



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FISIOLÓGICAS
CURSO NUTRIÇÃO

SÍLVIA ADRIELY LOPES SILVA

**EFEITO DE GALACTOMANANA DE *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit SOBRE
OS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS SÉRICOS E HEPÁTICOS DE RATOS COM
OBESIDADE INDUZIDA POR DIETA HIPERCALÓRICA.**

São Luís

2018

SÍLVIA ADRIELY LOPES SILVA

EFEITO DE GALACTOMANANA DA *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit SOBRE OS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS SÉRICOS E HEPÁTICOS DE RATOS COM OBESIDADE INDUZIDA POR DIETA HIPERCALÓRICA.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Nutrição da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção do grau de Bacharel em Nutrição.

Orientadora: Prof^a. Dra. Kátia Danielle Araújo Lourenço Viana.

São Luís

2018

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

LOPES SILVA, SILVIA ADRIELY.

EFEITO DE GALACTOMANANA DA *Leucaena leucocephala* Lam. de Wit SOBRE OS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS SÉRICOS E HEPÁTICOS DE RATOS COM OBESIDADE INDUZIDA POR DIETA HIPERCALÓRICA / SILVIA ADRIELY LOPES SILVA, Ivone Garros Rosa, Marilene Oliveira da Rocha Borges. - 2018.

44 p.

Orientador(a): KATIA DANIELE ARAÚJO LOURENÇO VIANA.

Curso de Nutrição, Universidade Federal do Maranhão, SÃO LUÍS, 2018.

1. Galactomanana. 2. *Leucaena leucocephala*. 3. Parâmetros bioquímicos. 4. Tecido hepático. I. da Rocha Borges, Marilene Oliveira. II. Garros Rosa, Ivone. III. LOURENÇO VIANA, KATIA DANIELE ARAÚJO. IV. Título.

SÍLVIA ADRIELY LOPES SILVA

EFEITO DE GALACTOMANANA DA *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit SOBRE OS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS SÉRICOS E HEPÁTICOS DE RATOS COM OBESIDADE INDUZIDA POR DIETA HIPERCALÓRICA.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Nutrição da Universidade Federal do Maranhão, para a obtenção do grau de Bacharel em Nutrição.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Kátia Danielle Araújo Lourenço Viana
Universidade Federal do Maranhão

Prof^a. Dra Daniele Gomes Cassias Rodrigues
Universidade Federal do Maranhão

Prof^a. Dra Poliana Cristina de Almeida Fonseca
Universidade Federal do Maranhão

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado ânimo para lutar pela realização do meu sonho de ser aprovada no curso de Nutrição da Universidade Federal do Maranhão e por toda a força concedida à mim durante os 4 anos dessa árdua caminhada. Obrigada, meu Deus. Serei eternamente grata.

Aos meus pais, Silvio Pereira Silva e Maria das Graças Sousa Lopes e minha irmã Silvia Andreza Lopes Silva, por toda a confiança e apoio constantes. Espero um dia poder retribuir na mesma intensidade tudo o que fazem por mim.

Aos meus familiares maternos e paternos, que são minha fonte de incentivo e que sempre acreditaram no meu potencial. De modo especial, agradeço às minhas primas Jannaina Fernanda, Celciane de Jesus e Lucilvania Medeiros pelo apoio nos momentos de sufoco.

À coordenação e todos os professores do quadro docente do curso de Nutrição/UFMA, pela competência em seus trabalhos e preparo na formação técnica de seus discentes. Destaco aqui minha professora e orientadora Katia Danielle Araújo Lourenço Viana, a qual tenho total admiração pelo ser humano e profissional que é. Obrigada, professora, por despertar em mim a paixão pela pesquisa e ter deixado as portas do Laboratório de Bromatologia e Microbiologia de Alimentos/UFMA abertas para mim. É uma honra ter sido sua aluna e agora estar sendo orientada pela senhora, que é tão dedicada, paciente e brilhante no que faz.

À minha querida turma 17, a qual guardo um carinho imenso por cada um que a compõe e levarei ótimas lembranças em meu coração. De maneira especial, agradeço às colegas de turma que, sem dúvidas, levarei pra vida: Angela Fonseca, Soraya Almeida, Darah lindoso, Flor de Lis Cantanhede, Jalila Bittencourt, Ana Carolina Moreira, Analicia Lima, Raissa Nunes, Walbenise Marques e Mágila Nascimento. Nunca esquecerei os momentos em que estivemos juntas, sendo eles de alegria ou não. Obrigada pela parceria de sempre.

À todos, que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste sonho, o meu “Muito obrigada!”.

RESUMO

As galactomananas são fibras encontradas principalmente nos endospermas das sementes das leguminosas, sendo elas formadas por cadeias lineares tipo β -1,4-D-manopiranosídeo com unidades ligantes tipo α -1,6-D-galactopiranosídeo. As fibras alimentares têm sido investigadas na prevenção e tratamento da obesidade, por aumentarem a saciedade e reduzirem a ingestão energética. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da galactomanana de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit nos parâmetros bioquímicos séricos e hepáticos de ratos com obesidade induzida por dieta hipercalórica. Foram utilizadas 10 ratas *Wistar* (a partir do 60º dia de vida), distribuídas aleatoriamente em 2 grupos: Obeso e Leucena (tratado como galactomanana de *L. leucocephala*) e alimentadas com dietas hipercalóricas. Os grupos experimentais tiveram seu consumo alimentar e peso corporal controlados três vezes por semana. Foram realizadas coletas de material para análise bioquímica de parâmetros séricos como Glicemia de jejum, Triglicerídeos, Colesterol Total e HDL -c em dois momentos: antes do início e ao final de 18 semanas de tratamento. A determinação da gordura total hepática e análise bioquímica hepática (Triglicerídeos e Colesterol Total) foi realizada após 18 semanas de experimento. O Grupo Leucena apresentou resultado de peso corporal semanal com valor inferior quando comparado com o grupo Obeso (63.32 vs 93.45g, respectivamente), além disso, tendência de redução da glicemia (117,0 vs 119,9 mg/dL) e tendência de elevação do HDL-c do Grupo Leucena (68,25 vs 60,67 mg/dL), embora sem significância estatística. Observou-se ainda que, no Grupo Leucena, houve tendência de redução do acúmulo de gordura total do fígado, bem como dos níveis de seus marcadores hepáticos (Triglicerídeos e Colesterol Total) em relação ao Grupo Obeso. Em conclusão, a galactomanana de *L. leucocephala* (Lam.) de Wit interferiu satisfatoriamente mantendo o peso corporal dos animais do grupo tratado, assim como mostrou tendência de elevação dos níveis séricos de glicemia de jejum, colesterol total e parâmetros hepáticos e tendência de aumento dos níveis séricos de HDL -c dos mesmos.

Palavras – Chave: *Leucaena leucocephala*, galactomanana, parâmetros bioquímicos, tecido hepático.

ABSTRACT

Galactomannans are fibers that are found mainly in the endosperms of leguminous seeds, which are formed by a linear type β -1,4-D-mannopyranoside chains with a type α -1,6-D-galactopyranoside binder unit. Dietary fiber has been investigated in the prevention and the treatment of obesity, by increasing satiety and reducing energy intake. The objective of this study was to evaluate the effect of Wit's *Leucaena leucocephala* galactomannan (Lam.) on the serum biochemical parameters and hepatic markers of rats with obesity that is induced by hypercaloric diet. Ten Wistar rats (60 or more days of age) were randomly distribute in 2 groups: Obese and Leucena (that was treated as galactomannan of *L. leucocephala*) and fed with hypercaloric diets. The experimental groups had their feed consumption and body weight controlled three times a week. Material samples were collected for biochemical analysis of serum parameters such as Fasting Glycemia, Triglycerides, Total Cholesterol and HDL-c in two moments: before the beginning and at the end of 18 weeks of treatment. The determination of total hepatic fat and biochemical analysis of the hepatic markers (triglycerides and total cholesterol) was performed after 18 weeks of experiment. The Leucena Group presented weekly body weight results with a lower value, when compared with the Obese group (63.32 vs 93.45g, respectively). In addition, a tendency to reduce blood glucose (117.0 vs 119.9 mg / dL) and a tendency to elevate HDL-c (68.25 vs 60.67 mg / dL) although without statistical significance. It was also observed that, in the Leucena Group, there was a tendency to reduce the accumulation of total hepatic fat as well as the levels of its hepatic markers (Triglycerides and Total Cholesterol) in relation to the Obese Group. Therefore, the galactomannan of Wit's *L. leucocephala* (Lam.) interfered nicely by maintaining the body weight of the animals in the treated group. Also, it prevented elevated serum levels of fasting glycemia, total cholesterol, and hepatic markers and as well as it increased serum levels of HDL-c of the same ones.

Key words: *Leucaena leucocephala*; galactomannan; biochemical parameters; hepatic tissue.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

REFERENCIAL TEÓRICO

- Figura 1:** Imagem de partes da espécie *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.....**21**
- Figura 2:** Imagem da árvore *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.**21**

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Tabela 1:** Níveis plasmáticos de glicemia e lipídeos para os grupos Obeso e Leucena.....**29**
- Tabela 2:** Níveis de lipídeos hepáticos para os grupos Obeso e Leucena.....**31**

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

g	Gramas
mg/dL	Miligramas por decilitros
m/v	Massa por volume
v/v	Volume/Volume - mL (ou L) de soluto em mL (ou L) de solução
Acetona P.A.	Acetona Pureza Analítica
µl	Microlitros
mg/kg	Miligramas por quilo de peso
rpm	Rotações Por Minuto
OMS	Organização Mundial da Saúde
Acetona P.A.	Acetona Pureza Analítica

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 A epidemiologia da obesidade	15
3.2 Complicações da obesidade	16
3.3 Terapêutica Dietética na Obesidade	16
3.4 Uso das fibras alimentares na terapêutica dietética da obesidade	17
3.5 Fibras e Metabolismo lipídico sérico e hepático	18
3.6 Tratamento Convencional e Cirúrgico na Obesidade	19
3.7 Galactomanana	19
3.8 <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	20
4. ARTIGO	22
1. Introdução	23
2. Material e Métodos	24
2.1 Isolamento da galactomanana.....	24
2.2 Animais.....	25
2.3 Modelo Experimental de Indução da Obesidade	25
2.4 Consumo Alimentar(g) e Ganho Peso Corporal (g)	26
2.5 Parâmetros Bioquímicos	26
2.6 Peso Relativo do Fígado e Parâmetros bioquímicos do Tecido Hepático	26
2.7 Análise Estatística	27
3. Resultados e Discussão	27
3.1 Consumo Alimentar Semanal (g) e Ganho de Peso Corporal (g).....	27
3.2 Parâmetros séricos	28
3.3 Peso Relativo do Fígado e Parâmetros Bioquímicos do Tecido Hepático	29
4. Conclusões	31
Agradecimentos	32
Figuras	32
Referências	33
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS	36
ANEXO	42

1. INTRODUÇÃO

A obesidade pode ser definida de uma maneira simplificada como o acúmulo excessivo de gordura corporal, sob a forma de tecido adiposo, sendo consequência de balanço energético positivo, capaz de acarretar prejuízos à saúde dos indivíduos [1]. Sabe-se ainda que a etiologia da obesidade é multifatorial, estando envolvidos em sua gênese tanto aspectos ambientais como genéticos [2].

A prevalência da obesidade tem crescido rapidamente e representa um dos principais desafios de saúde pública neste início de século. O comprometimento da qualidade de vida de uma pessoa obesa decorre das várias doenças associadas a essa condição, como: câncer, hipertensão arterial, hipercolesterolemia, hiperlipidemia, doenças coronarianas, diabetes *Mellitus*, invalidez e Doença Hepática Gordurosa não Alcoólica (DHGNA), que cresce concomitante à incidência de obesidade [3].

O tratamento da obesidade deve ser realizado com acompanhamento de uma equipe multidisciplinar e, na ausência de transtornos psiquiátricos, deve-se priorizar modalidades não-invasivas, como a dietoterapia [4].

Estudos têm buscado relacionar os efeitos funcionais das fibras solúveis e sua utilização na prevenção e tratamento de algumas doenças crônicas não-transmissíveis, como por exemplo, através da constatação da atividade das fibras sobre o metabolismo lipídico sérico e hepático de animais, trazendo resultados satisfatórios.

As fibras não são digeridas, não fornecem calorias e são capazes de restringir o apetite [5,6] e representam importantes componentes nutricionais no controle da obesidade. Dentre os principais mecanismos de ação estão: redução da ingestão energética, aumento no tempo de esvaziamento gástrico, aumento na sensação de saciedade, redução da digestibilidade, diminuição na secreção de insulina, aumento na excreção fecal e secreção de peptídeos anorexígenos [7].

A classificação das fibras dietéticas é baseada na solubilidade, ou seja, são chamadas de fibras solúveis e insolúveis. Entre as fibras solúveis estão as pectinas, gomas e mucilagens [8].

Dentro do grupo das gomas estão as galactomananas, que são polímeros hidrofílicos extraídos do endosperma de sementes de certas leguminosas [9]. As galactomananas são capazes de formar dispersões ou soluções altamente viscosas, como géis quando em contato com solventes apropriados, mesmo em baixas concentrações. Além disso, são inodoras, insípidas e não tóxicas [10]. O mecanismo de ação das galactomananas consiste na formação

de géis no estômago, resultando em bolos alimentares com viscosidade aumentada, que modulam as respostas nervosas em relação à sensação de saciedade [11] e são fermentáveis no intestino grosso [12].

A *Leucaena leucocephala* (Mimosaceae) é uma lenhosa e leguminosa perene originária da América Central e disseminada em toda a região tropical [13], muito cultivada para obtenção da madeira e celulose, além de forragem para animais domésticos (caprinos) e adubação. As sementes de Leucena possuem como principal carboidrato de reserva a galactomanana, presente no endosperma, essencial no controle da hidratação do embrião [14].

Considerando a Leucena fonte de galactomanana, este trabalho teve por objetivo, avaliar o efeito da galactomanana de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit nos parâmetros nutricionais, bioquímicos e marcadores hepáticos de ratos com obesidade induzida por dieta hipercalórica.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar efeito de galactomanana de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit sobre os parâmetros bioquímicos séricos e hepáticos de ratos com obesidade induzida por dieta hipercalórica.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o efeito da galactomanana no consumo alimentar e ganho de peso de ratas *Wistar* com obesidade induzida por dieta;
- Analisar o impacto do tratamento com a galactomanana de *L. Leucocephala* no controle de parâmetros bioquímicos lipídicos em ensaios pré-clínicos;
- Analisar a resposta do tratamento no perfil lipídico hepático dos animais com obesidade induzida por dieta hipercalórica.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A epidemiologia da obesidade

A obesidade tem sido descrita como um importante problema de saúde pública da atualidade, caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal no indivíduo e vem ganhando destaque no cenário epidemiológico mundial. Os resultados dos estudos epidemiológicos obtidos na última década apontam a obesidade como importante condição que predispõe à maior morbidade e mortalidade. Sua prevalência aumentou nas últimas décadas em todo o mundo, inclusive nos países em desenvolvimento, como o Brasil, onde anteriormente predominavam os problemas relacionados à desnutrição [15, 16, 17].

Dados globais da OMS [18] apontam que em 2014 mais de 1,9 bilhões de adultos estavam com sobrepeso, dos quais 600 milhões eram obesos, correspondendo a 13% da população adulta do planeta. Em 2013, 42 milhões de crianças abaixo de 5 anos eram obesas. Em países com economias emergentes, o aumento de sobrepeso e obesidade na infância foi 30% maior do que em países desenvolvidos.

No Brasil, segundo dados inéditos da Pesquisa de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL), realizada pelo Ministério da Saúde em todas as capitais do país entre fevereiro e dezembro de 2016 com 53.210 pessoas maiores de 18 anos das capitais brasileiras, em 10 anos, a prevalência da obesidade passou de 11,8% em 2006 para 18,9% em 2016, atingindo quase um em cada cinco brasileiros [19].

Porém, dentre as capitais brasileiras nordestinas, São Luís/Maranhão apresentou-se como a capital com menor frequência de excesso de peso (50,9%) e obesidade (12,5%) entre indivíduos adultos (≥ 18 anos). Natal/Rio Grande do Norte mostrou a maior frequência de obesidade (62%), enquanto que a maior frequência de excesso de peso foi constatada em João Pessoa/Paraíba neste público, em 2016 [19].

A projeção é que, em 2025, cerca de 2,3 bilhões de adultos estejam com sobrepeso e mais de 700 milhões, obesos. O número de crianças com sobrepeso e obesidade no mundo poderia chegar a 75 milhões, caso nada seja feito [20].

3.2 Complicações da obesidade

Obesidade e sobrepeso em adultos trazem como conseqüências doenças cardiovasculares, diabetes, osteoartrite, alguns cânceres (colorretal, renal, esofágico endometrial, mamário, ovariano e prostático), dificuldades respiratórias como hipoventilação crônica (síndrome de Pickwick) e apneia do sono, infertilidade masculina, colelitíase, esteatose, refluxo gastroesofágico, transtornos psicossociais e hipertensão arterial sistêmica. Em crianças, associa-se a maior chance de obesidade, morte prematura e incapacidade funcional na fase adulta, além desses riscos futuros isso porque crianças obesas podem apresentar dificuldades respiratórias, maior risco de fraturas, efeitos psicológicos e precoces indicadores de doença cardiovascular e resistência à insulina [21].

3.3 Terapêutica Dietética na Obesidade

A obesidade é uma condição crônica que aumenta a morbidade de muitas doenças e a mortalidade por todas as causas [21]. Entre os diversos impactos da obesidade na saúde do indivíduo destaca-se a resistência à insulina, um estado fisiopatológico no qual concentrações maiores de insulina são necessárias para que seus efeitos biológicos nos tecidos alvo, como músculo esquelético, tecido adiposo e fígado, sejam observados [22].

A resistência à insulina leva ao decréscimo no transporte e metabolismo da glicose nos tecido adiposo e muscular esquelético, e ao comprometimento da supressão da produção de glicose hepática [23]. Isso resulta, inicialmente, em hiperinsulinemia e mais tardiamente em hiperglicemia [24], podendo culminar com o desenvolvimento do diabetes tipo 2 [25]. A resistência à insulina também afeta o metabolismo de lipídeos, resultando em aumento da concentração plasmática de ácidos graxos livres [26, 27], da secreção hepática da lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), da concentração da lipoproteína de baixa densidade (LDL) e redução da concentração e atividade anti-aterogênica da lipoproteína de alta densidade (HDL) [28, 29, 30].

O consumo alimentar tem sido relacionado à obesidade não somente quanto ao volume da ingestão alimentar, como também à composição e qualidade da dieta [31].

Ao se focalizar a obesidade pelos aspectos vinculados à alteração na dieta, cabe destacar que o aumento da ingestão energética pode ser decorrente tanto de elevação

quantitativa do consumo de alimentos como de mudanças na dieta que se caracterizam pela ingestão de alimentos com maior densidade energética, ou pela combinação dos dois. O processo de industrialização dos alimentos tem sido apontado como um dos principais responsáveis pelo crescimento energético da dieta da maioria das populações do Ocidente [32].

A promoção de estilos de vida saudáveis é atualmente considerada fundamental para a prevenção da obesidade em crianças e jovens, mas também para a prevenção a longo prazo da obesidade na idade adulta [33].

Para promover hábitos alimentares mais saudáveis, e, conseqüentemente, diminuir os índices de obesidade, acredita-se que seja importante que as pessoas tenham conhecimentos de alimentação e nutrição [31].

Diante do aumento das prevalências de obesidade, torna-se urgente estudar estratégias que permitam o seu controle. As práticas alimentares são destacadas como determinantes diretos dessa doença e a educação nutricional tem sido abordada como tática a ser seguida para que a população tenha uma alimentação mais saudável e, dessa forma, um peso adequado [31].

A educação nutricional faz-se necessária para dar apoio ao tratamento do paciente obeso, buscando a modificação e consolidação de comportamentos alimentares adequados, levando-se em conta a interação dinâmica de fatores que afeta tais comportamentos [34].

3.4 Uso das fibras alimentares na terapêutica dietética da obesidade

Na terapêutica nutricional, o consumo regular de fibras alimentares tem sido uma das mais constantes recomendações feitas por nutricionistas e órgãos oficiais para a prevenção de doenças do trato gastrointestinal, cardiovasculares, prevenção ou tratamento de diabetes, hipercolesterolemia e obesidade. Estas recomendações estão baseadas na constatação de que as fibras alimentares possuem efeitos fisiológicos que são responsáveis por alterações significativas nas funções gastrointestinais humanas, como redução na absorção de nutrientes, aumento da massa fecal, redução nos níveis de colesterol do plasma sanguíneo e redução na resposta glicêmica [35, 36, 37], além de estar relacionado à saciedade, que é um fator importante no controle dessa patologia. Alimentos ricos em fibras exigem maior tempo de mastigação, estimulam a salivação e diminuem a ingestão de outros alimentos, proporcionando redução do consumo calórico [38].

As fibras alimentares têm, cada qual, efeitos fisiológicos diferentes. Em geral, as fibras solúveis em água (pectinas, gomas, mucilagens e certas hemiceluloses) retardam a passagem intestinal, o esvaziamento gástrico e a absorção da glicose, ajudando a reduzir o colesterol no soro sanguíneo. As fibras insolúveis em água (lignina, celulose e algumas hemiceluloses) aceleram o trânsito intestinal, aumentam o peso das fezes, desaceleram a hidrólise do amido e retardam a absorção da glicose, contribuindo para a redução do risco de alguns males do cólon [39].

3.5 Fibras e Metabolismo lipídico sérico e hepático

Estudos [40, 41, 42] têm buscado avaliar a forma como as fibras alimentares agem, especialmente as fibras solúveis, e têm constatado que as mesmas mostram atividade positiva em relação ao metabolismo lipídico sérico e hepático, dentre outras atividades funcionais.

Fietz & Salgado [40] ao avaliarem o efeito da pectina de alta e de baixa metoxilação, e da celulose sobre os níveis séricos de colesterol e triacilgliceróis em ratos wistar hiperlipidêmicos, observaram, assim como em outros estudos com resultados semelhantes, que as fibras solúveis em água possuem efeito mais significativo na diminuição dos níveis de colesterol e triacilgliceróis séricos do que as insolúveis.

Garcia-Diez et al. [41], utilizando a pectina como fonte de fibra solúvel, também investigaram o efeito destas sobre o metabolismo do colesterol e dos ácidos biliares. Animais alimentados com dietas suplementadas com pectina apresentaram redução das concentrações de colesterol sérico e hepático e aumento da excreção fecal de ácidos biliares, da atividade da enzima colesterol 7 α hidroxilase e da 3-hidroxi-3-metil-glutaril-CoA (HMG-CoA) redutase. Os autores concluíram que a pectina, devido à grande excreção fecal dos ácidos biliares, pode causar aumento da síntese hepática de novos ácidos biliares, com conseqüente depleção de colesterol no fígado dos animais, resultando na redução da concentração de colesterol plasmático.

Eufrazio [42] realizou um estudo objetivando determinar algumas propriedades físico-químicas e os efeitos das fibras solúveis pectina e goma guar associadas à 1% de colesterol, sobre as frações lipídicas (HDL-c, LDL-c e Triglicérido) do sangue e fígado de ratos, e pôde concluir neste estudo que o perfil lipídico pode ser melhorado com a adição das fibras solúveis pectina e goma guar na dieta.

3.6 Tratamento Convencional e Cirúrgico na Obesidade

Seu tratamento envolve diversos tipos de abordagens, sendo o tratamento convencional constituído, principalmente, pela reeducação alimentar, realização de atividade física, uso de agentes anti-obesidade e terapia comportamental. Todavia nos pacientes obesos mórbidos, isto é, aqueles que apresentam Índice de massa Corporal (IMC) $\geq 40 \text{ kg/m}^2$ ou IMC $>35 \text{ kg/m}^2$ associado a fatores de risco como, hipertensão arterial, dislipidemia, diabetes *mellitus*, a cirurgia bariátrica se impõe como uma importante opção de tratamento, sobretudo, quando o paciente não responde às outras terapêuticas convencionais. Neste caso a cirurgia representa um risco menor em relação às doenças associadas à obesidade [43].

A cirurgia bariátrica é contra-indicada nos casos em que o paciente não esteja plenamente de acordo com a cirurgia ou não seja capaz de apreciar as mudanças que ocorrerão após a operação, em pacientes com pneumopatias graves, insuficiência renal, lesão acentuada do miocárdio, cirrose hepática, usuários de drogas, compulsões alimentares, suporte social inadequado. Há algumas citações que consideram também distúrbios psiquiátricos como contra indicação [43].

3.7 Galactomanana

A galactomanana é um polissacarídeo conhecido mundialmente e muito utilizado como agente estabilizante e emulsificante nas indústrias de alimentos, de cosméticos, têxtil, farmacêutica e biomédica. Ela é encontrada no endosperma de inúmeras plantas, em especial as leguminosas, e funciona como reserva energética para o embrião [44, 45].

Esse polissacarídeo possui duas unidades monoméricas, manose e galactose, e a razão entre essas unidades básicas varia de acordo com a sua fonte e o processo de extração [44]. Sua estrutura é composta por uma longa cadeia de manose com ramificações simples de galactose. As longas cadeias de D-manose estão unidas por meio de ligações β (1-4) e conferem rigidez a sua conformação. As ramificações simples de D-galactose estão ligadas de forma α (1-6), direcionando as ligações de hidrogênio das cadeias de manose para a água circundante, e não para cadeias vizinhas de manose, o que favorece a solubilização do polímero em água. O tamanho da cadeia principal e o número e o comprimento das ramificações estão diretamente relacionados à sua aplicação técnica [46, 47].

Em relação à aplicação biotecnológica de galactomananas na indústria alimentícia, a goma guar e a alfarroba são as espécies mais utilizadas [48], enquanto a galactomanana de

tara tem sido aceita como uma alternativa àquelas já utilizadas [49]. As principais utilizações são como espessantes e substitutos de gordura, além de também melhorarem a textura e aparência dos alimentos e aumentarem a sua resistência a variações de temperatura. Em particular, as galactomananas podem ser usadas em produtos derivados do leite, sobremesas (especialmente sorvetes), geléias, produtos em pó, misturas para bolo e glacê, temperos, molhos, sopas e alimentos enlatados e congelados [50, 51].

As galactomananas também podem entrar na composição de alimentos dietéticos, uma vez que não são digeridas pelo organismo. O estudo de Frias e Sgabieri [52], demonstrou o efeito da goma-guar na diminuição dos níveis de lipídeos séricos e na manutenção dos níveis de glicose de ratos Wistar. Os autores demonstraram que ratos alimentados por 60 dias com goma-guar (10% e 20%) apresentaram diminuição significativa ($p < 0,005$) nos valores séricos de colesterol e triacilgliceróis, diminuição da ingestão calórica e de ganho de peso corporal e decréscimo na glicemia plasmática durante o primeiro mês de tratamento. Zunft et al. [53], no seu estudo sobre o efeito da alfarroba na diminuição do colesterol em pacientes hipercolesterolêmicos, apresentam resultados que demonstram que a ingestão de fibra de alfarroba pode reduzir as concentrações de LDL e colesterol total, sendo esta redução de interesse clínico.

A alta viscosidade no intestino delgado diminui a digestão e absorção de carboidratos, o que tende a reduzir a hiperglicemia pós prandial. Também existem estudos de que a goma guar é capaz de diminuir o LDL sanguíneo [54, 55].

3.8 *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.

Consideram-se as sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit fonte de galactomanana. Trata-se de uma espécie vegetal perene de porte arbustivo a arbóreo, originária da América Central, podendo alcançar uma altura de 20 metros e diâmetro a altura do peito (DAP) de 30 cm, com ampla diversidade de uso, justificando seu emprego como opção de plantio em regiões tropicais. Apresenta folhas bipinadas de 15 a 25 cm de comprimento, com 4-10 pares de pinas, cada qual com 5-20 pares de folíolos. Flores brancas, agrupadas em capítulo globular. Seus frutos são finos e achatados (12-18 centímetros de comprimento), contendo 15-25 sementes elípticas de coloração marrom-brilhante [56, 57, 58].

Figura 1: Imagem de partes da espécie *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.



Fonte: VIANA, 2017.

Figura 2: Imagem da árvore *Leucaena leucocephala* (Lam.)



Fonte: Domínio público.

É uma árvore muito cultivada em várias partes do mundo, tendo se tornada subspontânea em algumas regiões. No Nordeste do Brasil se apresenta como um arbusto ou árvore com folíolos numerosos, flores alvas agrupadas na extremidade dos pedúnculos das inflorescências. Os frutos são típicos legumes marrons, planos, lineares; sementes marrons, comprimidas. Em alguns locais a Leucena é utilizada como planta forrageira para o gado, embora as folhas e frutos sejam venenosos para animais como cavalo e o burro. A madeira fornece bom combustível e das sementes confeccionam-se colares [59, 60].

Na alimentação humana, Leucena é consumida na América Central, na Indonésia e Tailândia, principalmente na sua forma processada. As sementes são fermentadas e consumidas como brotos [61].

Além de servir como alimento, suas sementes apresentam-se como fonte potencial de galactomananas, em quantidade que varia de 20 a 25%, localizados principalmente no endosperma. Variações no rendimento do endosperma em relação ao peso total das sementes podem estar associadas a fatores climáticos e a composição da galactomanana obtida por isolamento desta fração pode refletir o grau da maturação das sementes, o local do cultivo e as diferenças no processo de extração e purificação [61].

4. ARTIGO

Efeito de galactomanana da *leucaena leucocephala* (lam.) de Wit sobre os parâmetros bioquímicos séricos e hepáticos de ratos com obesidade induzida por dieta hipercalórica.

Sílvia Adriely Lopes Silva^a, Ivone Garros Rosa^b, Marilene Oliveira da Rocha Borges^c e Kátia Danille Araújo Lourenço Viana^d

^aEstudante do curso de Nutrição da Universidade Federal do Maranhão, Campus Universitário Dom Delgado, Caixa Postal 322, CEP 65080-040, São Luís – MA, Brasil. E-mail: adrielly1416_sl@hotmail.com

^b, Departamento de Patologia da Universidade Federal do Maranhão, Campus Universitário Dom Delgado, Caixa Postal 322, CEP 65080-040, São Luís – MA, Brasil. E-mail: ivonegarros@yahoo.com.br

^c, Departamento de Ciências Fisiológicas da Universidade Federal do Maranhão, Campus Universitário Dom Delgado, Caixa Postal 322, CEP 65080-040, São Luís – MA, Brasil. E-mail: morborges@yahoo.com.br

^{d,*} Departamento de Ciências Fisiológicas da Universidade Federal do Maranhão, Campus Universitário Dom Delgado, Caixa Postal 322, CEP 65080-040, São Luís – MA, Brasil. E-mail: katnutri@hotmail.com

Destaques

- A galactomanana de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit manteve o peso nos ratos com obesidade induzida por dieta hipercalórica;
- A galactomanana de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit mostrou tendência de redução dos níveis hepáticos de Triglicerídeos e Colesterol total e gordura total hepática nos ratos com obesidade induzida por dieta hipercalórica;

- A galactomanana de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit mostrou tendência de redução dos níveis séricos de glicemia de jejum, colesterol total e tendência de elevação dos níveis de HDL-c nos ratos com obesidade induzida por dieta hipercalórica.

1. Introdução

A obesidade é atualmente assunto de interesse universal. É considerada uma doença crônica, multifatorial, caracterizada pelo acúmulo excessivo de tecido adiposo no organismo. É fator de risco para patologias graves, como a diabetes, doenças cardiovasculares, hipertensão, distúrbios reprodutivos em mulheres, alguns tipos de câncer e problemas respiratórios. A obesidade pode ser causa de sofrimento, depressão e de comportamentos de esquiva social, que prejudicam a qualidade de vida [1]. O estilo de vida sedentário e uma dieta hipercalórica que caracterizam a sociedade dos países ocidentais parecem ser os fatores mais importantes do desenvolvimento da obesidade [2].

O tratamento dietoterápico para os casos de obesidade consiste de um plano alimentar saudável, o qual deve ser individualizado e ter como objetivo, proteger a saúde, prevenindo e controlando comorbidades e promovendo alcance do peso adequado [3].

A alimentação adequada deve manter ou atingir o peso saudável com a diminuição da ingestão de gorduras saturadas e trans, aumento da ingestão de fibras e redução do consumo de açúcar, carboidrato refinado [3].

Em situações fisiológicas, a gordura (TG) é armazenada no tecido adiposo, porém, com o desenvolvimento da obesidade, esse armazenamento se torna prejudicado ou insuficiente fazendo com que a gordura seja depositada em outros órgãos, como por exemplo, o fígado. Quando esse depósito de gordura nos hepatócitos ocorre em excesso, caracteriza a Doença Hepática Gordurosa Não Alcoólica (DHGNA) [4].

O fígado é considerado um órgão chave no controle do metabolismo lipídico, direcionando gorduras com base nas condições hormonais e metabólicas dos indivíduos e fornecendo para os tecidos periféricos o substrato energético necessário. Dessa forma, as gorduras podem ser armazenadas, oxidadas para a produção de adenosina trifosfato (ADP) ou encaminhadas para os tecidos periféricos pelas lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), sendo utilizadas pelo músculo esquelético e armazenadas pelo tecido adiposo [4].

A quantidade adequada de fibras alimentares tem importante função na dieta para redução de obesidade, tais como: redução na ingestão energética; aumento no tempo de esvaziamento gástrico; diminuição na secreção de insulina; aumento na sensação de saciedade; redução na digestibilidade; redução no gasto energético e aumento na excreção fecal de energia [5]. Dietas ricas em fibras também contribuem para a minimização dos problemas de doenças cardiovasculares, devido à redução do colesterol plasmáticos e LDL. As fibras, provavelmente, interferem no metabolismo dos esteróides, que começa no trato gastrintestinal. Essa interferência ocorre por serem as fibras pouca digeridas e absorvidas pelo organismo humano, aumentando a excreção fecal de colesterol presente nos ácidos biliares [5].

Consideram-se as sementes de *Leucena leucocephala* (Lam.) de Wit fonte de galactomanana. A galactomanana, fibra conhecida mundialmente, é muito utilizada como agente estabilizante e emulsificante nas indústrias de alimentos, de cosméticos, têxtil, farmacêutica e biomédica, e pode ser encontrada no endosperma de sementes de inúmeras plantas, em especial as leguminosas, e funciona como reserva energética para o embrião [6,7]. As fontes de galactomanana comerciais mais conhecidas são guar, (*Cyamopsis tetragonolobus*), a locusta, (*Ceratonia siliqua*) e a tara (*Caesalpinia spinosa*) [8]. Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar o efeito da galactomanana de *Leucena leucocephala* (Lam.) de Wit no metabolismo do tecido hepático de ratos com obesidade induzida por dieta hipercalórica.

2. Material e Métodos

2.1 Isolamento da galactomanana

As sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit e vagens foram coletadas na Universidade Federal do Maranhão – Cidade Universitária Dom Delgado, no período de agosto a outubro de 2015 e foram separadas, selecionadas e armazenadas. As sementes foram intumescidas em água destilada a temperatura de 100° C, na proporção 1:2 por 15 minutos. Em seguida, foram hidratadas por 24 horas em temperatura de refrigeração e realizada a retirada manual do endosperma.

O endosperma das sementes foi suspenso em água na proporção de 1:26 (m/v) e homogeneizado durante 10 minutos até a formação de uma solução viscosa que foi filtrada

através de um tecido de nylon. O polissacarídeo foi obtido por precipitação em etanol 92,8° (v/v) na proporção 2:1 (álcool:suspensão) e em seguida foi lavado com acetona P.A. para retirada do excesso de água. O sólido obtido foi seco e pulverizado até obtenção de um pó.

2.2 Animais

Foram utilizadas ratas da linhagem *Wistar (Rattus norvegicus albinus)* a partir do 60º dia de vida, cedidos pelo Biotério Central da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Os animais foram mantidos em sistema de confinamento sob condições controladas de temperatura ($22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$), luminosidade (claro/escuro – 12 horas) e umidade, com dieta controlada 3 vezes por semana e água *ad libitum* durante todo o período do estudo.

2.3 Modelo Experimental de Indução e Tratamento

Para o experimento de indução da obesidade, os animais foram distribuídos aleatoriamente em 2 grupos, a citar: Obeso (n=5) e Grupo tratado com goma *L. leucocephala* (Grupo Leucena) (n=5), cujo sistema de confinamento obedeceu a distribuição de 5 animais por gaiola. Os grupos Obeso e Leucena receberam dieta hipercalórica em ciclos que variaram a cada 7 dias, durante um período de 18 semanas, conforme o protocolo descrito por Nascimento *et al.* [9] com modificações. Resumidamente, o ingrediente “biscoito de milho” foi substituído por “biscoito maisena” e a água em quantidade suficiente para moldagem dos *pellets*.

O Grupo Leucena, recebeu além da dieta hipercalórica, 500 μL de gel de galactomanana de goma de *L. leucocephala* na concentração de 5%, por gavagem, enquanto que o Grupo Obeso recebeu água pela mesma técnica, com o intuito de estabelecer uniformidade de manejo dos animais nos dois grupos experimentais.

2.4 Consumo Alimentar(g) e Ganho Peso Corporal (g)

O consumo alimentar (oferta, em média, de 250g de dieta hipercalóricas em forma de *pellets*) assim como o controle do peso corporal dos animais foram controlados três vezes por semana (segunda, quarta e sexta-feira), com auxílio de balança digital. A análise estatística do ganho de peso corporal foi realizada utilizando a média semanal de peso corporal por gaiola.

2.5 Parâmetros Bioquímicos

Ao final de 18 semanas de experimento e após a eutanásia dos animais, o sangue foi coletado em tubos heparinizados e o plasma obtido por centrifugação. As amostras de plasma foram armazenadas à -20 °C até as análises. Foram determinadas as concentrações de Colesterol total (CT), Triglicerídeos (TG) e HDL-c utilizando *kits* comerciais Labtest®, seguindo os protocolos descritos pelo fabricante. As leituras foram realizadas em um analisador semiautomatizado Bioplus-2000®. A glicemia de jejum foi determinada por meio de um glicosímetro digital Accu-Check Sensor Comfort® – Roche, Brasil, utilizando fitas reativas específicas.

2.6 Peso Relativo do Fígado e Parâmetros bioquímicos do Tecido Hepático

Após o último dia de tratamento, os animais foram pesados, eutanasiados com superdosagem de anestésicos (30mg/kg de xilazina e 300mg/kg de cetamina), laparatomizados e tiveram os tecidos hepáticos removidos e pesados. Resumidamente, o peso relativo do fígado foi obtido pela divisão dos valores referentes ao peso do fígado e o peso corporal final do animal.

Para a determinação da gordura total do fígado utilizou-se protocolo previamente descrito por Freedman et al. [10] com modificações. Aproximadamente 500 mg do órgão foi pesado e homogeneizado em *mixer* juntamente com 5 ml de uma solução de clorofórmio:metanol (2:1 v/v). O homogeneizado foi mantido em repouso *overnight* (16 horas) em temperatura de refrigeração (~12°C) dentro de tubo previamente pesado, sendo em seguida filtrado. Adicionou-se salina 0,9% ao filtrado na proporção de 5:1 (filtrado:salina),

seguido de repouso por 2 horas e centrifugação (1000 rpm). A fase superior foi descartada e o material seco em estufa. Os tubos foram pesados novamente e a gordura determinada pela diferença do peso final em relação ao peso inicial do fragmento do órgão.

As dosagens de Colesterol e Triglicérides do tecido hepático também foram determinadas. Para tanto, ressuspendeu-se a gordura seca em 1 ml de solução de Triton X-100:metanol (2:1) e determinou-se as concentrações através de *kits* comerciais Labtest®, seguindo os protocolos descritos pelo fabricante, em um analisador semiautomatizado Bioplus-2000®.

2.7 Análise Estatística

Os resultados estatísticos estão expressos em média \pm erro padrão da média. Os dados foram analisados através do software GraphPad Prism® versão 7.0. A distribuição da normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk e utilizado o teste *T-Student* para comparação entre os grupos. Os níveis de significância foram fixados em 5% ($p < 0.05$).

3. Resultados e Discussão

3.1. Consumo Alimentar Semanal (g) e Ganho de Peso Corporal (g)

A média do consumo alimentar semanal (g) durante 18 semanas de experimento não apresentou diferença estatística entre os grupos Obeso (67.83 ± 2.460 g) e Leucena (67.77 ± 2.318 g), como demonstra a Figura 1A.

Percebeu-se, então, que a galactomanana de *L. leucocephala* não promoveu sua atividade funcional de saciedade no grupo tratado, já que este apresentou consumo alimentar semanal semelhante ao Grupo Obeso. Acredita-se que a permanência do apetite no grupo tratado com *L. leucocephala* está relacionada à concentração sérica de insulina, que é proporcional à adiposidade, e que com seu efeito anabólico, aumenta a captação de glicose levando à queda da glicemia, e conseqüentemente estimulando o apetite [11].

No entanto, no período de 18 semanas, o grupo Obeso apresentou ganho de peso corporal significativamente superior quando comparado ao grupo Leucena (93.45 vs 63.32 g, respectivamente), conforme demonstra Figura 1B.

O aumento do ganho de peso em ratos *Wistar* submetidos à oferta de dietas hipercalóricas e hiperlipídicas também foi observado nos estudos de Santos et. al. [12] e Duarte et. al [13] após 18 e 15 semanas nos animais, respectivamente. Sendo assim, acredita-se que a alta palatabilidade das dietas hipercalóricas administradas promovem melhor adesão por animais de grupos experimentais, e sua alta densidade calórica permite a instalação da obesidade, mostrando a eficácia destes tipos de dietas na indução desta desordem.

Quanto ao peso corporal do grupo Leucena, foi notável o efeito protetor contra a evolução desta medida em comparação ao grupo Obeso. O mesmo efeito sobre o ganho de peso corporal foi encontrado por Rodrigues [14], ao avaliar os efeitos do gel de galactomanana da leguminosa *Adenanthera povonina* Linn. em ratos *Wistar* dislipidêmicos durante 18 semanas.

Pelo fato de as fibras alimentares possuírem como um dos efeitos fisiológicos intestinais a redução na absorção de nutrientes devido a desaceleração da motilidade intestinal, atribui-se a manutenção do ganho de peso no Grupo Leucena à este mecanismo fisiológico intestinal.

3.2. Parâmetros séricos

Apesar dos parâmetros séricos não terem apresentado diferenças estatísticas entre os grupos experimentais, observou-se uma tendência de elevação dos níveis de HDL -c (68.25 ± 7.215 mg/dL) no tratamento com a galactomanana de *L. Leucocephala* bem como, tendência de redução da glicemia de jejum ($117,0 \pm 2,51$ mg/dL) e colesterol total ($62.33 \pm 8,33$ mg/dL) no Grupo Leucena em relação ao Grupo Obeso (Tabela 1).

O aumento do consumo de fibras alimentares, especialmente as solúveis, pode melhorar o controle glicêmico, diminuir o Colesterol Total, o LDL-c e promover a saciedade [15].

Tabela 1: Níveis plasmáticos de glicemia e lipídeos para os grupos experimentais.

Parâmetros	Grupo Obeso	Grupo Leucena	p-valor
Glicemia (md/dL)	119,9 ± 3,098	117,0 ± 2,517	0,6594
Triglicerídeos (mg/dL)	77,75 ± 7,644	81,25 ± 19,17	0,8397
HDL-c (mg/dL)	60,67 ± 2,484	68,25 ± 7,215	0,2161
Colesterol Total (mg/dL)	67,92 ± 2,681	62,33 ± 8,333	0,4140

Resultados semelhantes aos revelados acima foram registrados por Franco [16], ao observar que a dislipidemia apresentada em ratos *Wistar* machos com síndrome metabólica induzida por dieta ocidentalizada foi positivamente alterada com redução dos níveis séricos de colesterol total, triglicerídeos e aumento de HDL-c, após o tratamento de 150 dias com extrato hidroalcoólico da leguminosa *Parkinsonia aculeata* particionado com acetato de etila (130 mg/kg), assim como redução significativa dos níveis de glicemia após o tratamento com o mesmo extrato nas concentrações de 65 e 130mg/kg, resultado corroborado por Silva [17].

Níveis significativamente reduzidos de glicemia, triglicerídeos e colesterol total séricos também foram observados por Cunha [18] ao estudar os efeitos da leguminosa *Caesalpinia ferrea* em ratos *wistar* diabéticos após 16 semanas de tratamento.

No estudo de Rodrigues [14], 18 semanas de tratamento com gel de galactomanana de *Adenanthera pavonina* Linn. foram suficientes para serem observados aumentos dos níveis de HDL –c em ratas *Wistar* dislipidêmicas, assim como foi observado no presente trabalho.

Muitos mecanismos de ação têm sido propostos para explicar o efeito de redução dos lipídeos pelas fibras. Entre estes, a fibra poderia reduzir a absorção e metabolismo dos ácidos biliares, devido a ligação dos mesmos com a fibra no lúmen intestinal; poderia modificar a absorção e metabolismo dos lipídeos; os ácidos graxos de cadeia curta, como o propionato, resultantes da fermentação bacteriana colônica da fibra poderiam afetar o metabolismo do colesterol controlando sua síntese ou de lipoproteínas; a redução da motilidade intestinal causada pelas fibras solúveis poderia levar à diminuição da digestão e absorção de nutrientes, levando ao retardo da absorção de colesterol total e triglicerídeos [15, 19, 14].

Tem sido demonstrado que o consumo de algumas fibras afeta o metabolismo da glicose. Fibras solúveis em água são vistas como sendo mais eficazes em provocar mudanças no metabolismo de carboidratos, enquanto que fibras insolúveis parecem ser menos ativas. As dietas ricas em fibra solúvel produzem um aumento de viscosidade do conteúdo intestinal, já que são moléculas que captam água e possuem a propriedade de formar géis coloidais, o que diminui o contato do quimo geleificado com a mucosa intestinal e a taxa da digestão

enzimática, reduzindo, conseqüentemente, a absorção intestinal de monossacarídeos e dissacarídeos [15].

3.3 Peso Relativo do Fígado e Parâmetros Bioquímicos do Tecido Hepático

O peso relativo do fígado (peso do fígado/peso corporal do rato) não diferiu entre os grupos Obeso e Leucena (2.867 ± 0.1282 vs 2.767 ± 0.2186 g/gordura g/tecido), respectivamente (Tabela 2).

A gordura total do tecido hepático (g) não apresentou diferença estatística quando comparada entre os grupos Obeso (54.16 ± 4.543) e Leucena (51.38 ± 6.711). No Grupo Leucena, percebeu-se uma tendência à diminuição do acúmulo da gordura total do tecido hepático (Tabela 2).

No estudo de Rodrigues [14], ao comparar a gordura total de ratas *Wistar* tratadas com dieta hipercalórica e ratas *Wistar* tratadas com gel de galactomanana de *Adenathera pavonina* Linn., percebeu-se redução significativa da gordura total hepática no grupo de animais tratados com gel. No presente estudo, a redução da gordura hepática total do grupo tratado com gel de galactomanana de *L. leucocephala* não foi tão significativa como resultado deste parametro em relação ao estudo de Rodrigues [14].

O acúmulo de gordura no fígado é decorrente, principalmente, da elevação dos Ácidos Graxos Livres (AGL) na corrente sanguínea. O AGL em excesso, caso não seja oxidado ou transportado para a circulação em forma de lipoproteínas de baixa densidade, pode ser sintetizado em triacilgliceróis e depositado no fígado, podendo dar início à DHGNA e reduzir o *cleareance* hepático de insulina, aumentando assim a produção hepática de glicose, fatores-chaves no processo de Resistência à Insulina (RI). O aumento do AGL circulante pode atuar, também, nos receptores de insulina, debilitando seu funcionamento nos diversos tecidos e com isso levando à hiperglicemia e hiperinsulinemia. O fígado gorduroso, caso não diagnosticado e não tratado, pode levar a um aumento dos tecidos conjuntivos do fígado, conduzindo o órgão à falência [20].

Os níveis de triglicerídeos e colesterol total do tecido hepático não apresentaram diferença estatística entre os grupos experimentais. Porém, foi possível notar tendência de redução dos níveis de triglicerídeos ($53,67 \pm 10,74$) e colesterol total ($21,67 \pm 0,3333$) no Grupo Leucena em relação ao Grupo Obeso (Tabela 2).

Tabela 2: Níveis de lipídeos hepáticos para os grupos Obeso e Leucena.

Parâmetros	Grupo Obeso	Grupo Leucena	<i>p</i> -valor
Gordura total hepática (g)	54,16 ± 4,543	51,38 ± 6,711	0,7297
Triglic. hepáticos (mg/g)	57,33 ± 5,800	53,67 ± 10,74	0,7492
Colest. hepático (mg/g)	26,83 ± 1,778	21,67 ± 0,3333	0,0884
Peso relativo do fígado (g/gord. e g/tecido)	2,867 ± 0,1282	2,767 ± 0,2186	0,6845

Dosagens de lipídeos hepáticos foram analisadas no estudo de Rodrigues [14], que verificou apenas redução dos níveis de triglicerídeos após tratamento de 18 semanas em ratos *Wistar* dislipidemicas, enquanto que, no presente estudo, o tratamento com gel de galactomanana de *Leucena* mostrou tendência de redução tanto dos níveis de triglicerídeos quanto de colesterol total hepáticos.

Certas fibras apresentam capacidade de ligar ácidos biliares no lúmen intestinal. Isso faz com que haja uma redução da fração de sais biliares que seriam reabsorvidos pela circulação enteroepática. Consequentemente, uma conversão maior de colesterol para ácidos biliares ocorre, para que haja nova síntese desses ácidos e com isso uma quantidade menor de colesterol sai para a circulação. Assim, esta seria uma hipótese para se explicar o nível reduzido de colesterol total hepático encontrado [21].

Os baixos níveis de Triglicerídeos hepáticos poderiam estar relacionados possivelmente com um mecanismo relacionado à atividade hipocolesterolemica das fibras solúveis, a inibição de lipases, resultando em prejuízos na absorção das gorduras dietéticas e formação de ácidos graxos de cadeia curta, aos quais é conferida a conversão de colina em trimetilamina, impedindo a formação de fosfatidilcolina, componente da lipoproteína de muito baixa densidade colesterol (VLDL -c), afetando, portanto, indiretamente, o armazenamento de triglicerídeo hepático [14, 22].

4. Conclusões

O uso do gel de galactomanana de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit durante 18 semanas, agiu favoravelmente no metabolismo do tecido hepático mantendo a gordura total e os níveis de triglicerídeos e colesterol total do fígado de ratos *Wistar* com obesidade induzida por dieta hipercalórica. A galactomanana de *Leucaena* também foi capaz exercer efeito protetor contra o ganho de peso corporal, além de mostrar tendência de redução dos níveis d

glicemia de jejum, triglicérides e colesterol total e aumentado os níveis de HDL –c séricos, embora sem resultados significativos.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFMA) por todo o acolhimento e incentivo que, através de suas estruturas físicas e equipamentos, bem como à Fundação de Amparo em Pesquisa e Desenvolvimento Científico do Maranhão (FAPEMA) pelo apoio financeiro, tornando possível a realização deste trabalho.

Figuras

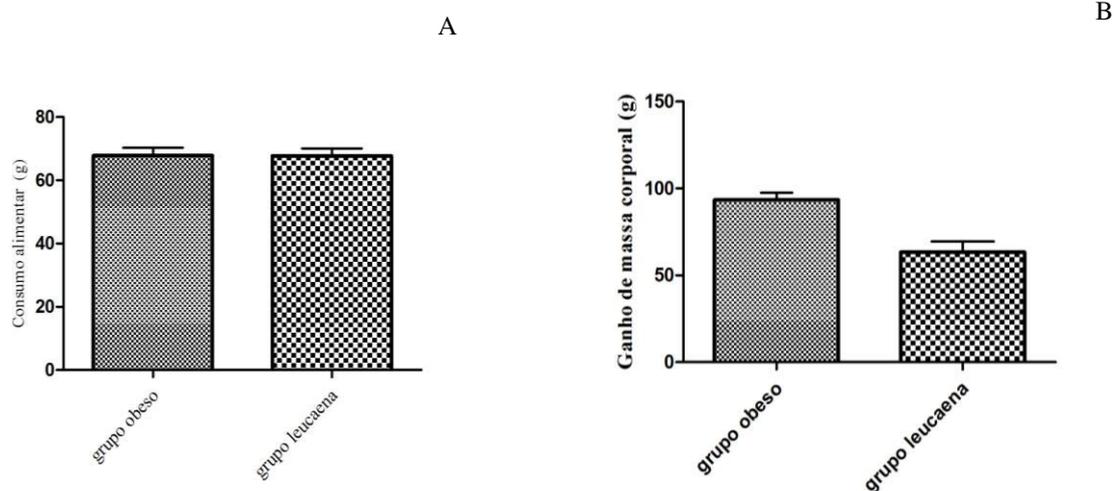


Figura 1: 1A - consumo alimentar dos animais dos grupos Obeso e Leucena. 1B - ganho de massa corporal dos animais dos grupos Obeso e Leucena. $P < 0,05$.

Referências

- [1] ADES, L.; KERBAUY, R.R. **Obesidade: Realidades e Indagações**. Psicologia USP, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 197-216, jan. 2002. ISSN 1678-5177. Disponível em: <<http://www.periodicos.usp.br/psicousp/article/view/108172/106484>>. Acesso em: 26 Jun. 2018.
- [2] SANTOS, R.S. NUNES, A. RIBEIRO, J.C. SANTOS, P. DUARTE, J.A.R. MOTA, J. **Obesidade, síndrome metabólica e atividade física: estudo exploratório realizado com adultos de ambos os sexos, da Ilha de S. Miguel, Região Autónoma dos Açores, Portugal**. Rev. bras. Educ. Fís. Esp., São Paulo, v.19, n.4, p.317-28, out./dez. 2005
- [3] KLACK, K; CARVALHO, J.F.; **A importância da intervenção nutricional na redução do peso corpóreo em pacientes com síndrome do anticorpo antifosfolípide**. Rev. Bras. Reumatol., São Paulo, v. 48, n. 3, p. 134-140, Jun. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0482-50042008000300002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 Jun. 2018.
- [4] SOARES, G. M.. **Alterations in hepatic lipid metabolism in obese rats submitted to duodenal-jejunal bypass**. 2016. 83 f. Dissertação (Mestrado em Biologia, processo saúde-doença e políticas da saúde) - Universidade Estadual do Oeste do Parana, Cascavel, 2016.
- [5] FRANCISCHI, Rachel Pamfilio Prado de et al. **Obesidade: atualização sobre sua etiologia, morbidade e tratamento**. Rev. Nutr., Campinas, v. 13, n. 1, p. 17-28, Abr. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732000000100003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 30 Jun. 2018.
- [6] BENTO, J. F.; MAZZARO, I.; SILVA, L. M. A.; MOREIRA, R. A.; FERREIRA, M. L. C.; REICHER, F.; PETROWICZ, C. L. O.; **Diverse patterns of cell wall mannan/galactomannan occurrence in seeds of the Leguminosae**. Carbohydrate Polymers, v. 92, n.1, p. 192-199, 2013.
- [7] CERQUEIRA, M. A.; PINHEIRO, A. C.; SOUZA, B. W. S.; LIMA, A. M. P.; RIBEIRO, C.; MIRANDA, C.; TEIXEIRA, J. A.; MOREIRA, R. A.; COIMBRA, M. A.; GONÇALVES, M. P.; VICENTE, A. A. **Extraction, purification and characterization of galactomannans from non-traditional sources**. Carbohydrate Polymers, v. 75, n. 3, p. 408-414, 2009.
- [8] LISBOA, C. G. S. **Possibilidade de uso de polissacarídeos de plantas extraídos de diferentes fontes, uma perspectiva de sustentabilidade**. 2008, 254p. Tese (Doutorado em Biologia Celular) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

- [9] NASCIMENTO A. F.; SUGIZAKI M. M.; A. S., LIMA-LEOPOLDO A. P.; LUVIZOTTO R. A.; NOGUEIRA C. R.; CICOGNA A. C. **A hypercaloric pellet-diet cycle induces obesity and co-morbidities in Wistar rats.** Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia. 52(6) (2008) 968-974.
- [10] FREEDMAN, B. D.; LEE E. J.; PARK, Y.; JAMESON, J. L. “**A Dominant Negative Peroxisome Proliferator-activated Receptor- Knock-in Mouse Exhibits Features of the Metabolic Syndrome.**” *J. Biol. Chem.*, 280(17) (2005) 17118–17125.
- [11] HALPERN, Z. S. C.; RODRIGUES, M. D. B.; COSTA, R. F. **Determinantes fisiológicos do controle do peso e apetite.** Rev. psiquiatr. clín., São Paulo , v. 31, n. 4, p. 150-153, 2004 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-60832004000400002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07 Jul. 2018.
- [12] SANTOS, A. C. A; **Estudo biométrico de ratos alimentados com dois tipos de dieta.** Disponível em: < <http://revistas.unoeste.br/revistas/ojs/index.php/...>> Acesso em: 17, Jun. 2018.
- [13] DUARTE A.C.G.O. FONSECA D.F., MANZONI M.S.J., SOAVE C.F., SENE-FIORESE M., DAMASO A.R. CHEIK N.C. **Dieta hiperlipídica e capacidade secretória de insulina em ratos.** Rev Nutr 2006, 19(3): 341-348.
- [14] RODRIGUES, D.G.C.; **Galactomanana de *Adenantha pavonina* Linn: Caracterização estrutural e atividade biológica na dislipidemia induzida por dieta hipercalórica em ratos wistar.** 2017. 154f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís.
- [15] MENDONÇA, D.R.B. **Efeitos da semente de linho (*Linum usitatissimum*) sobre os parâmetros nutricionais, fisiológicos e bioquímicos em ratos "Wistar".** 2003. 92f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- [16] FRANCO, E.S. **Avaliação do efeito antidiabético de parkinsonia aculeata l. (caesalpinaceae) em ratos wistar com síndrome metabólica: repercussões bioquímicas e moleculares.** 2016. 97f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- [17] SILVA, P.A.A.; **avaliação do efeito anti-hiperlipemiante de parkinsonia aculeata em ratos wistar submetidos à dieta “ocidentalizada”.** 2015. 86f. Dissertação (Mestrado em Patologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- [18] CUNHA, A.P.; **Caracterização e modificação química da galactomanana de caesalpinia ferrea mart ex tul.var ferrea: estudo do potencial antiviral, hipoglicemiante e cicatrizante.** 2015. 90f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

- [19] GREGORIO, S. R. **Fibra konjac e níveis séricos e hepáticos de lipídios**. 2001. 113p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000217411>>. Acesso em: 28 Jun. 2017.
- [20] MOURA, L.P. DALIA, R.A. ARAUJO, M.B. SPONTON, A.C.S. PAULI, J.R. MOURA, R.F. MELLO, R.A.F. **Alterações bioquímicas e hepáticas em ratos submetidos à uma dieta hiperlipídica/hiperenergética**. *Rev. Nutr.*, Campinas, 25(6):685-693, nov./dez., 2012.
- [21] FRIAS, A. C. D. **Efeitos da goma guar (*Cyamopsis tetragonolosa*) sobre a ingestão de alimentos, lipidemia e glicemia em ratos normais e diabéticos**. 1996. 117f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000113647>>. Acesso em: 20 mar. 2017. [22]
- [22] HAMDEN, K.; JAOUADI, B.; CARREAU, S.; BEJAR, S.; ELFEK, A. **Inhibitory effect of fenugreek galactomannan on digestive enzymes related to diabetes, hyperlipidemia, and liver-kidney dysfunctions**. *Biotechnol Bioprocess Eng.*, vol. 15, n. 3, p. 407-413, Jun. 2010.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O consumo prolongado de dietas hipercalóricas é capaz de influenciar negativamente na saúde do indivíduo, culminando em desordens crônicas, como é o caso da obesidade, e conseqüentemente, intensificar as complicações que as mesmas trazem. Portanto, diversas estratégias provenientes da área médica são necessárias para a reversão destas comorbidades, para assim, proporcionar qualidade de vida ao indivíduo. Através deste trabalho, foi possível perceber que, dentre outras fontes de fibra solúvel, o gel de galactomanana de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit no tratamento de ratas *Wistar* submetidas à oferta de dieta hipercalórica prolongada mostrou-se como uma alternativa positiva e eficaz, intervindo de maneira satisfatória sobre a composição corporal, por meio da proteção contra a evolução do ganho de peso e parâmetros bioquímicos séricos e marcadores hepáticos, através da redução de seus níveis. Sendo assim, o gel de galactomanana de *Leucaena* pode ser considerado como mais uma alternativa a ser utilizada dentro das estratégias de tratamento da obesidade e suas complicações.

REFERÊNCIAS

- [1] World Health Organization (WHO). ***Obesity: preventing and managing the global epidemic***. WHO: Geneva; 2000. WHO Technical Report Series, no. 894.
- [2] World Health Organization. ***Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic***. Report of a WHO Consultation. Geneva; 2004. WHO Technical Report Series no. 894.
- [3] NISSEN, L.P. et al. **Intervenções para o tratamento da obesidade: revisão sistemática**. Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade. Florianópolis, v. 7, n. 24, p. 184-90, 2012.
- [4] VASQUES, F.; MARTINS, F.C.; AZEVEDO, A.P. de. **Aspectos psiquiátricos do tratamento da obesidade**. RevPsiqClin, v. 31, n. 4, p. 195-8, 2004
- [5] MASKARINEC, G. et al. **Trends and dietary determinants of overweight and obesity in a multiethnic population**. Obesity, v. 14, n. 4, p. 717-726, 2006.
- [6] VIUNISKI, N. **Epidemiologia da obesidade e síndrome plurimetabólica na infância e adolescência**. In: DAMASO, A. Obesidade. Rio de Janeiro: Medsi p. 16-31, 2003.
- [7] FRANCISCHI, R.P.P. et al. **Obesidade: atualização sobre sua etiologia, morbidade e tratamento**. Rev. Nutr, 13 (1) (2000). 17-28.
- [8] BERNAUD, F.S.R.; RODRIGUES, T.C. **Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo**. Arquivos brasileiros de endocrinologia & metabologia= Brazilian archives of endocrinology and metabolism. Vol. 57, N. 6 (ago 2013), p. 397-405, 2013.
- [9] AZERO, E. G.; ANDRADE, C. T. **Extração e Caracterização da Galactomanana de Sementes de Caesalpinia pulcherrima**. Polímeros: Ciência e Tecnologia. Rio de Janeiro, p54-59, abr/jun – 1999.
- [10] MACEDO, K.C.M. **Obtenção de nanopartículas de goma do cajueiro acetilada com incorporação de tamoxifeno para o tratamento de queiloide**. Teresina, 2015. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Materiais) - Universidade Federal do Piauí, 95f., UFPI.
- [11] HOWARTR, D. et al. **Fibra alimentar**. Revista Brasileira de Farmacognosia. v. 18, 2008.
- [12] BERNAUD, F.S.R.; RODRIGUES, T.C.; **Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo**. Arquivos brasileiros de endocrinologia & metabologia. Vol. 57, N. 6 (ago 2013), p. 397-405, 2013.

- [13] ABOT, A.R. et al. **Chemical-bromatological compositon of leucaena hay as function of drying and storage times.** BioscienceJournal, v. 31, n. 5, 2015.
- [14] MIGNONI, D.S.B. **Potencial fitotóxico de sementes de Sesbaniavirgata (Cav.) Pers. sobre a germinação de sementes e o crescimento inicial de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.** 2015. Tese de Doutorado. Instituto de Botânica.
- [15] SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENDOCRINOLOGIA E MATABOLOGIA. **O que é a obesidade? Disponível em:** <https://www.endocrino.org.br/obesidade/>. Acesso em: 20, Mai. 2018.
- [16] SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENDOCRINOLOGIA E MATABOLOGIA. **Obesidade – Introdução.** Disponível em: <https://www.endocrino.org.br/obesidade-introducao/> Acesso em: 20, Mai. 2018.
- [17] World Health Organization. **Obesity and overweight. Fact sheet N° 311.** Updated January 2015.
- [18] NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **Obesidade e sobrepeso devem ser abordados sem uso de medicamentos, diz Organização Pan-Americana.** Disponível em: < <https://nacoesunidas.org/obesidade-e-sobrepeso-devem-ser-abordados-sem-uso-de-medicamentos-diz-organizacao-pan-americana/> > Acesso em: 26 Jun. 2018.
- [19] MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Em dez anos, obesidade cresce 60% no Brasil e colabora para maior prevalência de hipertensão e diabetes.** Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/28108-em-dez-anos-obesidadecresce-60-no-brasil-e-colabora-para-maior-prevalencia-de-hipertensao-e-diabetes> . Acesso em: 20, Mai. 2018.
- [20] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA. **Mapa da Obesidade.** Disponível em: < <http://www.abeso.org.br/atitude-saudavel/mapa-obesidade>>. Acesso em: 28 Jun. 2018.
- [21] BARRETO, S. M.; PINHEIRO, A. R. O.; SICHIERI, R.; MONTEIRO, C. A.; FILHO, M. B.; SHIMIDT, M. I.; LOTUFO, P.; ASSIS, A. M.; GUIMARÃES, V.; RECINE, E. G. I. G.; VICTORA, S. G.; COITINHO, D.; PASSOS, U. M. A. **Análise da estratégia global para alimentação, atividade física e saúde, da Organização Mundial da Saúde.** Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 14, n. 1, p. 41-68, 2005.
- [22] WOODS, Y. L.; PETRIE, J. R.; SUTHERLAND, C. **Dissecting insulin signaling pathways: individualised therapeutic targets for diagnosis and treatment of insulin resistant states.** Endocrine Metabolic Immune Disorders Drug Targets, v. 9, p. 187–198, 2009.
- [23] REAVEN, G. M. **Bating lecture 1988: Role of insulin resistance in human disease.** Diabetes, v. 37, n. 1, p. 1595-1607, 1988. REAVEN, G. M. Pathophysiology of insulin resistance in human disease. Physiological Reviews, v. 75, p. 473-486, 1995.
- [24] REAVEN, G. M. **The insulin resistance syndrome: definition and dietary approaches to treatment.** Annual Review of Nutrition, v. 25, p. 391-406, 2005.

- [25] STRATTON, I. M.; ADLER, A. I.; NEIL, H. A.; MATTHEWS, D. R.; MANLEY, S. E.; CULL, C. A.; HADDEN, D.; TURNER, R. C.; HOLMAN, R. **Association of glycaemia with macrovascular and microvascular complications of type 2 diabetes (UKPDS 35): prospective observational study.** *BMJ*, v. 321, p. 405-412, 2000.
- [26] REAVEN, G. M. **Bating lecture 1988: Role of insulin resistance in human disease.** *Diabetes*, v. 37, n. 1, p. 1595-1607, 1988.
- [27] FRAYNE, K. N. **Insulin resistance and lipid metabolism.** *Current Opinion in Lipidology*, v. 4, p. 197-204, 1993.
- [28] GUÉRIN, M.; EGGER, P.; SOUDANT, C., et al. **Cholesteryl ester flux from HDL to VLDL-1 is preferentially enhanced in type IIB hyperlipidemia in the postprandial state.** *The Journal of Lipid Research*, v.34, p. 1652-1660, 2002.
- [29] CHAPMAN, M. J. **Beyond LDL-cholesterol reduction: the way ahead in managing dyslipidemia.** *European Heart Journal Supplements*, v.7, p. 56-62, 2005.
- [30] KONTUSH, A.; CHAPMAN, M. J. **Functionally defective High-Density lipoprotein: a new target at the cross roads of dislipdemia, inflammation an atherosclerosis.** *Pharmacological Reviews*, v. 58, n.3, p. 342-374, 2006.
- [31] TRICHES, R.M.; GIUGLIANI, E.R.J.; **Obesidade, práticas alimentares e conhecimentos de nutrição em escolares.** *Rev. Saúde Pública, São Paulo* , v. 39, n. 4, p. 541-547, Ago. 2005 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102005000400004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 Jun. 2018
- [32] Tardido AP, Falcão M.C. **O impacto da modernização na transição nutricional e obesidade.** *Rev Bras Nutr Clin.* 2006; 21(2):117-24.
- [33] PEREIRA,C.M.; SILVA,A.L.; **Obesidade e Estilos de Vida Saudáveis: Questões Relevantes para a Intervenção.** *Psic., Saúde & Doenças, Lisboa* , v. 12, n. 2, p. 161-182, 2011 . Disponível em <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1645-00862011000200001&lng=pt&nrm=iso>. acessos em: 27 jun. 2018.
- [34] MANTOANELLI, Graziela et al. Educação nutricional: uma resposta ao problema da obesidade em adolescentes. **Journal of Human Growth and Development**, São Paulo, v. 7, n. 2, dez. 1997. ISSN 2175-3598. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/jhgd/article/view/38568/41414>>. Acesso em: 27 Jun. 2018.
- [35] LAJOLO, F. M.; CALIXTO, F. S.; PENNA, E. W.; MENEZES, E. W. **Fibra dietética em Iberoamérica: Tecnología y salud.** São Paulo: Varela, 2001. 472p.
- [36] BOTELHO, L.; CONCEIÇÃO, A.; CARVALHO, V. D. **Caracterização de fibras alimentares da casca e cilindro central do abacaxi ‘Smooth cayenne’.** *Ciências Agrotécnicas*. v.26, n. 2, p. 362-367, 2002

- [37] KOLLER, O. C. **Citricultura: laranja, limão e tangerina**. Porto Alegre: Rígel, 1994. 446p.
- [38] HOWARTR, D. et al. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.18, 2008.
- [39] ALMEIDA, N. G. (ed) **A importância das fibras alimentares**. Dieta e Saúde. Boletim Informativo da Kellogg's sobre Nutrição e Saúde. Querétaro, v. 7, n. 1, 1997.
- [40] FIETZ, V.R.; SALGADO, J.M.. **Efeito da pectina e da celulose nos níveis séricos de colesterol e triglicerídeos em ratos hiperlipidêmicos**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas , v. 19, n. 3, p. 318-321, Dez. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611999000300004&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 28 Jun. 2018.
- [41] GARCIA-DIEZ, F.; GARCIA-MEDIAVILLA, V.; BAYON, H.; GONZALEZ-GALLEGL, J. **Pectin feeding influences fecal bile acid excretion, hepatic bile acid and cholesterol synthesis and serum cholesterol in rats**. The Journal of Nutrition, v.126, p.1766-71, 1996.
- [42] EUFRASIO, M.R. et al . **Efeito de diferentes tipos de fibras sobre frações lipídicas do sangue e fígado de ratos wistar**. Ciênc. agrotec., Lavras , v. 33, n. 6, p. 1608-1614, Dez. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542009000600021&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 30 Jun. 2018.
- [43] LEMKE, G.M.M.N.; CORREIA,J.S.C. **Tratamento cirúrgico da obesidade e a ocorrência da síndrome de dumping**. Saber Científico, Porto Velho, v. 1, n. 1, p. 176-193, jun. 2008. ISSN 1982-792X. Disponível em: <<http://revista.saolucas.edu.br/index.php/resc/article/view/11>>. Acesso em: 27 jun. 2018.
- [44] BENTO, J. F.; MAZZARO, I.; SILVA, L. M. A.; MOREIRA, R. A.; FERREIRA, M. L. C.; REICHER, F.; PETROWICZ, C. L. O.; **Diverse patterns of cell wall mannan/galactomannan occurrence in seeds of the Leguminosae**. Carbohydrate Polymers, v. 92, n.1, p. 192-199, 2013.
- [45] CERQUEIRA, M. A.; PINHEIRO, A. C.; SOUZA, B. W. S.; LIMA, A. M. P.; RIBEIRO, C.; MIRANDA, C.; TEIXEIRA, J. A.; MOREIRA, R. A.; COIMBRA, M. A.; GONÇALVES, M. P.; VICENTE, A. A. **Extraction, purification and characterization of galactomannans from non-traditional sources**. Carbohydrate Polymers, v. 75, n. 3, p. 408-414, 2009.
- [46] CERQUEIRA, M. A.; BOURDON, A. I.; PINHEIRO, A. C.; MARTINS, J. T.; SOUZA, B. W. S.; TEIXEIRA, J. A.; VICENTE, A. A. **Galactomannans use in the development of edible films/ coatings for food applications**. Trends in Food Science & Technology, v. 22, n.12, p. 662-671, 2011

- [47] POLLARD, M. A.; EDER, B.; FISHER, P.; WINDHAB, E. J. **Characterization of galactomannans isolated from legume endosperms of Caesalpinioideae and Faboideae subfamilies by multidetection aqueous SEC.** Carbohydrate Polymers, v. 79, n.1, p. 70-84, 2010.
- [48] DOYLE, J.P.; GIANNOULI, P.; MARTIN, E.J.; BROOKS, M., MORRIS, E.R. **Effect of sugars, galactose content and chainlength on freeze-thaw gelation of galactomannans.** Carbohydrate Polymers, 64, 391-401, 2006.
- [49] AZERO, E. G.; ANDRADE, C. T. **Testing produces for galactomannan purification.** Polymer testing, 21, 551-556, 2002.
- [50] SANFORD, P.A.; BAIRD, J.; **Industrial utilization of polysaccharides.** In: ASPINALL, G.O. The polysaccharides vol. 1, New York: Academic Press, 1983. p. 411-490.
- [51] REID, J.S.G.; EDWARDS, M.E. **Galactomannans and other cell wall storage polysaccharides in seeds.** In: STEPHEN, A.M. Food Polysaccharides and Their Applications. New York: Marcel Dekker, Inc., 1995. p. 155-186.
- [52] FRIAS, A.C.D. SGARBIERI, V.C.; **Guar Gum effect on food intake, blood serum lipid and glucose levels of Wistar rats.** Plant Foods Hum. Nutr., v. 53, p 15-28. 1998.
- [53] ZUNFT, H., LÜDER, W., HARDE, A., HABER, B., GRAUBAUM, H., KOEBNICK, C., E GRÜNWARD, J. (2003). **Carob pulp preparation rich in insoluble fibre lowers total and LDL cholesterol in hypercholesterolemic patients.** European journal of nutrition, 42(5), 235-242.
- [54] ELLIS, P.R.; DAWOUD, F.M.; MORRIS, E.R.; **Blood glucose, plasma insulin and sensory responses to guar containing wheat breads: effects of molecular weight and particle size of guar gum.** British Journal of Nutrition, 66, 363-379, 1991.
- [55] BEHR, S.H.; MUSTAD, V.A.; WALTER, D.; BLOCH, T.D. **Cholesterol-lowering effect of food bars containing guar gum in healthy women and men.** Journal of the American Dietetic Association. Poster Section: Medical Nutrition Therapy, 1998.
- [56] LIMA, P.C.F. **Comportamento de Leucaena leucocephala (Lam) de Wit comparado com Prosopis juliflora (SW) DC e Eucalyptus alba Reinw ex Blume em Petrolina (PE), região semi-árida do Brasil.** Curitiba, 1982. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, 96 p., UFPR.
- [57] SÁ, J.P.G. **Leucena – Utilização na alimentação animal,** Londrina: IAPAR, circular nº 96, 1997.
- [58] FRANCO, A.A.; SOUTO, S.M. **Leucaena leucocephala – uma leguminosa com múltiplas utilidades para os trópicos.** Comunicado Técnico, Brasília, n. 2, p. 1-7, 1986.

- [59] SIQUEIRA, J. C. 1992. **A flora do Campus PUC-RJ**. 1. ed. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura.
- [60] PIRES, N. M.; PRATES, H. T.; PEREIRA-FILHO, I. A.; OLIVEIRA-JR, R. S.; FARIA, T. C. L. 2001. **Scientia Agricola**. v. 58, n. 1, p. 61-65, jan./mar.
- [61] SORIANO, D., OROZCO-SEGOVIA, A., MÁRQUEZ-GUZMÁN, J., KITAJIMA, K, GAMBOA-DE BUEN, A., HUANTE, P. **“Seed reserve composition in 19 tree species of a tropical deciduous forest in Mexico and its relationship to seed germination and seedling growth.”** *Annals of botany* 107 6 (2011): 939-51.

ANEXO - Normas para submissão de artigo ao periódico “Archivos Latinoamericanos de Nutrición”

Información para los autores

En 1950 el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela edita su revista Archivos Venezolanos de Nutrición la cual en 1966 es donada a la recién creada Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN, para convertirse en su órgano oficial de divulgación Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN.

ALAN acoge en sus páginas trabajos de investigación originales sobre temas relacionados con alimentación y nutrición, entre ellos, nutrición humana y animal, bioquímica nutricional aplicada, nutrición clínica y comunitaria, educación en nutrición, ciencia y tecnología de alimentos, microbiología de alimentos, revisiones científicas críticas, Editoriales y Cartas al Editor.

Todos los artículos que se publican pasan por un proceso de arbitraje externo. El Comité Editorial no se hace responsable de los conceptos emitidos en los artículos aceptados. No se mantendrá correspondencia sobre aquellos que no sean publicados.

Requisitos para la presentación de manuscritos vía electrónica

Resumen de requisitos:

- Todas las partes del manuscrito estarán presentadas en versión Word a doble espacio, con letra Times New Roman (tamaño 12) en páginas tamaño carta. El trabajo debe tener una extensión no mayor de 23 páginas, incluyendo las Tablas, Figuras e ilustraciones si la hubiere, las cuales deben estar incorporadas al final del texto. Todas las páginas deben estar numeradas.

- Revise la secuencia general: Título del manuscrito y autores, Resumen y palabras clave, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, Tablas y Figuras.

- Adjunte carta de presentación y aceptación de autoría firmada por los investigadores involucrados. Los autores podrán sugerir los nombres de tres posibles árbitros con sus respectivas direcciones electrónicas.

- Envíe el manuscrito junto con la carta de presentación, a la siguiente dirección electrónica: info@alanrevista.org

Portada

Debe contener: Título del manuscrito. Nombres, apellidos y la afiliación institucional de los autores. Nombre, dirección postal, número de teléfono y dirección de correo electrónico del autor encargado de la correspondencia.

Resumen y palabras clave

Escrito en forma corrida y no en secciones, que no sobre pasará las 250 palabras de extensión. Agréguese de 3 a 6 palabras clave que ayuden a los indizadores a clasificar el artículo. ALAN exige que si el trabajo original es en español o en inglés, deberá acompañarse de un resumen en inglés o en español o alternativamente en portugués con sus palabras clave.

Introducción

Enuncie la finalidad o el objetivo de investigación específico del estudio u observaciones, o bien la hipótesis que se ha puesto a prueba. Cite las referencias estrictamente pertinentes.

Materiales y métodos

Identifique los métodos, los aparatos y equipos (nombre y dirección del fabricante) y los procedimientos realizados. Identifique los reactivos y productos químicos utilizados. Describa los métodos estadísticos con detalles e indique el método y modelo estadístico.

Resultados

Limite las Tablas y las Figuras al número necesario para explicar el argumento y resultados de la investigación y evaluar los datos en que se apoya. Se sugiere un máximo de 5 Tablas y 3 Figuras.

Discusión

Breve y concisa, contrastada con observaciones realizadas en otros estudios. Proponga nuevas hipótesis cuando haya justificación para ello, pero identificándolas claramente como tales.

Conclusiones

Refiérase a las más relevantes y oriente sobre posibles vías para continuar la investigación o el estudio emprendido.

No cite referencias bibliográficas en esta sección.

Agradecimientos

Mencione la procedencia del apoyo recibido en forma de subvenciones (equipos, reactivos, medicamentos) y a las instituciones financiadoras del estudio, dependencia e instituciones que apoyaron su ejecución, así como a personas y colaboradores.

Tablas y figuras

Numérelas consecutivamente en arábigos siguiendo el orden en que se citan por primera vez en el texto. Cerciórese de que cada Tabla y Figura aparezca citada en el manuscrito.

Referencias

En el texto numere las referencias consecutivamente siguiendo el orden en que se mencionan por primera vez y se identificarán mediante números arábigos entre paréntesis.

Las Referencias serán listadas al final del manuscrito en orden numérico, no en orden alfabético. La veracidad de la información contenida en ésta sección es responsabilidad del autor (de los autores).

Costo por página

Debido a los altos costos de impresión y publicación, ALAN ha estipulado dentro de su política editorial el costo de US \$ 30 por concepto de página publicada, suma que deberá ser agenciada por los autores a través de sus subvenciones de investigación o ante las instituciones donde prestan sus servicios. Se hace notar sin embargo, que este costo por página no condicionará de manera alguna la aceptación y publicación del trabajo, lo cual estará dado por los méritos del mismo.