

# Efeitos do goji berry (*Lycium barbarum*) na saúde e na doença: uma revisão de evidências



## Effects of the goji berry (*Lycium barbarum*) on health and illness: a review of the evidence

### Resumo

Os polissacarídeos são os principais constituintes bioativos do *Lycium barbarum* (goji berry), e são os responsáveis por seu efeito hipoglicemiante, também atribuídos aos seus compostos bioativos. Há pouca informação sobre plantas com ambos efeitos hipoglicemiantes e hipolipemiantes, de modo que o *Lycium barbarum* integra um seletivo grupo. Essa fruta também apresenta uma grande variedade de atividades biológicas e funções farmacológicas capazes de desempenhar um importante papel na prevenção e no tratamento de diversas doenças crônicas, como *diabetes mellitus*, dislipidemias, câncer, infertilidade masculina, desordens neurológicas e imunológicas.

Palavras-chave: *Lycium barbarum*, goji berry, alimento funcional, polissacarídeos, hiperglicemia, estresse oxidativo.

### Abstract

Polysaccharides are major chemical constituents of *Lycium barbarum* (goji berry), and they are responsible for hypoglycemic activity. Both polysaccharides and vitamin antioxidants are responsible for hypolipidemic effects, also attributed to its bioactive compounds. There is little information about plants with both hypoglycemic and hypolipidemic effects, thus the *Lycium barbarum* is part of a select group. This fruit also has a large variety of biological activities and pharmacological functions and plays an important role in preventing and treating various chronic diseases, such as *diabetes mellitus*, hyperlipidemia, cancer, male infertility, neurologic and immunologic disorders.

Keywords: *Lycium barbarum*, goji berry, polysaccharides, functional food, hyperglycemia, oxidative stress.

## Breve histórico do *Lycium barbarum*, o goji berry

O goji berry (*Lycium barbarum*) pertencente à família das solanáceas (Solanaceae), é uma pequena fruta vermelha de origem chinesa largamente utilizada também no Tibete e na Índia há milhares de anos e que agora conquista a atenção de celebridades, consumidores e da comunidade científica de todo o mundo ocidental devido ao reconhecimento e à divulgação das propriedades dos seus nutrientes e compostos bioativos<sup>1-4</sup>.

Os primeiros registros oficiais da sua utilização como planta medicinal, incluindo fruto, sementes, folhas e raízes e alimento funcional remontam à China 2.300 anos atrás<sup>1-5</sup>. Porém, há milênios os chineses costumam consumi-la na forma de chá e em uma sopa semelhante à canja de galinha, mas utilizando bagas secas de goji berry ao invés de cenoura. A fruta é comestível tanto seca quanto fresca, embora a China exporte para o restante do mundo apenas a forma desidratada, que chega aos mercados consumidores em forma de passas<sup>2,5</sup>.

Libera fragrância de nozes tostadas e apresenta sabor que mescla a palatabilidade da noz, do tomate-morango frutado, da amora e da cereja, sendo bem aceito como petisco e como bebida. Os tibetanos sempre apreciaram ambas as formas e, entre eles, até hoje é repetido um antigo ditado que afirma que um punhado pela manhã, como petisco, traz felicidade para o dia inteiro. Em relação ao suco, conhecido por eles como suco de Goji ou wolfberry juice, já foi, em tempos imemoriais, considerado um segredo local, empregado em receitas como um elixir capaz de proporcionar diversos benefícios funcionais ao corpo e à mente<sup>4</sup>.

## Aplicação dos polissacarídeos do *Lycium barbarum*

Os polissacarídeos que são glicoconjugados, ou seja, carboidratos covalentemente ligados a proteínas ou gorduras, são os principais constituintes bioativos do *Lycium barbarum*<sup>2</sup>.

Os estudos costumam empregar três formas de apresentação da fruta *Lycium barbarum*<sup>2</sup>:

1. Água de decocção da fruta;
2. Extrato bruto de polissacarídeos;
3. Frações purificadas de polissacarídeos

Para as duas primeiras formas, as frutas previamente desidratadas são moídas e postas em água fervente para decocção em método chinês tradicional para o preparo de plantas medicinais; o produto da decocção é deixado para esfriar à temperatura ambiente, filtrado, precipitado e seco. A água isolada após a filtração é a água de decocção, enquanto o resíduo da secagem é o extrato bruto obtido. Já para a obtenção dos polissacarídeos purificados, isto é, isolados, o material inicial é o próprio extrato bruto, colocado em contato com solventes e reagentes adequados<sup>2</sup>.

Estudos clínicos e experimentais demonstraram que as três formas são capazes de elevar HDL e reduzir significativamente a glicemia, o colesterol total e os triglicerídeos<sup>1,2,4</sup>.

Entretanto, as frações purificadas de polissacarídeos, embora apresentando ação hipolipemiante mais fraca, demonstraram nos ensaios maior efeito hipoglicemiante do que o extrato bruto de polissacarídeos e a água de decocção. Esse resultado corrobora o papel dos polissacarídeos dessa fruta sobre os efeitos hipoglicemiantes observados<sup>2</sup>.

Outros compostos bioativos antioxidantes presentes na *Lycium barbarum*, além dos polissacarídeos, também desempenham função importante nos efeitos hipolipemiantes verificados<sup>2</sup>.

## Constituintes do *Lycium barbarum*

Dentre os carboidratos do *Lycium barbarum*, os encontrados em maiores quantidades são a arabinose (35%), o ácido galacturônico (24%), a galactose (16%), a ramnose (10%) e a glicose (9%), estando presentes ainda a manose e a xilose<sup>2,6</sup>.

Além dos carboidratos, 17 aminoácidos contribuem para os efeitos protetores conferidos ao goji berry, sendo os principais a alanina (14%), a cistina (14%) e o ácido aspártico (10%)<sup>2,6</sup>.

É uma das frutas mais ricas em carotenoides, incluindo betacaroteno, luteína, zeaxantina e criptoxantina. Além disso contém quantidades significativas de diversos flavonoides, vitaminas C (73 mg por 100 g da fruta desidratada), B1, B2 e B3, cumarina (uma lactona), betaína (um alcaloide), beta-sitosterol, ácido p-cumárico (um composto fenólico), cerebrosídeo (um esfingolípídeo) e elementos minerais como ferro, cálcio, magnésio,

manganês, zinco, selênio e cobre<sup>2,4,7</sup>.

### **Papel dos polissacarídeos do *Lycium barbarum* na prevenção e no tratamento de diversas doenças**

Estudos vêm demonstrando cientificamente resultados sobre benefícios à saúde proporcionados pelo consumo do *Lycium barbarum* referenciados pela sabedoria das populações orientais que tradicionalmente já o utilizam há milhares de anos. Tais benefícios vão da redução das concentrações sanguíneas de glicose e gorduras à prevenção do câncer, passando por propriedades rejuvenescedoras, hepatoprotetoras e imunomoduladoras, tratamento da trombose e até promoção da fertilidade masculina<sup>1-3</sup>.

Apesar de os benefícios serem amplamente reconhecidos e divulgados, as bases químicas que os justificam não estão completamente elucidadas, permanecendo muitos mecanismos de ação ainda mal compreendidos. Ainda que mais investigações necessitem ser direcionadas para o esclarecimento destes mecanismos, estudos vem mostrando os efeitos potenciais dos polissacarídeos e, também, de outros compostos bioativos do *goji berry*<sup>2,7</sup>, como ação hipoglicemiante, melhora da resposta antioxidante, efeitos *anti-aging*, imunostimulante, neuroprotetor e sobre a infertilidade masculina, conforme as evidências descritas adiante.

### **Similaridades e diferenças entre os benefícios dos polissacarídeos do *Lycium barbarum* e de diversos compostos bioativos de outros alimentos no diabetes mellitus**

O *diabetes mellitus* pode ser considerado uma síndrome caracterizada, quanto à sua etiopatogenia, pela alteração da homeostase do organismo deflagrada por distúrbios metabólicos primários e complexos dos carboidratos que envolvem secundariamente, mas de forma importante, gorduras e proteínas<sup>8</sup>.

Por essa razão, o aspecto característico do *diabetes mellitus* é a hiperglicemia, que surge como reflexo do comprometimento do mecanismo de sinalização da utilização dos carboidratos em virtude de resposta defeituosa ou deficiente à secreção de insulina, geralmente associada a dislipidemias<sup>2</sup>.

Diversas espécies de plantas, com grande

distância filogenética entre si, têm sido utilizadas experimentalmente no tratamento do *diabetes mellitus*, com excelentes resultados, o que direciona para uma significativa variedade de substâncias capazes de reduzir as concentrações sanguíneas de glicose e demonstra uma enorme extensão de mecanismos envolvidos nessa reação<sup>8</sup>.

Os mecanismos de ação por meio dos quais as plantas reduzem a taxa de glicose no sangue podem ser sintetizados da seguinte forma<sup>8</sup>:

- Aumento da liberação de insulina por meio da estimulação das células beta do pâncreas;
- Aumento da quantidade e da sensibilidade do sítio receptor de insulina;
- Resistência aos hormônios que aumentam a glicemia;
- Aumento do consumo de glicose nos tecidos e nos órgãos;
- Diminuição da perda de glicogênio;
- Correção da desordem metabólica causada em gorduras e proteínas;
- Estímulo ao aumento da microcirculação de sangue no organismo;
- Resistência à peroxidação de gorduras;
- Neutralização de radicais livres.

A análise de 35 plantas medicinais utilizadas por populações indígenas da floresta boreal do Canadá, que historicamente não desenvolvem *diabetes mellitus*, demonstra claramente o efeito protetor dos seus fitoquímicos contra a doença<sup>9</sup>. Polifenóis como a epicatequina, a galocatequina, a epigalocatequina e a epigalocatequina galato, encontrados no chá verde, são capazes de reduzir a glicemia<sup>10,11</sup>, assim como algumas saponinas derivadas de triterpenoides<sup>8</sup>, que promovem consumo de glicose no intestino<sup>12</sup>; ademais, os terpenoides, em geral, parecem estimular as células beta do pâncreas para a secreção de insulina<sup>13</sup>, e os ácidos oleanólico, extraído das folhas da oliveira, e ursólico, presente na casca da maçã, na ameixa, na amora, no *blueberry*, no manjeriço, no alecrim e no tomilho, são terpenoides que, além da atividade hipoglicemiante, exibem também

ação hipolipemiante e antioxidante<sup>14</sup>. A literatura indica que a canela (*Cinnamomum zeylanicum*) é a especiaria com o maior potencial antidiabético, pois os polímeros da chalcona presentes neste alimento aumentam o reconhecimento da insulina pela ativação do receptor insulinoquinase e pela inibição do receptor insulino fosfatase<sup>15</sup>.

Os flavonoides contidos nas folhas da *Cogniauxia podoleana* (da família Cucurbitaceae), igualmente desempenham papel hipoglicemiante, reforçado pela presença de determinados carboidratos e aminoácidos<sup>16</sup>. Os flavonoides da *Suaeda fruticosa* (da família Chenopodiaceae) são capazes de, simultaneamente, reduzir as concentrações de glicose e de colesterol no sangue<sup>17</sup>.

Dessa forma, no tratamento do *diabetes mellitus*, pesquisas crescentes buscam substâncias que reúnam efeitos hipoglicemiantes e hipolipemiantes, como os supracitados ácido oleanólico, ácido ursólico e os flavonoides da *Suaeda fruticosa*. Contudo, as informações sobre plantas que concomitantemente reduzam glicose e gorduras no sangue ainda são escassas, e, portanto, as evidências sobre os efeitos benéficos do *Lycium barbarum* podem respaldar a indicação clínica para seu uso<sup>2</sup>.

Aos polissacarídeos do *Lycium barbarum* é atribuída a atividade hipoglicemiante, efeito também associado aos compostos antioxidantes existentes<sup>2</sup>.

As cumarinas presentes também possuem ação hipoglicemiante e efeito inibitório sobre a atividade da enzima aldose redutase e sobre a agregação plaquetária, as quais contribuem para o desencadeamento das complicações diabéticas<sup>8</sup>.

Um estudo *in vivo* e *in vitro* em modelo animal mostrou efeitos hipoglicemiantes preliminares do polissacarídeo LBP-s-1 (composto por ramnose, arabinose, xilose, manose, glicose, galactose e ácido galacturônico) extraído do *goji berry*, que incluem a sensibilização da insulina, aumento do metabolismo da glicose e da secreção de insulina e a promoção da proliferação de células  $\beta$ -pancreáticas<sup>18</sup>.

Em ratos diabéticos, o aumento de triacilgliceróis e colesterol total associado à doença foi minimizado com a administração de extrato de *Lycium barbarum*, como indica um estudo realizado em

ratos com diabetes, apontando evidências iniciais do efeito do extrato da fruta sobre uma complicação associada ao diabetes. Houve ainda redução dos níveis séricos de glicose<sup>19</sup>. Todavia ensaios clínicos devem ser realizados para a comprovação destes efeitos e verificação da segurança em humanos.

Existem muitas plantas com potencial hipoglicemiante decorrente de mecanismos de ação terapêuticamente inúteis e até mesmo prejudiciais. Diversas substâncias reduzem hiperglicemia como efeito colateral à sua toxicidade, especialmente hepatotoxicidade<sup>8</sup>.

Felizmente, os mecanismos de ação que levam o *Lycium barbarum* a reduzir hiperglicemia são terapêuticamente de grande importância. A atividade hipoglicemiante está relacionada com aproximadamente 100 polissacarídeos, sendo que mais de 400 plantas capazes de reduzir as concentrações de glicose no sangue já foram identificadas<sup>2</sup>. Polissacarídeos como o cacalol e a maturinona são exemplos de substâncias com ação hipoglicemiante reconhecida<sup>20-22</sup>.

Vale salientar que os polissacarídeos do *Lycium barbarum* não alteram a glicemia em condições normais; ou seja, eles reduzem apenas as concentrações de glicose elevadas no sangue, como as comumente verificadas na presença de *diabetes mellitus*<sup>2</sup>.

O emagrecimento veiculado fortemente pela mídia, reforçando uma das principais promessas das estratégias mercadológicas que trazem o *Lycium barbarum* da Ásia para consumidores ocidentais ávidos por resultados rápidos de perda de peso corporal, também não deve ser esperado. Os resultados observados e difundidos pela literatura atêm-se à inibição do ganho ponderal através da remissão da hiperglicemia e das dislipidemias associadas<sup>4</sup>.

Portanto, reverter a hiperglicemia, *per se*, é um dos maiores benefícios proporcionados pelos polissacarídeos do *Lycium barbarum*, uma vez que pode gerar radicais livres por auto-oxidação e glicação de proteínas, incluindo glicação de enzimas antioxidantes<sup>4</sup>. Apesar destas evidências, mais ensaios clínicos são necessários para o melhor estabelecimento da dose-efeito e segurança.

## Melhora da resposta antioxidante e efeito anti-aging com *Lycium barbarum*

Estresse oxidativo pode ser descrito como uma condição em que ocorre excesso de radicais livres como a hidroxila, o mais ativo e deletério deles; de espécies reativas não radicalares, como oxigênio singlete; peróxido de hidrogênio e produtos da peroxidação lipídica, tais quais aldeídos reativos; e de espécies reativas de nitrogênio (nitritos e nitratos). Todos estes contibuem para o desencadeamento e o agravamento de diversas doenças, como *diabetes mellitus*, obesidade, Alzheimer e câncer<sup>1,4,23</sup>.

Os componentes antioxidantes do *Lycium barbarum*, como os carotenoides e as vitaminas C, B1, B2 e B3, apresentam a capacidade de neutralizar a ação oxidativa dos radicais livres e das diversas espécies reativas, bloqueando a peroxidação lipídica e a oxidação do ácido linoleico<sup>1,2,23</sup>.

Embora o *Lycium barbarum* já seja rico em vitamina C, os estudos demonstram que o seu consumo acompanhado de outras fontes alimentares dessa vitamina eleva ainda mais a sua capacidade antioxidante<sup>1</sup>.

No combate ao estresse oxidativo, os polissacarídeos do *Lycium barbarum* são capazes de aumentar o número e estimular a atividade das principais enzimas antioxidantes do organismo, incluindo a superóxido dismutase, a glutatona peroxidase e a catalase, possivelmente influenciando o seu processo de translação e/ou de pós-translação<sup>1,23</sup>.

A propriedade hepatoprotetora do *Lycium barbarum* é, provavelmente, conferida pelo controle do estresse oxidativo e pela proteção aos hepatócitos contra fenômenos envolvendo toxicidade. Além disso, o cerebrosídeo existente preserva o sistema redox da glutatona nos hepatócitos<sup>7</sup>, e a presença da betaína assegura a produção da colina, capaz de atuar no transporte de gordura proveniente do fígado<sup>4</sup>.

Os efeitos *anti-aging*, muito propagados e de forte apelo mercadológico, estão relacionados com a redução da peroxidação lipídica induzida por ações de radicais livres e diversas espécies reativas atinentes ao envelhecimento, considerando que danos oxidativos celulares aumentam com o avançar da idade e são responsáveis por diversas

desordens funcionais fisiológicas<sup>1,7</sup>.

Um estudo em modelo animal demonstrou que os polissacarídeos do *goji berry* ocasionaram uma resistência à senescência replicativa, além de redução na expressão de genes relacionados ao envelhecimento, como p53, p21 e Bax<sup>24</sup>.

Amagase, Sun e Borek<sup>25</sup> avaliaram os efeitos de uma preparação com *Lycium barbarum* padronizada em polissacarídeos LBP (GoChi) sobre os fatores antioxidantes endógenos (superóxido dismutase – SOD – e glutatona peroxidase – GSH-Px) em um estudo randomizado, duplo-cego, controlado por placebo em 50 adultos chineses saudáveis com idade entre 55 e 72 anos. Os participantes consumiram 120ml/dia da preparação (grupo GoChi) ou placebo (grupo controle) por 30 dias sendo examinados antes e após a intervenção. Os resultados evidenciaram um aumento significativo nos marcadores antioxidantes entre os períodos pré- e pós-intervenção. No grupo GoChi houve um aumento nos níveis de SOD e GSH-Px e uma redução nos níveis de malondialdeído.

No envelhecimento, muitas vezes a atividade das enzimas antioxidantes superóxido dismutase, glutatona peroxidase e catalase encontra-se reduzida, assim como a capacidade antioxidante total. Todavia, conforme discutido anteriormente, os polissacarídeos do *Lycium barbarum* são capazes de ampliar a sua quantidade e a sua atividade<sup>1</sup>. Diversas pesquisas confirmam que muitas das pessoas mais idosas da Ásia consomem diariamente essa fruta vermelha, considerada hoje uma aliada na promoção da longevidade humana<sup>4,6</sup>.

## *Lycium barbarum* e aumento da capacidade imunoestimulante e anticâncer

Danos às estruturas e funções das células de defesa, motivados pela ação de radicais livres e diversas espécies reativas, comprometem seriamente a resposta imunológica do organismo<sup>26</sup>. Essas lesões podem ser minimizadas por meio da administração de *Lycium barbarum*, devido à ação imunomoduladora dos seus componentes antioxidantes e seus polissacarídeos sobre componentes do sistema imunológico, como os linfócitos T citotóxicos, linfócitos T *helper*, linfócitos B, macrófagos, células dendríticas, e interleucina-2<sup>4,26-30</sup>.

Os polissacarídeos do *Lycium barbarum* ainda podem ajudar a preservar as estruturas e as

funções de dois órgãos do sistema imunológico, o timo e o baço, que envolvem de tamanho com o envelhecimento e em condições de estresse oxidativo<sup>1</sup>. Ademais, esses polissacarídeos podem aumentar a produção de anticorpos e linfócitos produzidos pelo baço, bem como a fagocitose por parte dos macrófagos<sup>26</sup>.

Em relação ao câncer, o *Lycium barbarum* pode atuar tanto na prevenção, por meio de mecanismos antioxidantes, quanto no seu tratamento. Estudos preliminares *in vitro* evidenciaram que os polissacarídeos do *goji berry* apresentaram capacidade para suprimir o crescimento e proliferação de células malignas ou induzir a apoptose<sup>26</sup> em algumas linhagens celulares de hepatoma humano (SMMC-7721)<sup>31</sup>, carcinoma mamário (MCF-7)<sup>32</sup>, carcinoma cervical (HeLa)<sup>33</sup>, cancer colorretal<sup>34</sup>, e câncer de estômago<sup>35</sup>. Além disso, diante do reconhecimento da toxicidade da quimioterapia e da radioterapia sobre as células normais adjacentes às células malignas, surge a necessidade de descobrir e identificar compostos antitumorais que não ofereçam tantos efeitos colaterais; nessa busca foram identificados estudos sobre os polissacarídeos encontrados em cogumelos, líquens, fungos, leveduras, algas, plantas e outros alimentos, dentre os quais o *Lycium barbarum*<sup>26</sup>.

### Efeitos neuroprotetores e saúde ocular com *Lycium barbarum*

A fruta proporciona saúde ocular por ser rica em betacaroteno, zeaxantina e luteína, os quais fornecem antioxidantes que agem diretamente nos olhos. Além disso, os seus polissacarídeos podem proteger as células ganglionares da retina ao induzir a ativação das micróglia<sup>7</sup>.

Os efeitos neuroprotetores, por sua vez, são proporcionados por diversos constituintes do *Lycium barbarum*, como, por exemplo, os principais carboidratos presentes na fruta, a arabinose (35%) e o ácido galacturônico (24%)<sup>7</sup>.

Um estudo em modelos animais mostrou evidências preliminares dos efeitos neuroprotetores dos polissacarídeos do *Lycium barbarum*, como proteção neuronal contra estresse oxidativo induzido por droga (escopolamina) no hipocampo e reversão da razão Bax/Bcl-2, resultados indicativos de uma ação protetora contra déficits cognitivos e de memória<sup>36</sup>.

O peptídeo beta-amiloide, principal constituinte

das placas senis, que são as primeiras alterações anatomopatológicas observáveis na doença de Alzheimer, pode causar apoptose em neurônios<sup>6</sup>. Os polissacarídeos do *Lycium barbarum* oferecem proteção contra a neurotoxicidade do peptídeo beta-amiloide atenuando a ativação da caspase 3, que desempenha importante papel no mecanismo da apoptose, e da lactato desidrogenase, que exerce atividade catalítica ao promover a conversão do piruvato em lactato<sup>6,7</sup>.

Os polifenóis e os polissacarídeos do *Lycium barbarum* ainda evitam o depósito de peptídeo beta-amiloide nas células neuronais por inibirem a atividade da enzima c-jun-N-terminal quinase (JNK), envolvida no processo de resistência à insulina e no desencadeamento de diversas doenças neurodegenerativas, como esclerose lateral amiotrófica, Parkinson e Alzheimer<sup>6</sup>.

Os polissacarídeos do *Lycium barbarum* também são capazes de proteger os neurônios do hipocampo de injúrias consequentes de uma privação de oxigênio e glicose seguida de uma reperfusão, definida como fenômeno de retorno sanguíneo a um tecido ou órgão após um período de isquemia, isto é, um período de ausência de oxigenação e aporte de nutrientes devido a uma interrupção da circulação<sup>23</sup>. Essa proteção decorre do favorecimento das atividades da superóxido dismutase, que reduz superóxido em oxigênio e peróxido de hidrogênio, e da glutatona peroxidase, que reduz hidroperóxidos a álcoois e peróxido de hidrogênio a água, simultaneamente diminuindo o conteúdo de malondialdeído, um aldeído citotóxico proveniente de peroxidação lipídica<sup>1,37</sup>.

### *Lycium barbarum* e infertilidade masculina

A utilização do *Lycium barbarum* no tratamento da infertilidade masculina foi descrita pela primeira vez no século XVI pelo herbalista chinês Li Shizhen (1518-1593), e hoje os seus efeitos são observados e confirmados pela ciência, embora os mecanismos de ação envolvidos permaneçam ainda desconhecidos<sup>3</sup>.

Alguns estudos sugerem que os polissacarídeos contidos na fruta elevariam os níveis de hormônios sexuais, restringiriam a ação de radicais livres e diversas espécies reativas através de mecanismos antioxidantes e inibiriam um estado de hipertermia responsável por danos às estruturas seminíferas do epitélio. Sabe-se que uma temperatura escrotal

mais baixa é necessária para a espermatogênese normal na maioria das espécies de mamíferos porque as células germinativas são vulneráveis ao estresse térmico; ademais, a superóxido dismutase, importante para a quantidade e a motilidade dos espermatozoides, é muito sensível ao calor<sup>3</sup>.

A literatura aponta que pacientes com baixa contagem e/ou baixa motilidade de espermatozoides revelam melhora com doses diárias de 15g (uma colher de sopa) de *Lycium barbarum* durante quatro meses<sup>3</sup>.

Xin et al. verificaram um efeito protetor dos polissacarídeos do *Lycium barbarum* contra a toxicidade induzida por doxorubicina em testículos de ratos, atenuando as alterações degenerativas nos túbulos seminíferos e o estresse oxidativo<sup>38</sup>.

Apesar de estes resultados serem promissores, estudos em humanos são escassos ou inexistentes, sendo necessária a realização de ensaios clínicos para a confirmação destes efeitos.

### Considerações finais

Os dados encontrados nesta revisão permitiram verificar diversos efeitos benéficos atribuídos ao goji berry, corroborando os resultados empíricos constatados pela consagrada sabedoria milenar chinesa.

As bases químicas e os mecanismos de ação que contribuem para os resultados verificados nem sempre são desvendados, assim como são escassos ensaios clínicos que comprovem a eficácia em humanos, de modo que mais investigações fazem-se necessárias para que sejam obtidas mais evidências que contribuam para o esclarecimento e confirmação dos resultados observados, bem como a dose-efeito e a segurança na prática clínica.

### Referências

- LI, X.M.; MA, Y.L.; LIU, X.J. Effect of the *Lycium barbarum* polysaccharides on age-related oxidative stress in aged mice. **Journal of Ethnopharmacology**; 111: 504-511, 2007.
- LUO, Q. et al. Hypoglycemic and hypolipidemic effects and antioxidant activity of fruit extracts from *Lycium barbarum*. **Life Sciences**; 76: 137-149, 2004.
- LUO, Q. et al. *Lycium barbarum* polysaccharides: protective effects against heat-induced damage of rat testes and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced DNA

- damage in mouse testicular cells and beneficial effect on sexual behavior and reproductive function of hemicastrated rats. **Life Sciences**; 79: 613-621, 2006.
- MING, M. et al. Effect of the *Lycium barbarum* polysaccharides administration on blood lipid metabolism and oxidative stress of mice fed high-fat diet *in vivo*. **Food Chemistry**; 113: 872-877, 2009.
- JIAPAER, R. et al. A review of phytochemical composition and bio-active of *Lycium barbarum* fruit (Goji). **Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology**; 13(8): 161-172, 2013.
- YU, M.S. et al. Neuroprotective effects of anti-aging oriental medicine *Lycium barbarum* against  $\beta$ -amyloid peptide neurotoxicity. **Experimental Gerontology**; 40: 716-727, 2005.
- CHANG, R.C.; SO, K.F. Use of anti-aging herbal medicine, *Lycium barbarum*, against aging-associated diseases. What do we know so far? **Cellular and Molecular Neurobiology**; 28: 643-652, 2008.
- NEGRI, G. Diabetes melito: plantas e princípios ativos naturais hipoglicemiantes. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**; 41(2): 121-142, 2005.
- MCCUNE, L. M.; JOHNS, T. Antioxidant activity in medicinal plants associated with the symptoms of *Diabetes mellitus* used by the Indigenous Peoples of the North American boreal forest. **Journal of Ethnopharmacology**; 82: 197-205, 2002.
- AL-AWWADI, N. et al. Antidiabetic activity of red wine polyphenolic extract, ethanol or both in streptozotocin-treated rats. **J Agric Food Chem**; 52: 1008-1016, 2004.
- SABU, M.C.; SMITHA, K.; KUTTAN, R. Antidiabetic activity of green tea polyphenols and their role in reducing oxidative stress in experimental diabetes. **J Ethnopharmacol**; 83: 109-116, 2002.
- YOSHIKAWA, M. et al. Medicinal flowers. Marigold. Hypoglycemic, gastric emptying inhibitory and gastroprotective principles and new oleanano-type, triterpene oligoglicosides, calendasaponins A, B, C, and D, from Egyptian *Calendula officinalis*. **Chem Pharm Bull**; 49: 863-870, 2001.
- OJEWOLE, J.A.O. Hypoglycaemic effect of *Clausena anisata* (willd) Hook methanolic root extract in rats. **J Ethnopharmacol**; 81: 231-237, 2002.
- SOMOVA, L.O. et al. Cardiovascular, antihyperlipidemic and antioxidant effects of oleanolic and ursolic acids in experimental hypertension. **Phytomedicine**; 10: 115-121, 2003.
- BROADHURST, C.L.; POLANSKY, M.M.; ANDERSON, R.A. Insulin-like biological activity of culinary and medicinal plant aqueous extracts *in vitro*. **J Agric Food Chem**; 48: 849-852, 2000.
- DIATEWA, M. et al. Hypoglycemic and antihyperglycemic effects of diethyl ether fraction isolated from the aqueous extract of the leaves of *Cogniauxia podoleana* Baillon in normal and alloxan-induced diabetic rats. **J Ethnopharmacol**; 92: 229-232, 2004.
- BENWALHOUD, M. et al. Hypoglycemic effect of *Suaeda frutescens* in streptozotocin-induced diabetic rats. **J Ethnopharmacol**; 76: 35-38, 2001.
- ZHU, J. et al. Characterization and hypoglycemic effect of a polysaccharide extracted from the fruit of *Lycium barbarum* L. **Carbohydr Polym**; 98(1): 8-16, 2013.
- JING, L. et al. Evaluation of hypoglycemic activity of the polysaccharides extracted from *Lycium barbarum*. **Afr J Tradit Complement Altern Med**; 6(4): 579-584, 2009.
- ALARCON AGUILAR, F.J. et al. Hypoglycemic activity of root water

- decoction, sesquiterpenoids, and one polysaccharide fraction from *Psacalium decompositum* in mice. **J Ethnopharmacol**; 69: 207-215, 2000a.
21. ALARCON AGUILAR, F.J. et al. Hypoglycemic effect of extracts and fractions from *Psacalium decompositum* in healthy and alloxan-diabetic mice. **J Ethnopharmacol.**; 72: 21-27, 2000b.
22. ALARCON AGUILAR, F.J. et al. Investigation on the hypoglycaemic effects of extracts of four Mexican medicinal plants in normal and alloxan-diabetic mice. **Phytother Res**; 16: 383-386, 2002.
23. QIU, S. et al. Optimization of selenylation conditions for *Lycium barbarum* polysaccharide based on antioxidant activity. **Carbohydrate Polymers**; 103: 148-153, 2014.
24. XIA, G. et al. Inhibitory effect of *Lycium barbarum* polysaccharides on cell apoptosis and senescence is potentially mediated by the p53 signaling pathway. **Mol Med Rep**; 9(4): 1237-1241, 2014.
25. AMAGASE, H.; SUN, B.; BOREK, C. *Lycium barbarum* (goji) juice improves in vivo antioxidant biomarkers in serum of healthy adults. **Nutr Res**; 29(1) 19-25, 2009.
26. GAN, L. et al. Immunomodulation and antitumor activity by a polysaccharide-protein complex from *Lycium barbarum*. **International Immunopharmacology**; 4: 563-569, 2004.
27. ZHANG, X. et al. Immune activities comparison of polysaccharide and polysaccharide-protein complex from *Lycium barbarum* I. **Int J Biol Macromol**; 65: 441-445, 2014.
28. ZHU, J. et al. *Lycium barbarum* polysaccharides induce Toll-like receptor 2- and 4-mediated phenotypic and functional maturation of murine dendritic cells via activation of NF- $\kappa$ B. **Mol Med Rep**; 8(4): 1216-1220, 2013.
29. SU, C.X. et al. *Lycium barbarum* polysaccharides as an adjuvant for recombinant vaccine through enhancement of humoral immunity by activating Tfh cells. **Vet Immunol Immunopathol**; 158(1-2): 98-104, 2014.
30. TANG, W.M. et al. A review of the anticancer and immunomodulatory effects of *Lycium barbarum* fruit. **Inflammopharmacology**; 20(6): 307-314, 2012.
31. ZHANG, M. Characterization of *Lycium barbarum* polysaccharide and its effect on human hepatoma cells. **Int J Biol Macromol**; 61: 270-275, 2013.
32. TELANG, N. et al. Comparative efficacy of extracts from *Lycium barbarum* bark and fruit on estrogen receptor positive human mammary carcinoma MCF-7 cells. **Nutr Cancer**; 66(2): 278-284, 2014.
33. ZHU, C.P.; ZHANG, S.H. *Lycium barbarum* polysaccharide inhibits the proliferation of HeLa cells by inducing apoptosis. **J Sci Food Agric**; 2012.
34. MAO, F. et al. Anticancer effect of *Lycium barbarum* polysaccharides on colon cancer cells involves G0/G1 phase arrest. **Med Oncol**; 28(1): 121-126, 2011.
35. MIAO, Y. et al. Growth inhibition and cell-cycle arrest of human gastric cancer cells by *Lycium barbarum* polysaccharide. **Med Oncol**; 27(3): 785-790, 2010.
36. CHEN, W. et al. *Lycium barbarum* polysaccharides prevent memory and neurogenesis impairments in scopolamine-treated rats. **PLoS One**; 9(2): e88076, 2014.
37. BAI, R. et al. Protective effects of *Lycium barbarum* polysaccharide on rat hippocampal neurons injured by oxygen-glucose deprivation and reperfusion. **Chinese Pharmaceutical Journal**; 48(20): 1728-1732, 2013.
38. XIN, Y.F. et al. Protective effect of *Lycium barbarum* polysaccharides against doxorubicin-induced testicular toxicity in rats. **Phytother Res**; 26(5): 716-721, 2012.