

**AUTORES**  
AUTHORS

✉ **Vera Sonia Nunes da SILVA<sup>1</sup>**  
**Jaime AMAYA-FARFÁN<sup>1\*</sup>**  
**Sonia Aparecida SOUZA<sup>1</sup>**  
**Maria Teresa Bertoldo PACHECO<sup>2\*\*</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Alimentos e Nutrição,  
Faculdade de Engenharia de Alimentos,  
Universidade Estadual de Campinas,

C P 6121, CEP 13083-970, Campinas, SP, Brasil;

<sup>2</sup>Centro de Química de Alimentos e Nutrição Aplicada,  
Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL),

Av. Brasil, 2880, CEP 13073-001, Campinas, SP, Brasil;

\*e-mail: jaf@fea.unicamp.br,

\*\*e-mail: mtb@ital.sp.gov.br

**RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi produzir farinha da palma-da-índia (*Opuntia ficus-indica* Mill) e avaliar o efeito fisiológico da fibra alimentar da farinha na produção de ácidos graxos, de cadeia curta (AGCC) e lactato em ratos wistar. As dietas foram formuladas com 3,5% de fibra de palma e os animais alimentados por um período de 28 dias, com dieta e água ad libitum, sendo metade do grupo de cada tratamento sacrificado no 14<sup>o</sup> e 28<sup>o</sup> dia para coleta dos órgãos e análises. Dietas contendo a fibra da inulina e da celulose foram utilizadas como controles. AGCC e lactato nos conteúdos cecal e fecal foram identificados e quantificados simultaneamente por CLAE, no comprimento de onda de 210nm, utilizando coluna de troca catiônica. A farinha de palma apresentou aproximadamente 40% de fibra alimentar em sua composição, sendo 13,83% de fibra alimentar solúvel e 25,10% insolúvel. As diferentes fontes de fibra não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) na massa corpórea, comprimento do intestino delgado, cólon e ceco durante os 28 dias de tratamento, apenas a dieta de celulose apresentou a massa do ceco menor, em relação aos outros tratamentos para os últimos 14 dias de tratamento. Os resultados da determinação dos AGCC e lactato mostraram que o tratamento contendo inulina apresentou os melhores resultados para produção de AGCC e lactato, sendo que para a dieta contendo fibra de palma os melhores resultados foram encontrados no ceco para 14 dias (75,11 mmoles/g conteúdo cecal), na seguinte ordem: acetato 23,18 mmoles/g, lactato com 16,90 mmoles/g e propionato 13,12 mmoles/g do conteúdo cecal. Deste modo podemos concluir que a palma em forma de farinha tem um grande potencial como fonte de fibras.

**ABSTRACT**

The objective of this work was to produce flour of the Indian palm (*Opuntia ficus-indica* Mill) and to evaluate the physiological effect of the dietary fiber of the flour in the production of short chain fatty acids (SCFA) and lactate in Wistar rats. The diets were formulated to contain 3.5% of palm fiber and the animals fed for a period of 28 days, with water and diet ad libitum. Half of the group of each treatment was sacrificed on the 14th day and the remainder on day 28 for organ collection and analyses. Diets containing inulin and cellulose fiber were used as controls. SCFA and lactate were determined simultaneously by HPLC in the cecum and fecal contents at 210nm, using a cation exchange column. The palm flour exhibited a fiber content of about 40%, of which 13.83% was soluble and 25.10% insoluble. The different fiber sources did not result significant variation ( $p < 0.05$ ) of body mass, length of the small intestine, colon and cecum during the 28 days of treatment, only the cellulose diet induced lower mass of the cecum in relation to the other treatments for the last 14 days of treatment. The levels of SCFA and lactate found showed that the diet containing inulin exhibited the best results with respect to the production of SCFA and lactate. However for the diet containing the palm fiber the best results were found in the cecum at 14 days (75.11 mmoles/g cecal content), in the following order: acetate with 23.18, lactate with 16.90 and propionate with 13.12 mmoles/g cecal content. We conclude that the palm flour has great potential as a staple source of dietary fiber.

**PALAVRAS-CHAVE**  
KEY WORDS

ácidos graxos de cadeia curta,  
*Opuntia ficus - indica* Mill, lactato, fibra alimentar.  
short chain fat acid, *Opuntia ficus - indica* Mill,  
lactate, dietary fiber.

## 1. INTRODUÇÃO

A palma, *Opuntia ficus - indica* Mill, é uma planta tropical ou subtropical, pertencente à família das cactáceas, sendo usada principalmente para produção de frutos. Como forrageira foi introduzida no Brasil no final do século XIX e têm contribuído significativamente para a alimentação do rebanho nos períodos de secas prolongadas, sendo considerada como um excelente alimento energético. Atualmente tem sido investigado o efeito biológico da palma na alimentação humana (GALATI, et al, 2002; MATTOS, 2000; HABIBI et al., 2004).

As fibras alimentares podem ser consideradas as maiores fontes de energia para bactérias que habitam no cólon, sendo fermentadas a ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Desta forma, fornecem nutrientes para restauração de uma flora intestinal saudável, como o crescimento de bifidobactérias e redução dos microrganismos patogênicos (GIBSON & WANG, 1994). A microflora interage com o intestino humano, por sua exposição direta com a mucosa, a qual responde sistematicamente, modulando diversas funções: imunológica, fisiológica, metabólica anatômica, nutricional e toxicológica (GUILLON & CHAMP, 2000; BERG, 1978).

No intestino grosso, as fibras são desdobradas em hexoses, pentoses e álcoois, sendo utilizadas como substratos das bactérias, que as degradam a ácido láctico, água, CO<sub>2</sub>, metano e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Dentre os ácidos graxos de cadeia curta, o acetato, propionato e butirato, perfazem 85% do total, ocorrendo geralmente, na proporção de 60:25:14, respectivamente (SIGLEO et al., 1984; CUMMINGS, ENGLYST, 1987; GUILLON et al., 1998).

Os AGCC são absorvidos no cólon e metabolizados pelo fígado e outros tecidos periféricos, produzem energia para o hospedeiro, podendo resultar em 540 kcal/dia em função da quantidade de fibra alimentar. Uma pequena parte, 19-50mmol/dia são eliminados pelas fezes. O propionato é utilizado pelo fígado na glucogênese, e o acetato utilizado na lipogênese, sendo o único que chega aos tecidos periféricos, principalmente muscular onde são metabolizados. O butirato apresenta efeito trófico sobre o epitélio intestinal, por estimular sua proliferação tanto no jejuno como no íleo e cólon (KUMAR et al., 2002; KIM et al. 1989).

Os colonócitos utilizam primeiro o butirato, seguido pelo acetato e propionato. Durante o processo fermentativo são produzidos também corpos cetônicos, CO<sub>2</sub> e água, os quais são muito importantes para o funcionamento da mucosa, uma vez que interferem em todo mecanismo funcional, como a produção de muco, absorção de íons, formação de bicarbonato e produção de energia. De um modo geral, exercem efeito sobre a motilidade do cólon, pois estimulam o peristaltismo, promovem o desenvolvimento das células epiteliais, exercem um efeito benéfico protetor contra o câncer e atuam positivamente sobre a homeostase da glicose e metabolismo de lipídeos (CUMMINGS, ENGLYST, 1987).

O tempo de trânsito, a natureza e a quantidade de substrato para fermentação afetam o processo fermentativo, assim como a produção de diferentes proporções de ácidos graxos de cadeia curta. O mecanismo fisiológico de ação para diferentes componentes fibrosos na atividade motora e

fisiológica do trato gastrointestinal vem sendo estudado com a finalidade de estabelecer uma relação mais adequada entre estes parâmetros. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a fibra alimentar presente na palma da Índia (*Opuntia ficus - indica* Mill), e verificar sua capacidade de fermentação para produção de ácidos orgânicos presentes no ceco e cólon dos ratos alimentados com dieta AIN-93 G.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### MATERIAL

A palma (*Opuntia ficus - indica* Mill) utilizada como matéria prima (32Kg) foi proveniente de Valinhos (SP), Brasil. A inulina (Raftiline HP-Gel) foi cedida pela Clariant S.A.

### 2.1 Obtenção da farinha de palma

Raquetes de palma foram raspadas para retirada dos espinhos, limpas e lavadas em água corrente, secas e cortadas em pequenos pedaços. Foram processadas no Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), em tacho encamisado (FH038) em água a 90°C por 10 min. A seguir foram resfriadas em túnel de congelamento (FH045) durante 60 minutos e mantida em câmara fria (KFB-200) até o momento da liofilização (lioofilizador-Stokes). O material liofilizado foi moído (Moinho TE-631/1) e passado em peneira de granulometria 60 mesh para obtenção da farinha.

### MÉTODOS

A farinha de palma foi analisada quanto à composição centesimal segundo a AOAC (2000), e as fibras alimentares totais, solúvel e insolúvel pela AOAC (1995).

### 2.2 DETERMINAÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA CURTA (AGCC) E LACTATO

Os AGCC e lactato foram identificados e quantificados simultaneamente por CLAE (cromatógrafo VARIAN, modelo 9012; detector UV modelo: 9050) no comprimento de onda 210nm, utilizando coluna Varian Micropak de troca catiônica (300x6,5mm, nº 11418926). O volume de amostra injetada foi de 20 µL. Utilizou-se como fase móvel ácido sulfúrico 2,5mM, temperatura ambiente, com fluxo de 0,4mL/min (CANALE, VALENTE & CIOTTI, 1984; GUERRANT, LAMBERT & MOSS, 1982).

### 2.3 PROTOCOLO EXPERIMENTAL DO ENSAIO BIOLÓGICO DOS ANIMAIS DE EXPERIMENTAÇÃO E TRATAMENTOS

Foram utilizados 28 ratos machos da linhagem wistar recém-desmamados (60-70 g), livres de patógenos específicos (SPF), provenientes do Centro de Bioterismo (CEMIB) da UNICAMP. O protocolo experimental foi aprovado pela Comissão de Ética na Experimentação Animal (CEEA). Os ensaios tiveram a duração de 4 semanas e transcorreram no Laboratório de Ensaio Biológico (LEB) do Departamento de

Alimentos e Nutrição/FEA/UNICAMP. Os animais foram divididos em três grupos: CC controle celulose (AIN93G), CI controle positivo inulina e EP experimental palma e GZ grupo zero (animais recém desmamados). O peso e o consumo das dietas foram registrados semanalmente. Após o sacrifício, os animais do tempo zero foram sacrificados assim que chegaram ao laboratório para análises de controle. Os conteúdos cecal e colônico foram coletados e imediatamente processados para análise de AGCC e lactato. O pH foi determinado apenas nos conteúdos cecais. No final do 14º e 28º dia, os animais em experimentação foram mantidos em jejum pôr 15 horas e subseqüentemente anestesiados com pentobarbital sódico (Hypnol) 5,0 mg/100g de massa corpórea e sacrificados para as análises.

## 2.4 COMPOSIÇÃO DAS DIETAS

Formulada de acordo com AIN-93-G (REEVES et al, 1993), sendo a única variação entre as dietas a fonte de fibra. Neste estudo o grupo controle negativo teve como fonte de fibras 5% de celulose (CC), grupo controle positivo teve como fonte de fibras 5% de inulina (CI) e para o grupo experimental (EP) 3,15% de farinha de palma + 1,85% de fibra de celulose.

## 2.5 MEDIDAS INTESTINAIS

O intestino delgado, ceco e o cólon foram medidos na posição vertical, sendo que em sua extremidade inferior foi colocado um peso padronizado em 10 gramas, para prevenir sua contração (QU et al., 1996).

## 2.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As médias dos resultados foram sendo submetidas à análise de variância (ANOVA) e ao apresentar diferenças entre os resultados, foi aplicado o teste de Tukey (COCKARAN, COX, 1976). Utilizando o programa Statistica® para Windows, versão 6.0 (StaSoft, Inc.). As diferenças foram consideradas significativas seguindo o critério padrão de  $p < 0,05$ .

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultados encontrados neste estudo para a composição da farinha de palma em base seca foram 5,55% de umidade; 11,27% de proteína; 2,49% de gordura e 24,49% de

**Tabela 1** Efeito de diferentes fontes de fibra no ganho de peso, consumo de dieta.

GRUPOS	Massa corpórea inicial (g)	Peso ganho (g/dia)	Ingestão alimentar (g/dia)	Eficiência alimentar (ganho/g dieta)
CC	86,22 ± 3,41 <sup>a</sup>	6,05	18,43 ± 0,80 <sup>a</sup>	0,33 <sup>b</sup>
CI	90,39 ± 5,42 <sup>a</sup>	5,90	16,57 ± 0,68 <sup>b</sup>	0,36 <sup>a</sup>
EP	85,94 ± 8,99 <sup>a</sup>	4,99	15,69 ± 0,64 <sup>b</sup>	0,32 <sup>b</sup>

CC: controle celulose; CI: controle inulina; EP: experimental palma. Valores médios, n=18. Valores nas mesmas colunas com índices diferentes são significativamente diferentes,  $P < 0,05$ .

**Tabela 2** Efeito de diferentes fontes de fibra no comprimento do intestino delgado, cólon e ceco, durante 14 e 28 dias de tratamento.

Trato gastrointestinal	CC	CI	EP
14 dias	(cm/100g massa corpórea)		
Intestino delgado	62,79 ± 8,07 <sup>a</sup>	66,70 ± 3,28 <sup>a</sup>	76,45 ± 5,69 <sup>a</sup>
Ceco	1,86 ± 0,29 <sup>a</sup>	2,54 ± 0,23 <sup>a</sup>	2,30 ± 0,46 <sup>a</sup>
Cólon	9,00 ± 0,47 <sup>a</sup>	9,51 ± 0,64 <sup>a</sup>	11,09 ± 1,41 <sup>a</sup>
pH cecal	7,00 ± 0,11 <sup>a</sup>	6,70 ± 0,02 <sup>a</sup>	7,10 ± 0,18 <sup>a</sup>
Trato gastrointestinal	CC	CI	EP
28 dias	(cm/100g massa corpórea)		
Intestino delgado	45,36 ± 1,90 <sup>a</sup>	47,18 ± 2,98 <sup>a</sup>	9,25 ± 3,60 <sup>a</sup>
Ceco	1,35 ± 0,27 <sup>b</sup>	2,00 ± 0,20 <sup>a</sup>	1,79 ± 0,35 <sup>a</sup>
Cólon	7,58 ± 0,38 <sup>a</sup>	7,95 ± 0,42 <sup>a</sup>	8,59 ± 1,31 <sup>a</sup>
pH cecal	7,10 ± 0,19 <sup>a</sup>	6,90 ± 0,18 <sup>a</sup>	7,34 ± 0,05 <sup>a</sup>

CC: controle celulose; CI: controle inulina; EP: experimental palma. Valores médios (n=5), na mesma linha com índices diferentes são significativamente diferentes,  $p < 0,05$ .

cinzas. A fibra alimentar total foi de 38,93%, sendo 13,83% de solúvel e 25,10% de insolúvel. A quantidade de açúcar foi de 17,27% e calculada por diferença.

Em trabalho realizado em Pernambuco, por MATOS (2000), com a palma (*Opuntia ficus - indica Mill*), cultivar Gigante, foi encontrado aproximadamente 41% de fibra total e teores de 4,28% de proteína, valor último inferior ao deste trabalho. Por comparação dos valores da composição obtidos neste trabalho com os relatados por outros autores, foi verificado que embora a palma seja de diferente procedência geográfica, estes fatores não afetam a composição dos teores de fibras totais. A maioria dos valores relatados na literatura, para as fibras alimentares, não apresentam compatibilidade de comparação devido às técnicas analíticas utilizadas.

Em relação ao parâmetro de ingestão alimentar, os dados da Tabela 2 mostram que houve diferença entre a ingestão alimentar, sendo inferior para os grupos de ratos que receberam dieta com fibra de inulina e palma. A eficiência alimentar para o grupo controle positivo inulina foi superior aos demais tratamentos. O menor consumo da dieta pelo grupo EP poderia ser atribuído a um efeito de maior saciedade, em virtude da composição da fibra de palma (Tabela 1).

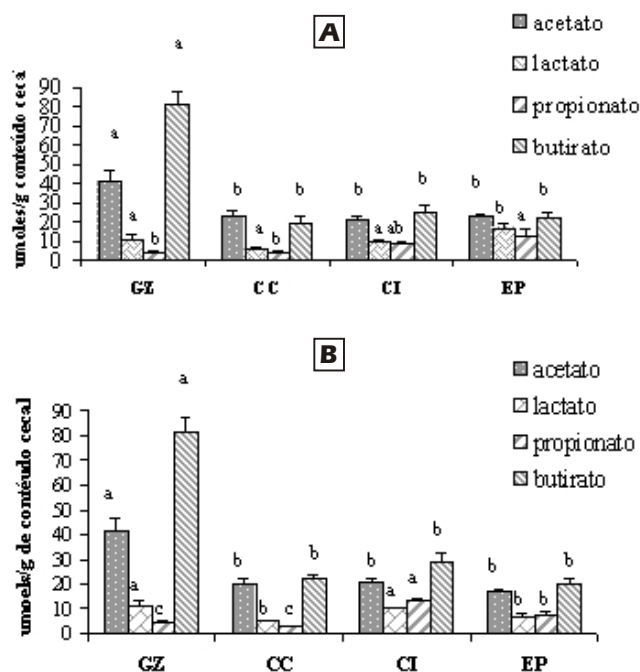
A medida do trato gastrointestinal (Tabela 2), embora estatisticamente igual ( $p > 0,05$ ), demonstrou desenvolvimento superior no colo em relação ao ceco, pela dilatação do apêndice cecal. Esse resultado provavelmente foi decorrente da atividade

biológica das fibras de palma, como resultado da sua fermentação, nestes locais, pelas bactérias intestinais.

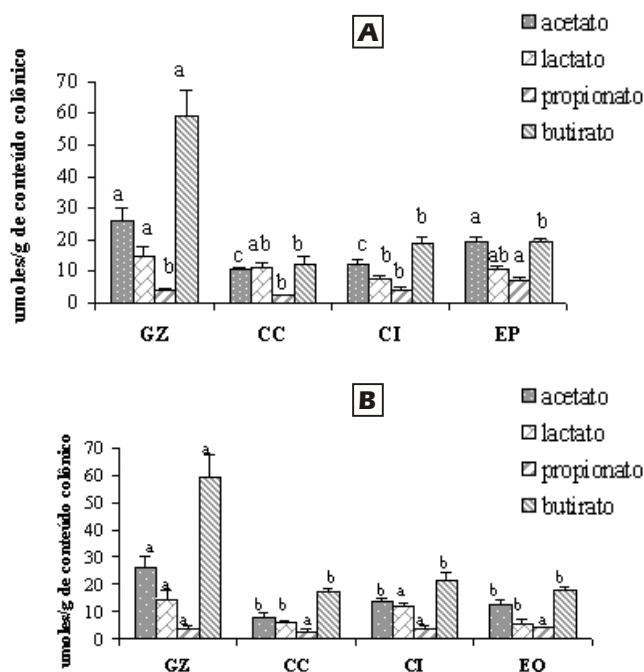
Os valores dos pH nos conteúdos cecais não diferiram significativamente entre os grupos. Tem sido reportado que os valores de pH refletem diretamente a concentração de acetato e lactato (GIBSON et. al. 1995). Os resultados dos valores de pH encontrados neste trabalho, parecem não refletir apenas a somatória do acetato e lactato; pois embora a inulina tenha apresentado o maior valor, seu pH não diferiu dos demais grupos. Os valores encontrados para a somatória destes dois ácidos (Figura 1a) foram de 29,12% para o grupos CC; 30,52% para o CI e de 40,08% para o grupo EP (Tabela.1) para 14 dias de consumo de dieta. Enquanto que para 28 dias (Figura 2a), os valores foram de 25,25% para o grupo CC; 31,41% para o CI e 23,82% para o grupo EP, sendo os de pH 7,10; 6,90; 7,34 (Tabela 2) respectivamente.

Podemos observar, tanto no 14º como 28º dia (Tabela 2) de alimentação nas dietas experimentais, o comprimento do ID do grupo EP mostrou desenvolvimento significativamente superior ( $p < 0,05$ ) ao dos grupos de referência (CC e CI). Com relação ao aumento do comprimento do ceco, os grupos CI e EP apresentaram iguais e com valores superiores ao CC no 14º e 28º dia. Nenhuma diferença foi registrada no comprimento do cólon entre os grupos em nenhum período.

Na Figura 1 (A e B) pode-se observar que os animais recém-desmamados do grupo controle (CZ) apresentaram



**Figura 1** Produção de AGCC no ceco dos ratos alimentados com diferentes fontes de fibras na dieta, durante A) 14 e B) 28 dias. GZ: grupo zero; CC: controle celulose; CI: controle inulina; EP: experimental palma. Os valores correspondem à média  $\pm$  DP (n=7). Barras com diferentes letras: a,b,c, indicam diferença estatística entre os resultados ( $p < 0,05$ ).



**Figura 2** Produção de AGCC no cólon dos ratos alimentados com diferentes fontes de fibras na dieta, durante A) 14 e B) 28 dias. GZ: grupo zero; CC: controle celulose; CI: controle inulina; EP: experimental palma. Os valores correspondem à média  $\pm$  DP (n=7). Barras com diferentes letras: a,b,c, indicam diferença estatística entre os resultados ( $p < 0,05$ ).



teores mais elevados dos AGCC, com maior expressão do butirato. Ao longo do experimento, com a adaptação às dietas experimentais, esses valores foram sendo reduzidos, apresentando valores similares para todos os ensaios no final de 14° e 28° dias.

Para o tempo de 14 dias (Figura 1A) o nível de acetato do conteúdo cecal, embora reduzido em relação ao grupo inicial (GZ), permaneceu no mesmo nível de produção para todas as dietas experimentais. O propionato apresentou teores mais elevados para as dietas de inulina e fibra de palma, sendo o butirato semelhante para todos os grupos. No 28° dia os níveis medidos para o lactato e propionato no conteúdo cecal (Figura 1B) foram superiores para o grupo inulina, sendo o menor valor de propionato encontrado para o grupo controle de caseína, que utilizou celulose como fonte de fibra.

Os valores medidos de AGCC e lactato no conteúdo colônico (Figura 2) dos ratos alimentados com diferentes fontes de fibra, indicaram que embora nos primeiros 14 dias de alimentação, o conteúdo de lactato e propionato, tenham sido superiores para o grupo fibra de palma, estes valores também tenderam a se igualar aos demais grupos ao longo do experimento (28 dias).

Portanto, tanto no ceco (Figura 1A e B) como no cólon (Figura 2A e B), os níveis de acetato, lactato, propionato e butirato para o EP foram estatisticamente iguais ( $p < 0,05$ ) quando comparado ao grupo controle positivo inulina (CI). Com estes resultados podemos concluir que a produção de AGCC foi efetiva para o grupo EP, indicando que a fibra presente na farinha de palma favorece positivamente a produção destes ácidos orgânicos.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C. HORWITZ, W. (Ed.), Official Methods of Analysis. Washington cap. 3, p. 3-4, 1995

A.O.A.C. HORWITZ, W. (Ed.) Official Methods of Analysis of AOAC International. 17. ed., Gaithersburg, Maryland, Cap. 33 e 41, v.2, 2000.

BERG, R. D. Antagonism among the normal anaerobic bacteria of the mouse gastrointestinal-tract determined by immunofluorescence. Applied and Environmental Microbiology, Washington, v.35, n.6, p.1066-1073, June, 1978

CANALE, A.; VALENTE, M. E.; CIOTTI, A. Determination of volatile carboxylic-acids (c1-c5i) and lactic-acid in aqueous acid-extracts of silage by high-performance liquid-chromatography. Journal of the Science of Food and Agriculture W Sussex, v.35, n. 11, p. 1178-1182, 1984.

COCKRAN, W. G.; COX, G. M. Experimental design. 2.ed. New York: John Wiley, 1957, 61 1p.

CUMMINGS, J. H.; ENGLYST, H. N. Fermentation in the human large intestine and the available substrates. The American Journal of Clinical Nutrition. v.45, p.1243-1255, 1987.

GALATI, E.M.; TRIPODO, M.M.; TROVATO, A.; MICELI,

N.; MONFORTE, M.T. Biological effect of *Opuntia ficus-indica* (L) Mill (Cactacea) waste matter. Journal Of Ethnopharmacology, v.79, p.17-21, 2002.

GIBSON GR, BEATTY ER, WANG X, CUMMINGS JH. Selective stimulation of bifidobacteria in the colon by oligofructose and inulin. Gastroenterology. Philadelphia, v.108, p.975-982, 1995.

GIBSON, G.R.; WANG, X. Enhancement of bifidobacteria from human gut contents by oligofructose using continuous culture. FEMS. Microbiological Letters. v.118, p.121-128, 1994.

GUERRANT, G. O.; LAMBERT, M. A.; MOSS, C. W. Analysis Of Short-Chain Acids From Anaerobic-Bacteria by High-Performance Liquid-Chromatography, Journal of Clinical Microbiology, Washington, v.16, n.2, p.355-360, 1982.

GUILLON, F.; AUFFRET, A.; ROBERTSON, J. A.; THIBAUT, J. F.; BARRY, J. L. Relationships between physical characteristics of sugar-beet fibre and its fermentability by human faecal flora. Carbohydrate Polymers. Oxon, v.37, n.2, p.185-197, Oct., 1998.

GUILLON, F.; CHAMP, M. Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. Food Research International. Amsterdam, v. 33, n.3-4, p.233-245, 2000.

HABIB, Y.; HEYRAUD, A.; MAHROUZ, M.; VIGNON, M.R. Structural features of pectic polysaccharides from the skin of *Opuntia ficus-indica* prickly pear fruits. Carbohydrate Research, v.339, p.1119-1127, 2004.

KIM, M.; SHIN, H. K. The water-soluble extract of chicory influences serum and liver lipid concentrations, cecal short-chain fatty acid concentrations and fecal lipid excretion in rats. Journal of Nutrition, v.128, p.1731-1736, 1998.

KUMAR, C. M.; RACHAPPAJI, K. S.; NANDINI, C. D.; SAMBAIAH, K.; SALIMATH, P. V. Modulatory effect of butyric acid - a product of dietary fiber fermentation in experimentally induced diabetic rats. Journal of Nutritional Biochemistry, v.13, p.522-527, 2002.

QU, Z. S.; LING, P. R.; TAHAN, S. R.; SIERRA, P.; ONDERDONK, A. B.; BISTRIAN, B. R. Protein and lipid refeeding changes protein metabolism and colonic but not small intestinal morphology in protein-depleted rats. Journal of Nutrition. Bethesda. V.126, n.4, p.906-912, Apr., 1996.

REEVES, P.G.; NIELSEN, F.H.; FAHEY, G.C. 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-76. A rodent diet. Committee Report. Journal of Nutrition, Bethesda, n.123, p.1939-1951, 1993.

SIGLEO, S.; JACKSON, M. J.; VAHOUNY, G. V. Effects of dietary fiber constituents on intestinal morphology and nutrient transport. American Journal of Physiology. v.246, p.G34-G39, 1984.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa.