Tabela 4 apresenta o efeito dos tratamentos nos níveis séricos do colesterol total, aos 15, 30 e 45 dias de experimento.

Considerando-se o período do ensaio de 15 dias, o melhor resultado obtido na redução do colesterol total plasmático dos animais foi fornecido pela dieta de 25% de pectina, sem adição de fibras em relação à dieta controle. A dieta acrescida com 25% de resíduo não forneceu redução significativa. A dieta com 10% de resíduo obteve uma redução de 18% em relação à dieta-controle, não apresentando diferença significativa em relação à dieta com 15% de resíduo. Estes resultados discordam do estudo de ALVARADO *et al.* [3] que trabalhou com resíduo industrial do tomate e concordam com os trabalhos de FRIEDMAN *et al.* [17] e SHINNICK *et al.* [35], os quais promoveram redução no colesterol total sangüí-

neo dos animais que consumiram dietas com fibras mistas. Em estudo realizado por FIETZ [15], praticamente todos os tratamentos produziram efeito no nível do colesterol. O melhor efeito foi observado nos níveis de 10% e 15% de pectina de alta metoxilação para os tempos de 15 e 30 dias, concordando com os resultados do presente trabalho, com os mesmos teores de pectina.

TABELA 4. Concentração plasmática do colesterol total (mg/dL) em ratos alimentados com diferentes dietas.

Dietas	15 dias	30 dias	45 dias
	M ± DP	M ± DP	M ± DP
Controle ¹	302 ² ± 4 ³	260 ± 5 ^a	320 ± 3 ^a
10% Resíduo	249 ± 5 ^c	228 ± 2 ^b	235 ± 4 ^b
15% Resíduo	268 ± 3 ^{bc}	247 ± 2 ^{ab}	244 ± 2 ^b
25% Resíduo	277 ± 2 ^{ab}	254 ± 2 ^a	251 ± 5 ^b
10% Pectina	186 ± 1 ^d	180 ± 2 ^c	164 ± 2 ^c
15% Pectina	181 ± 4 ^d	171 ± 2 ^c	151 ± 2 ^c
25% Pectina	146 ± 3 ^e	139 ± 2 ^d	139 ± 1 ^c

¹ Sem adição de fibra;

² M + DP = Média ± estimativa de desvio-padrão de seis animais por tratamento;

³ Médias com letra (s) diferente (s) na vertical diferem significativamente ($p \leq 0,05$).

No ensaio com os animais no período de 30 dias, observa-se redução significativa nos níveis plasmáticos do colesterol total. A dieta com 25% de pectina, apresentou a menor concentração. Entre os tratamentos com 10% e 15% de pectina não houve diferença significativa. Resultados obtidos por AL-OTHMAN *et al.* [2], ARJMANDI *et al.* [7, 8], ANDERSON *et al.* [6], YAMADA *et al.* [40] e JIMENEZ-VERGARA *et al.* [21], demonstraram que a pectina reduz os níveis séricos do colesterol total nos animais. Entre os tratamentos acrescidos com o resíduo do abacaxizeiro, a dieta com 10% de resíduo promoveu uma redução de 12% em relação à dieta controle; já as demais não apresentaram diferença. Os resultados encontrados discordam dos obtidos por MEDELLIN, SALDÍVAR e GARZA [24], entretanto concordam com os de ROSA *et al.* [33, 34] e PÉREZ-OLLEROS *et al.* [29], que trabalharam com fibras mistas as quais apresentaram redução no nível do colesterol total sanguíneo. Segundo FIETZ [15], aos 15 e 30 dias de experimento, os tratamentos com 10% e 15% de celulose proporcionaram uma leve redução no nível do colesterol, e a dieta com 5% não apresentou diferença significativa em relação ao controle, resultados semelhantes aos obtidos para 10% e 15% do resíduo do abacaxizeiro aos 15 dias e 10% do resíduo aos 30 dias de ensaio, os quais promoveram redução do colesterol.

Aos 45 dias, pode-se observar que a concentração plasmática do colesterol total foi reduzida em todos os tratamentos, sendo as maiores reduções observada nas dietas com pectina, sendo que as dietas com o resíduo também proporcionaram a diminuição, quando compa-

radas a dieta controle. CARTER *et al.* [12] e VUORINEN – MARKKOLA, SINISALO e KOIVISTO [38], demonstraram que a pectina e a goma guar são efetivas na redução do colesterol total, bem como dietas contendo fibras mistas [23]. No trabalho de FIETZ [15], aos 45 dias houve redução nos níveis do colesterol com o aumento da concentração da pectina.

Provavelmente a pectina é a fibra mais estudada na categoria das solúveis em água. MOUNDRAS *et al.* [26], afirmam que a pectina serve de substrato para as bactérias e é fermentada no cólon do intestino grosso. Os produtos dessa fermentação incluem hidrogênio, dióxido de carbono, metano, água e ácidos graxos de cadeia curta, como acetato, propionato e butirato. Esses ácidos graxos são quase totalmente absorvidos e podem interferir no metabolismo dos lipídeos e/ou alterar a absorção do colesterol e de ácidos biliares, possuindo, assim, efeito hipocolesterolêmico.

Trabalhos com ratos, demonstraram que fibras como psyllium, gomas e pectina são ricas em fibras solúveis, e promovem redução significativa nas concentrações do colesterol sanguíneo e do fígado [20, 35]. Fibras mistas contendo ambas as frações solúveis e insolúveis (como a soja e o farelo de aveia) possuem efeito intermediário, enquanto as fibras que predominam a fração insolúvel da fibra (como o farelo de milho e o farelo de trigo) possuem um pequeno efeito no nível do colesterol plasmático e do fígado. Os resultados obtidos pelo resíduo do abacaxizeiro concordam com os autores acima, devido ao fato deste resíduo conter fibra mistas. JACKSON *et al.* [19], que consideram que as fibras solúveis possuem efeito mais significativo do que as insolúveis em água no controle das hiperlipidemias.

3.2.3 – HDL-colesterol

A concentração de colesterol total é importante, porém as quantidades de HDL-colesterol e LDL-colesterol devem ser consideradas, já que o HDL é transportador do colesterol, devendo ser elevado, e o LDL é o que se acumula na parede das artérias, devendo estar presente em menor quantidade na corrente sanguínea.

No tempo zero os animais apresentaram um nível de HDL-colesterol de 34 ± 2mg/dL.

A Tabela 5 está apresentando o efeito das dietas experimentais no nível sérico do HDL – colesterol aos 15, 30 e 45 dias.

Aos 15 dias de experimento, a concentração plasmática do HDL-colesterol foi aumentada em quase todas as dietas, com exceção da dieta com 25% de pectina, que proporcionou uma redução no nível do HDL quando comparada à dieta controle. Os melhores resultados observados foram os das dietas com 25% e 15% de resíduo.

As dietas com 10% e 15% de pectina apresentaram valores inferiores no nível do HDL-colesterol, quando comparadas as com resíduo. No entanto, o estudo de ALVARADO *et al.* [3] com o resíduo industrial do tomate, não proporcionou aumento significativo do HDL em relação à dieta-controle.

TABELA 5. Concentração plasmática do HDL-colesterol (mg/dl) em ratos alimentados com diferentes dietas.

Dietas	15 dias	30 dias	45 dias
	M ± DP	M ± DP	M ± DP
Controle ¹	32 ± 7 ^{d3}	26 ± 3 ^e	26 ± 7 ^{cd}
10% Resíduo	98 ± 2 ^b	32 ± 2 ^d	17 ± 2 ^e
15% Resíduo	100 ± 2 ^{ab}	38 ± 2 ^c	24 ± 1 ^d
25% Resíduo	103 ± 2 ^a	45 ± 2 ^b	29 ± 2 ^c
10% Pectina	53 ± 1 ^c	53 ± 1 ^a	40 ± 2 ^a
15% Pectina	50 ± 1 ^c	43 ± 1 ^{bc}	37 ± 1 ^{ab}
25% Pectina	27 ± 4 ^e	22 ± 2 ^e	34 ± 2 ^b

¹ Sem adição de fibra;

² M + DP = Média ± estimativa de desvio-padrão de seis animais por tratamento;

³ Médias com letra (s) diferente (s) na vertical diferem significativamente (p ≤ 0,05).

A fração HDL-colesterol foi aumentada em quase todos os tratamentos com duração de 30 dias, com exceção da dieta com 25% de pectina, que apresentou o nível do HDL-colesterol igual ao da dieta controle. O melhor resultado observado foi o da dieta com 10% de pectina, que promoveu aumento da fração HDL-colesterol de 105% em relação à dieta-controle. As demais dietas também proporcionaram aumento do HDL-colesterol, só que em menor intensidade que a de 10% de pectina. Estes resultados concordam com os de AL-OTHMAN *et al.* [2], os quais verificaram que a dieta de 7,5% goma arábica proporcionou aumento do HDL-colesterol quando comparada à dieta de celulose e, discordando do estudo de JIMENEZ-VERGARA *et al.* [21], onde o nível do HDL-colesterol foi mantido igual ao da dieta-controle. Os resultados do resíduo também não estão de acordo com MEDELLÍN *et al.* [24], FRIEDMAN *et al.* [17] e ROSA *et al.* [33], os quais não observaram aumento significativo do HDL-colesterol entre os tratamentos quando os animais foram alimentados com dietas contendo fibras mistas. Segundo FIETZ [15], aos 30 dias de ensaio, os níveis de HDL praticamente não se modificaram com o aumento das concentrações da pectina de alto teor de metoxilação (ATM) e baixo teor de metoxilação (BTM). As dietas controle e com 5% de ATM não diferiram estatisticamente, enquanto as demais produziram um aumento significativo dos níveis séricos.

Aos 45 dias, a concentração plasmática da fração HDL-colesterol foi aumentada somente nas dietas acrescidas de pectina. Os melhores resultados foram os das dietas com 10% e 15% de pectina, que promoveram aumento na concentração plasmática de 54% e 42% em comparação à dieta-controle, concordando com os resultados de FIETZ [15], onde aos 45 dias de experimento as dietas com 10% e 15% de ATM produziram aumento significativo da fração HDL em relação ao controle. O HDL-colesterol não foi alterado quando comparadas a dieta controle com as dietas acrescidas do resíduo, com exceção da dieta com 10% de resíduo, que proporcionou uma redução da fração HDL-colesterol em relação à dieta-controle, discordando do trabalho de MARTÍN-

CARRÓN *et al.* [23], onde o HDL-colesterol foi aumentado com 10% de produtos de uva.

3.2.4 - LDL-colesterol

Os animais no tempo zero apresentaram um nível de LDL-colesterol de 19 ± 1mg/dL.

Na Tabela 6 pode-se observar o efeito das dietas experimentais no nível sérico do LDL-colesterol aos 15, 30 e 45 dias de experimento.

Tabela 6. Concentração plasmática do LDL-colesterol (mg/dl) em ratos alimentados com diferentes dietas.

Dietas	15 dias	30 dias	45 dias
	M ± DP	M ± DP	M ± DP
Controle ¹	270 ± 4 ^{a3}	234 ± 5 ^a	294 ± 3 ^a
10% Resíduo	151 ± 6 ^{bc}	196 ± 2 ^b	216 ± 4 ^b
15% Resíduo	168 ± 4 ^b	209 ± 2 ^b	220 ± 2 ^b
25% Resíduo	174 ± 1 ^b	209 ± 3 ^b	222 ± 6 ^b
10% Pectina	132 ± 2 ^{cd}	127 ± 3 ^c	124 ± 3 ^c
15% Pectina	131 ± 4 ^{cd}	129 ± 2 ^c	114 ± 2 ^c
25% Pectina	119 ± 6 ^d	117 ± 2 ^c	105 ± 2 ^c

¹ Sem adição de fibra;

² M + DP = Média ± estimativa de desvio-padrão de seis animais por tratamento;

³ Médias com letra (s) diferente (s) na vertical diferem significativamente (p ≤ 0,05).

O LDL-colesterol foi reduzido em todos os tratamentos em relação à dieta controle. Os melhores resultados observados na redução do LDL-colesterol foram os das dietas acrescidas com pectina, não havendo diferença significativa nos níveis de 10%, 15% e 25%, concordando com o estudo de JIMENEZ-VERGARA, FURR e FERNANDEZ [21], onde o nível do LDL-colesterol foi reduzido quando os animais ingeriram dietas ricas em fibra solúvel. As dietas com o resíduo também proporcionaram diminuição do LDL-colesterol, porém em menor quantidade quando comparadas entre si, sendo que aos 15 dias a dieta de 10% de resíduo apresentou valor igual a de 10% e 15% de pectina. Os valores do resíduo concordam com MEDELLÍN, SALDÍVAR e GARZA [24], FRIEDMAN *et al.* [17] e MARTÍN-CARRÓN, SAURACALIXTO e GOÑI [23], em que fibras mistas reduzem o LDL-colesterol, e discordam do resultado de ALVARADO *et al.* [3] de que o resíduo industrial do tomate (RIT) não reduziu o LDL em relação ao controle.

FIETZ [15] verificaram que as concentrações plasmáticas da fração LDL-colesterol foram reduzidas em todos os tratamentos, menos no controle. Porém, os dados obtidos com as dietas com 10% e 15% de ATM foram as mais significativas aos 30 e 45 dias de ensaio, confirmando o presente estudo. Segundo ANDERSON, DEAKINS e BRIDGES [5] e CARTER *et al.* [12], a redução dos níveis séricos da fração LDL-colesterol deve-se ao aumento da ingestão de fibras solúveis, que aumenta a fermentação e a produção de ácidos graxos voláteis, cujo mecanismo, indiretamente, reduz a síntese dessa fra-

ção. Porém AL-OTHMAN *et al.* [2], mostraram que a dieta com 7,5% de goma arábica não reduziu o LDL-colesterol quando comparada à dieta de celulose.

As dietas com o resíduo proporcionaram reduções significativas nos níveis séricos do LDL-colesterol e do colesterol total. O controle das concentrações sanguíneas desses elementos é importante na prevenção de doenças coronárias. Portanto, conclui-se que o resíduo pode ser benéfico na prevenção de doenças coronarianas.

4 – CONCLUSÕES

O resíduo reduziu o nível de colesterol total e LDL-colesterol em todos os tempos avaliados e aumentou o HDL-colesterol para os tempos 15 e 30 dias.

Comparando o efeito dos diferentes níveis de resíduo e pectina nas dietas, conclui-se que a pectina foi mais efetiva na diminuição do colesterol total e LDL-colesterol e que existiu tendência de aumento do HDL-colesterol para as dietas com pectina, e de diminuição para as dietas com resíduo com o passar do tempo.

As dietas com o resíduo proporcionaram maior consumo alimentar quando comparadas às dietas de pectina, as quais apresentaram o menor ganho de peso.

5 – REFERÊNCIAS

- [1] ALLAIN, C. C.; POON, L. S.; CHAN, C. S.; RICHMOND, W.; FU, P. C. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Clinical Chemistry**, v. 20, n. 4, p. 470-475, 1974.
- [2] AL-OTHMAN, A. A.; SHAGRAWI, R. A.; HEWEDY, F. M.; HAMDI, M. M. Plasma total, lipoprotein cholesterol, organs cholesterol and growth performance in rats fed dietary gum arabic. **Food Chemistry**, v.62, n. 1, p. 69-72, 1998.
- [3] ALVARADO, M.; DELAHAYE, E. P.; SCHNELL, M.; HEVIA, P. Fibra dietética en el residuo industrial del tomate y su efecto sobre la respuesta glicémica y el colesterol sérico en ratas. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 49, n. 2, p. 138-142, 1999.
- [4] ANDERSON, J. W. Dietary fiber, lipids and atherosclerosis. **American Journal Cardiovascular**, v. 60, p. 17-22, 1987.
- [5] ANDERSON, J. W.; DEAKINS, D. A. ; BRIDGES, S. R. Hypocholesterolemic effects and proposed mechanisms. In: KRITCHEVSKY, D.; BONFIELD, C.; ANDERSON, J. W. **Dietary fiber: chemistry, physiology, and health effects**. 1ed. New York: Plenum Press, 1990. Cap. 25, p. 339-363.
- [6] ANDERSON, J. W.; JONES, A. E.; MASON-RIDDELL, S. Ten different dietary fibers have significantly different effects on serum and liver lipids of cholesterol - fed rats. **Journal of Nutrition**, v. 124, n. 1, p. 78-83, 1994.
- [7] ARJMANDI, B. H.; CRAIG, J.; NATHANI, S.; REEVES, R. D. Soluble dietary fiber and cholesterol influence in vivo hepatic and intestinal cholesterol biosynthesis in rats. **Journal of Nutrition**, v. 122, n. 7, p. 1559-1565, 1992.
- [8] ARJMANDI, B. H.; NATHANI, S.; REEVES, R. D. Dietary soluble fiber and cholesterol affect serum cholesterol concentration, hepatic portal venous short-chain fatty acid concentrations and fecal sterol excretion in rats. **Journal of Nutrition**, v. 122, n. 2, p. 246-253, 1992.
- [9] ASP, N. G.; JOHANSSON, C. A.; HALLMER, H.; SILJESTROM, M. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 476-482, 1983.
- [10] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**, 16.ed. Arlington: AOAC, 1995.
- [11] BELL, L. H.; DECTORN, K. J.; REYNOLDS, H.; HUNNINGHAKE, D. B. Cholesterol - lowering effects of soluble-fiber cereals as part of a prudent diet for patients with mild to moderate hypocholesterolemia. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 52, n. 6, p. 1020-1026, 1990.
- [12] CARTER, J. W.; HARDMAN, E. W.; HEITMAN, D. W.; CAMERON, I. L. Type and amount of individual dietary fibers on serum lipid profiles, serum glucose concentration and energy intake in rats. **Nutrition Research**, v. 18, n. 10, p. 1743-1756, 1998.
- [13] COUTO, F. A. .A. Aspectos tecnológicos da abacaxicultura mineira. **Informe Agropecuário**, v. 11, n. 130, p. 8-12, 1985.
- [14] DUTRA DE OLIVEIRA, J.E. ; MARCHINI, S. J. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 1998. 403p.
- [15] FIETZ, V. R. Efeitos da pectina cítrica de alta e baixa metoxilação e da celulose nos níveis séricos de colesterol e triglicérides em ratos hiperlipidêmicos. Piracicaba, 1998. 60p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (ESALQ).
- [16] FIETZ, V. R.; SALGADO, M. S. Efeito da pectina e da celulose nos níveis séricos de colesterol e triglicérides em ratos hiperlipidêmicos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 19, n. 3, p. 318-321, 1999.
- [17] FRIEDMAN, M.; FITCH, T. E.; LEVIN, C. E. *et al.* Feeding tomatoes to hamster reduces their plasma low-density-lipoprotein cholesterol and triglycerides. **Journal of Food Science**, v. 65, n. 5, p. 897-900, 2000.
- [18] FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Tabelas de Composição de Alimentos. Rio de Janeiro, 1981. 213p (Estudo Nacional da Despesa Familiar – ENDEF, v. 3; publicações especiais, t. I).
- [19] JACKSON, K. A.; SUTER, D. A. I.; TOPPING, D. L. Oat, bran, barley and malted barley lower plasma cholesterol relative to wheat bran but differ in their effects on liver cholesterol in rats fed diets with and without cholesterol. **Journal of Nutrition**, v. 124, n. 9, p. 1678-1684, 1994.
- [20] JENNINGS, C. D.; BOLEYN, K.; BRIDGES, S. R.; WOOD, P. J.; ANDERSON, J. W. A comparison of the lipid - lowering and intestinal morphological effects of cholestyramine, chitosan and oat gum in rats. **Proceeding Society Experimental Biology Medical**, v. 189, p. 13-20, 1988.
- [21] JIMENEZ-VERGARA, M.; FURR, H.; FERNANDEZ, M. L. Pectin and psyllium decrease the susceptibility of LDL to oxidation in guinea pigs. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 10, n. 2, p. 118-124, 1999.
- [22] KROTHIEWSKI, M. Effect of guar-gum on body-weight hunger ratings and metabolism in obese subjects. **British Journal of Nutrition**, v. 52, n. 1, p. 97-105, 1984.
- [23] MARTÍN-CARRÓN, N.; SAURA-CALIXTO, F.; GOÑI, I. Effects of dietary fibre and polyphenol-rich grape products on lipidaemia and nutritional parameters in rats. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, n. 8, p. 1183-1188, 2000.

- [24] MEDELLÍN, M. L. C.; SALDÍVAR, S. O. S.; GARZA, J. V. Efecto de la ingestión de nopal crudo e cocido (*Opuntia ficus indica*) en el crecimiento y perfil de colesterol total, lipoproteína y glucosa en sangre de ratas. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 48, n. 4, p. 316-323, 1998.
- [25] MONTENEGRO, H. W. S. **Abacaxi**: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1987. 48p.
- [26] MOUNDRAS, C.; BEHR, S. R.; DEMIGNÉ, C.; MAZUR, A.; RÉMESY, C. Fermentable polysaccharides that enhance fecal bile acid excretion lower plasma cholesterol and apolipoprotein E-rich HDL in rats. **Journal of Nutrition**, v. 124, p. 2179-2188, 1994.
- [27] NISHINA, P. M.; FREEDLAND, R. A. The effects of dietary fiber feeding on cholesterol metabolism in rats. **Journal of Nutrition**, v. 120, n.7, p.800-805, 1990.
- [28] ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE - OMS. **Prevention of coronary heart disease**. Geneva, 1982. 53p. (Technical Report Series, 678).
- [29] PÉREZ-OLLEROS, L.; GARCÍA-CUEVAS, M.; RUIZ-ROSO, B. Influencia de la pulpa y fibra natural de algarrobas sobre algunos aspectos de la utilización nutritiva de la dieta y la colesterolemia en ratas. **Food Science and Technology International**, v. 5, n. 5, p. 425-430, 1999.
- [30] PIMENTEL - GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 10. ed. São Paulo: Nobel, 1982. 468p.
- [31] PY, C.; LACOEUVILHE, J.J.; TEISSON, C. **L'ananas as culture, ses produits**. Paris: Maisonneuve & Larose, 1984. 562p.
- [32] REEVES, P.G.; NIELSON, F.H.; FAHEY, G. C.Jr. AIN 93 - Purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN - 76A rodent diet. **Journal of Nutrition**, v. 123, n. 11, p.1939-1951, 1993.
- [33] ROSA, C. O. B.; COSTA, N. M. B.; LEAL, P. F. G. *et al*. Efeito do feijão preto (*Phaseolus vulgaris*, L.) sem casca na redução do colesterol sanguíneo de ratos hipercolesterolêmicos. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 48, n. 4, p. 299-305, 1998.
- [34] ROSA, C. O. B.; COSTA, N. M. B.; NUMES, R. M. *et al*. Efeito dos feijões (*Phaseolus vulgaris*, L.) preto, carioquinha e vermelho na redução do colesterol sanguíneo de ratos hipercolesterolêmicos. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 48, n. 4, p. 306-310, 1998.
- [35] SHINNICK, F. L.; INK, S. L.; MARLETT, J. A. Dose response to a dietary oat bran fraction in cholesterol - fed rats. **Journal of Nutrition**, v. 120, n. 6, p. 561-568, 1990.
- [36] SHUTLER, S. M. ; LOW, A. G. Influence of baked beans on plasma lipids in pigs fed on a hypercholesterolemic diet. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 47, p. 97, 1988.
- [37] VIGNE, J. L.; LARISON, D.; BOREL, P. *et al*. Effect of pectin, wheat bran and cellulose on serum lipids and lipoproteins in rats fed on a low - or high - fat diet. **British Journal Nutrition**, v. 58, p. 405-413, 1987.
- [38] VUORINEN - MARKKOLA, H.; SINISALO, M.; KOIVISTO, V. A. Guar gum in inulin - dependent diabetes: effects on glycemic control and serum lipoproteins. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 56, n. 6, p. 1056-1060, 1992.
- [39] ZONTA, E.P.; MACHADO, A. A. **PROGRAMA SANEST**: sistema de análise estatística para computadores (software). Pelotas: UFPel, s.d.
- [40] YAMADA, K.; TOKUNAGA, Y.; IKEDA, A.; OHKURA, K. I.; MAMIYA, S.; KAKU, S.; SUGANO, M.; TACHIBANA, H. Dietary effect of guar gum and its partially hydrolyzed product on the lipid metabolism and immune function of sprague - dawley rats. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, v. 63, n. 12, p. 2163-2167, 1999.