



NUTRItime

REVISTA ELETRÔNICA
www.nutritime.com.br

ISSN-1983-9006

Revista Eletrônica Nutritime, Artigo 173
v.9, n° 04 p.1888 - 1910 – Julho/Agosto 2012



Artigo Número 173

ESTUDO DA SOJA COMO ALIMENTO E SEUS BENEFÍCIOS À SAÚDE

Patricia Ayumi Futikami ¹ & Edeli Simioni de Abreu ¹

¹ Universidade Presbiteriana Mackenzie



INTRODUÇÃO

Os alimentos funcionais são alimentos que além das funções nutricionais básicas, quando consumidos na dieta usual, produzem efeitos metabólicos e/ou fisiológicos benéficos à saúde (PIMENTEL, 2005).

Dentre os alimentos que apresentam estas propriedades destaca-se a soja, uma leguminosa que exerce papel preventivo no tratamento de algumas doenças (MARTINEZ, 2009). É um alimento que pode ser utilizado para diversificar e enriquecer a dieta tradicional do brasileiro, como uma opção nutritiva e saudável (BENASSI, 2006).

Atualmente, a soja, por suas propriedades funcionais, tem sido bastante consumida como ajudante no controle do colesterol sanguíneo, na diminuição dos sintomas da menopausa, na prevenção da osteoporose, como substituto do leite de vaca por pessoas que apresentam intolerância a lactose ou algum tipo de alergia ao leite comum, além de outros benefícios já comprovados cientificamente (PIMENTEL, 2005).

soja é bastante cultivada no Brasil, e apresenta um valor nutritivo muito apreciado, especialmente em proteínas. É uma rica fonte de fibras, vitaminas do complexo B, cálcio, fósforo, magnésio, gorduras poli-insaturadas, potássio, zinco, quantidades consideráveis de aminoácidos essenciais e ferro. Além de uma grande quantidade de ácido linoleico e ácidos graxos essenciais para o organismo e é a única proteína vegetal semelhante aos produtos animais (CORONA; QUARESMA, 2005).

Tendo em vista a importância da soja para a saúde humana, o presente trabalho tem como objetivo levantar dados na literatura científica que possuem relação com o uso da mesma na melhoria da qualidade de vida, e desta forma fornecer subsídios para que o profissional possa recomendar ou não o uso em dietas.

METODOLOGIA

Para a elaboração desse trabalho foi realizada uma pesquisa estruturada, através de um levantamento bibliográfico sobre estudos e utilizações da soja, onde se procurou fazer uma seleção de bibliografia e leitura analítica das fontes impressas e digitais, com o intuito de analisar os benefícios que a soja pode proporcionar à saúde das pessoas.

HISTÓRICO

Evidências históricas e geográficas indicam que a soja teve sua origem e início da domesticação no século XI a.C. no norte da China, Vale do Rio Amarelo, que é o berço da civilização chinesa (TRUCOM, 2005).

A menção mais antiga sobre a soja aparece em um livro de medicina, escrito pelo imperador Shen Nung, publicado entre os anos de 2838 a.C. a 2383 a.C. Mas, apesar desta referência ser muito antiga, a soja só foi apropriada ao cultivo com êxito entre os séculos XII e XI a.C., durante a dinastia Shang (1500 a 1027 a.C.) (TRUCOM, 2005).

A partir do norte da China, a soja expandiu-se lentamente para o sul chinês, Coreia, Japão e Sudeste da Ásia. Com a agricultura chinesa, na época muito introvertida, a soja só chegou à Coreia e desta ao Japão no período entre o final do século XV e o início do século XVI, com a chegada de navios europeus procedentes da Ásia. Contudo, permaneceu como curiosidade botânica até o início do século XIX (MARKLEY e GOSS, 1944).

A importância dessa planta cresceu a partir de 1900, quando o intercâmbio com o Oriente foi expandido. A primeira grande importação ocorreu em 1907, com o embarque de 500 toneladas de soja de Hankow para Liverpool, na Inglaterra. Sua utilização tornou-se mais valorizada nas grandes guerras mundiais. A soja foi muito utilizada na alimentação de soldados alemães,



possibilitando marchas forçadas de 40 a 50 km diários. Explica-se, assim, a grande importância dessa leguminosa e os fantásticos investimentos pelas empresas alemãs, financiando seu cultivo em outros países, como Bulgária, Romênia e Iugoslávia (SANTOS, 1975).

Na América, data de 1804 a primeira menção à soja. A partir de 1880, ela adquiriu importância nos Estados Unidos. Em 1920, a área destinada à produção de grãos era de 76 mil hectares, e a destinada à produção de forragem, pastagem e silagem chegava a 300 mil hectares, justificados pela sua alta capacidade de rendimento e facilidade de colheita mecânica (CALDWELL, 1973).

No Brasil, a soja parece ter sido primeiramente introduzida na Bahia, em 1882. Em 1908, chegou a São Paulo, trazida por imigrantes japoneses e, em 1914, foi introduzida no Rio Grande do Sul, estado onde a soja começou a ser cultivada em larga escala. O município de Santa Rosa foi o polo de disseminação desta cultura, que inicialmente expandiu-se pela região das missões. Em meados dos anos 30, esta era a região produtora de soja (SMITH; CIRCLE, 1978).

Inicialmente, a soja brasileira era direcionada para alimentação de suínos, como complemento proteico da dieta à base de milho, abóbora e mandioca. Foi também bastante utilizada como fonte de nitrogênio em adubação verde. Em 1958, foi instalada a primeira indústria de soja no Rio Grande do Sul, mas o grande impulso da sua cultura só foi dado nos anos 60 (SANTOS, 1975).

Na década de 50, o governo federal deu grande incentivo ao cultivo do trigo, quando a cultura da soja se beneficiou para fazer a rotação com a cultura do trigo, por sua facilidade de cultivo e colheita, usando basicamente os mesmos equipamentos destinados ao trigo (SANTOS, 1975).

Do Rio Grande do Sul, a soja expandiu-se para o restante do país, inicialmente para Santa Catarina, depois para o Paraná, São Paulo,

Minas Gerais e Centro-Oeste. Com isso, a produção brasileira, que era de 0,5% da produção mundial em 54, passou a 16% da produção mundial em 76, e hoje o Brasil produz cerca de 26% da soja mundial, sendo o segundo maior produtor do mundo, um grande esteio alimentar do planeta. Da produção brasileira, apenas 3%, em média, são destinados ao consumo humano. A maior parte da volumosa colheita é exportada, utilizada para produção de óleo e para alimentação de animais (TRUCOM, 2005).

Até 1975, toda a produção brasileira de soja era realizada com cultivares e técnicas importadas dos Estados Unidos, onde as condições climáticas e os solos são diferentes do Brasil. Assim, a soja só produzia bem, em escala comercial, nos estados do Sul, onde as cultivares americanas encontravam condições semelhantes a seu país de origem. A criação da cultivar Tropical pelos melhoristas da Embrapa Soja levou a leguminosa para as regiões de clima tropical no Brasil (Centro-Oeste, Nordeste e Norte). Então, inúmeras outras cultivares nacionais foram criadas para dar estabilidade ao cultivo de soja nas chamadas regiões de fronteira agrícola. Isso possibilitou a fixação do homem em suas propriedades, já que a soja era utilizada como cultura desbravadora, deixando na terra, após sua colheita, nutrientes necessários para o cultivo de feijão e milho. Além disso, a soja viabilizou a implantação de indústrias de óleo, fomentou o mercado de sementes e deu estabilidade à exploração econômica das terras onde antes só existiam matas e cerrados. (EMBRAPA, 1997).

Hoje, o Centro-Oeste é responsável por quase 50% da produção nacional de soja, que registra produtividades que já ultrapassam os 3500 kg/ha. (EMBRAPA, 1997).

O interesse do Governo brasileiro pela expansão na produção da soja para atender à indústria fez com que a leguminosa ganhasse cada vez mais



incentivos oficiais. Para atender às exigências de produção de uma cultura altamente tecnificada foi criado, em 1975, o Centro Nacional de Pesquisa de Soja, como uma das unidades da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), estrategicamente localizado para que pudesse atender às demandas da produção nacional. Sua principal incumbência era conquistar a independência tecnológica para a produção brasileira, que até então estava concentrada nos estados do Sul do País, aproveitando a entressafra da cultura do trigo que, na época, recebia incentivos do governo. A boa adaptação da soja nas terras do Sul do país e a crescente demanda dos mercados interno e externo deram estabilidade aos preços do produto no mercado, o que incentivou o aumento de área de cultivo. (EMBRAPA, 1997).

A soja é de fundamental importância econômica para o Brasil, pois responde por 36% de todo o alimento exportado. Vale lembrar que Brasil, Argentina e Estados Unidos são responsáveis, em conjunto, por cerca de 80% da produção mundial deste valioso grão (TRUCOM, 2005).

MORFOLOGIA DA PLANTA

A soja cultivada é uma planta anual, herbácea, de porte ereto e altura variável, normalmente entre 60cm a 1,5m de altura, apresentando, às vezes, tendência ao crescimento volúvel, ao modo das trepadeiras (BONETTI, 1981). Ver figura 1.

Em decorrência do elevado número de variedades e cultivares, essa planta apresenta grande diversidade morfológica. Suas características são também, em grande parte, fortemente influenciadas por fatores relacionados com o solo e clima, além de fatores culturais, que podem alterar a arquitetura da planta, contribuindo para essa diversidade de formas. Dependendo do cultivar e das

condições de crescimento, as plantas podem, por exemplo, ser esparsa ou densamente ramificadas (BONETTI, 1981).

A soja pertence a família das leguminosas, ou seja, dos feijões, da lentilha, da ervilha e do grão de bico. Os frutos são as vagens achatadas, curtas, de cor amarelo-palha, cinzenta ou preta, que encerram de duas a cinco sementes. Os grãos são, geralmente, elípticas e achatadas, de cor amarela, verde ou preta, dependendo da variedade cultivada (TRUCOM, 2005).

A planta soja tem folhas alternadas, compostas por três folíolos (trifoliadas), exceto as duas primeiras folhas, simples e opostas, que aparecem no nó acima dos cotilédones. As folhas, assim como caules, sépalas e vagens são normalmente cobertas por fina penugem, com grande variabilidade de cor, forma, dimensão e densidade de pelos (SANTOS, 1975).

As flores são tipicamente papilionáceas (lembra, pelo aspecto, uma borboleta) e nascem em racemos (cachos) axilares ou terminais, dando origem a vagens contendo de uma a quatro sementes, e, mais frequentemente, duas ou três (SANTOS, 1975).

A maioria das sementes se compõe de três partes fundamentais: o tegumento ou pericarpo, o embrião e uma ou mais estruturas de armazenamento. Na semente da soja encontram-se somente duas partes, o tegumento e o embrião, pois seus órgãos de reserva – os cotilédones – fazem parte do embrião (SANTOS, 1975).

O seu sistema radicular consta de uma raiz principal pivotante, com ramificações ricas em nódulos de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, motivo pelo qual a soja é planta apropriada também para a recuperação de solos fracos. Por isso, no Brasil, está sendo muito usada para a recuperação de cerrados (SANTOS, 1975).

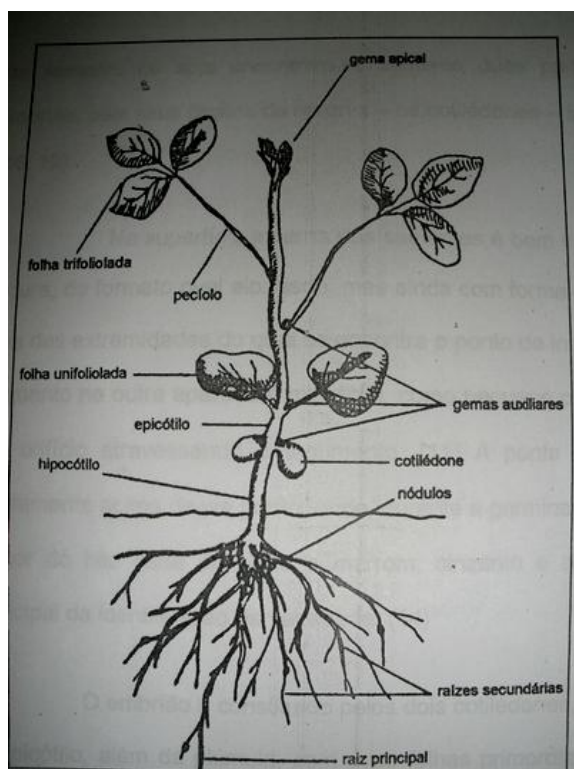


Figura 1 Planta nova de soja.
Fonte: TRUCOM, 2005.

CULTURA

Para obter uma boa produção de soja deve haver uma integração adequada de fatores climáticos, genéticos e de manejo. Os produtores que consistentemente obtêm as maiores produtividades são aqueles que utilizam melhor os recursos disponíveis e os aplicam no momento mais apropriado (TANAKA, 1982).

Dentre os fatores climáticos, a luz, a temperatura e a umidade exercem grande influência no crescimento e desenvolvimento da cultura. A luz, além de influenciar a produção de fotoassimilados pela planta, através da fotossíntese, funciona como fator desencadeador da floração da soja, em um fenômeno conhecido como fotoperiodismo (TANAKA, 1982).

A temperatura ideal para a germinação da semente de soja é aproximadamente 30°C. Nesta temperatura, havendo boa disponibilidade de água no solo, a germinação se completa em cinco a oito dias (WILKINS, 1984).

A cultura da soja tem apresentado melhor adaptabilidade nas temperaturas médias entre 20 e 30°C, sendo que o seu maior desenvolvimento ocorre quando a temperatura média do ar está em torno de 30°C. As regiões que apresentam temperatura média inferior a 20°C, no mês mais quente, são consideradas inaptas para soja por insuficiência térmica (WILKINS, 1984).

No que concerne às características físicas, a soja adapta-se bem a quase todos os tipos de solo, sendo que alguns reúnem condições mais propícias. Assim, o solo ideal, de acordo com Baruqui (1978), seria aquele que apresentasse os seguintes requisitos: boa capacidade de retenção de água e nutrientes disponíveis para plantas; aeração satisfatória, propiciando adequado desenvolvimento do sistema radicular; não apresentar camada adensada abaixo da superfície, restringindo o desenvolvimento das plantas; não oferecer impedimentos à mecanização; baixa suscetibilidade à erosão.

OS PRINCIPAIS COMPONENTES DA SOJA

A soja é uma importante fonte proteica para o ser humano. Mas é como alimento saudável, considerado terapêutico na redução dos riscos de doenças crônicas e degenerativas, que a soja se caracteriza como um importante alimento funcional (TRUCOM, 2005).

Na semente de soja pronta para consumo, encontra-se: elevado teor de proteína com alto valor biológico, importante na construção e manutenção óssea e muscular; baixo teor de açúcares e ausência de amido, portanto um alimento ideal para nutrir obesos, diabéticos e hipoglicêmicos; possui cerca de 7% de



oligossacarídeos, substâncias que promovem renovação e fortalecimento da flora intestinal, prevenindo e tratando a constipação e o câncer de cólon; elevado teor de fibras, que ajudam na excreção de toxinas e na prevenção de doenças; óleos nutricionais mono e poli-insaturados, que, juntamente com a lecitina de soja, ajudam a construir vasos, veias e artérias mais porosas e flexíveis, prevenindo e tratando doenças cardiovasculares; vitamina E, e vitaminas do complexo B, além de sais minerais como cálcio, ferro e zinco, substâncias indispensáveis para todas as funções do organismo; ácido fólico, um antioxidante específico e um agente anticarcinogênico; isoflavonas, substâncias classificadas como fitoestrógenos, capazes de prevenir o aparecimento de vários tipos de câncer, tratar desequilíbrios hormonais e problemas cardiovasculares (TRUCOM, 2005).

O valor nutricional da soja torna-se evidente quando se compara a composição química do leite de vaca e do extrato de soja (Tabela 1).

As proteínas são essenciais na dieta humana e seu valor biológico e nutricional depende da quantidade, digestibilidade, absorção e utilização dos aminoácidos que as compõem (FRIEDMAN; BRANDON, 2001). Na Tabela 2 pode-se verificar a composição dos aminoácidos essenciais presentes na soja em grão, na farinha, no concentrado e isolado proteico, no extrato de soja, no leite de vaca, e no leite humano em comparação à proteína padrão.

A soja está presente nas dietas vegetarianas, consideradas mais saudáveis, já que os vegetarianos apresentam menor incidência de problemas cardiovasculares (FRIEDMAN; BRANDON, 2001).

OS DERIVADOS DA SOJA

Como derivados da soja, pode-se citar, conforme TRUCOM (2005):

a) Óleo de soja. Trata-se de um óleo rico em ácidos graxos mono e poli-insaturados, motivo pelo qual faz parte do contingente de óleos recomendados para proteger o coração.

b) Lecitina de soja. A lecitina de soja em forma concentrada é obtida por extração com vapor da fração oleosa da soja, e não pode ser produzida domesticamente. Ela é comumente comercializada com grau alimentício na forma de uma pasta viscosa, de cor marrom, de gosto e odor marcantes.

c) Farinhas de soja. Existem três tipos de farinha: a farinha desengordurada da soja, neste caso o floco desengordurado passa por um tratamento de limpeza dos resíduos do processo de extração, secagem e moagem; a farinha de soja integral, obtida após secagem e torra dos grãos de soja que foram previamente cozidos; e o Kinako, que é uma farinha integral da soja, obtida pela torra direta dos grãos (íntegros e secos) e posterior moagem.

d) Proteína texturizada de soja. Também chamada de carne de soja ou seitan, apresenta, após corretamente hidratada, cor e textura semelhante às da carne.

e) Extrato de soja. Para sua obtenção a soja passa inicialmente por um choque térmico, para desativar as lipoxigenases, as enzimas que podem gerar um gosto desagradável ao extrato. Eliminada a água do choque térmico, os grãos são cozidos por 5 minutos em água abundante e depois triturados num liquidificador ou processador industrial. A massa obtida é cozida por mais 30 minutos, esfriada e filtrada. Ao líquido obtido, após prensagem e filtração, dá-se o nome de "extrato" ou leite de soja. Ao resíduo sólido obtido, rico em fibras, dá-se o nome de okara.

f) Tofu. Muito popular no Japão, é uma espécie de queijo, obtido a partir do extrato da soja, ao qual é acrescido sulfato ácido de cálcio ou ácido cítrico (suco de limão) para aglutinar as proteínas da soja,



formando uma massa branca, gelatinosa e bastante frágil.

g) Fermentados de soja. Existem vários tipos de molhos e condimentos feitos a partir de misturas de soja fermentada. No Brasil os mais famosos são: o molho Shoyo, um líquido pardo, límpido, de odor agradável e rico em sódio, o que confere sabor salgado, produto da fermentação de uma massa de soja por cerca de três meses; a pasta de Missô é um produto fermentado produzido a partir de uma mistura de soja, arroz, e sal marinho; e o Tempeh, um alimento feito a partir de grãos de soja descascados, triturados, cozidos e sobre os quais é aspergido um fungo, o *Risopus oligosporus*, para que ocorra a fermentação.

A SOJA COMO ALIMENTO FUNCIONAL

Alimentos funcionais são alimentos naturais ou produtos alimentícios elaborados que têm compostos bioativos que podem influenciar positivamente numa função humana atuando na prevenção ou tratamento de doenças ou desordens. Como um grande número de alimentos funcionais tem sido introduzido no mercado internacional, suas alegações de serem benéficos para a saúde podem desafiar o limite tradicional entre alimento e medicamento. Assim, a regulamentação do conceito de alimentos funcionais tem sido examinada, baseada em conceitos internacionais e é geralmente aceito que estes alimentos devem fornecer benefícios à saúde além de seus valores nutricionais normais dentro do modelo dietético diário (KWAK, 2001).

Produtos de soja, consumidos normalmente no Japão, como missô, natto e tempeh são ativos contra a peroxidação lipídica, por apresentarem atividade antioxidante, além de ação contra tumores

pediátricos (SCHWEIGERER et al., 1992).

Messina et al. (1994) relacionaram o consumo de soja com redução da ocorrência de câncer e Anderson et al. (1995) sugeriram que seu consumo em doses elevadas está associado com baixas concentrações de colesterol sérico.

Numerosos estudos com animais têm mostrado efeito de redução de aterosclerose em animais alimentados com uma dieta baseada em proteínas de soja, em comparação com uma dieta baseada em proteínas animais (KRITCHEVSKY, 1995).

Burke et al. (1996) citam que os benefícios no perfil lipídico e lipoproteico podem ser conseguidos com a adição de soja na dieta diária, e o aumento da ingestão de proteínas de soja em doentes parece ser bem justificado e pode reduzir a necessidade de posterior tratamento farmacológico.

Kurzer e Xu (1997) indicam que o consumo dos grãos da planta pode estar relacionado com a diminuição da taxa de doença arterial coronária e osteoporose.

Hasler (1998) afirma que as características químicas e nutricionais qualificam a soja como um alimento funcional, pois além da qualidade de sua proteína, estudos mostram que a soja pode ser utilizada de forma preventiva e terapêutica no tratamento de doenças cardiovasculares, câncer, osteoporose e sintomas da menopausa.

Chambô et al. (2000) observam que a baixa incidência de manifestações da menopausa e de complicações da osteoporose em mulheres orientais sugere relação com o uso de produtos da soja, mas alertam que a relação entre soja e ginecologia é provocativa, e seu estudo permanece sem conclusões definitivas.

Estudos epidemiológicos demonstram que nas populações que consomem dietas ricas em soja e seus produtos, a incidência de determinados tipos de câncer (cólon, mama e próstata, principalmente) é



menor quando comparada com a incidência em populações que não consomem esses tipos de dietas (ESTEVEZ e MONTEIRO, 2001).

Perky et al. (2002), em seus estudos, não verificaram efeitos significativos da ingestão da proteína de soja na produção de estrógenos, e observaram apenas pequenos efeitos sobre os hormônios da tireoide, mas, no entanto, afirmam que essa variação é improvável que seja clinicamente importante, mas ressaltam que mais pesquisas são necessárias para confirmar suas conclusões.

AS ISOFLAVONAS DA SOJA

As isoflavonas, também chamadas isoflavonoides, são compostos químicos fenólicos amplamente distribuídos no reino vegetal, pertencentes à classe dos fitoestrógenos, que são estrutural e funcionalmente similares ao estradiol (MACKEY; ÉDEN, 1998). As concentrações de isoflavonas são relativamente maiores nas leguminosas e, em particular, na soja (SETCHELL, 1998).

As isoflavonas encontram-se na forma glicosilada na natureza, biologicamente inativas. Após a ingestão ocorre um complexo mecanismo enzimático de conversão no trato gastrointestinal, resultando na formação de fenóis heterocíclicos estruturalmente similares ao estradiol (MACKEY; ÉDEN, 1998; MURKIES et al., 1998). Dessa forma, as isoflavonas comportam-se como estrógenos na maioria dos sistemas biológicos (SETCHELL, 1998).

A variação estrutural química das isoflavonas é numerosa, e somente a soja contém 3 tipos de isoflavonas com 4 formas isoméricas, totalizando 12 diferentes tipos desse composto. As formas que têm recebido maior atenção nas pesquisas e que têm se mostrado mais ativas no organismo são a daidzeína, genisteína e gliciteína

(DEWICK, 1994; KANAOKA, 1998; CHANG, 2002).

CLASSIFICAÇÃO QUÍMICA DAS ISOFLAVONAS

Os fitoestrógenos podem ser classificados em quatro diferentes grupos químicos: fenólicos, esteroidais, saponinas e terpenoides. São os fitoestrógenos fenólicos que apresentam estrutura semelhante ao estrógeno esteroidal. Assim são capazes de interagir com os receptores estrogênicos das células humanas. Esses fitoestrógenos fenólicos fazem parte da família das plantas flavonoides e apresentam um anel fenólico com estrutura semelhante aos hormônios esteroidais (MINISTÉRIO DA SAÚDE - ANVISA, 2002).

Os flavonoides são um subgrupo de um grupo maior de componentes das plantas, os polifenóis. Os flavonóides são diferenciados em isoflavonoides, sendo as isoflavonas uma subcategoria dos isoflavonóides (HIRANO; AKIBA, 1989).

Os isoflavonoides diferem das outras classes de flavonóides pela sua maior variabilidade estrutural, pela sua maior frequência nas plantas na forma livre, em lugar da forma glicosídica, e pela maior frequência de substituição isoprenoide. Eles não são onipresentes na natureza como alguns outros flavonoides, como as flavonas, sendo encontrados principalmente na subfamília das leguminosas, as Papilionoideae. Aproximadamente 600 isoflavonoides foram identificados. Eles são divididos em subclasses que dependem do nível de oxidação do anel pirano central. As isoflavonas são as mais abundantes da subclasse dos isoflavonoides. A genisteína, a daidzeína e agora, mais recentemente, a gliciteína são as três isoflavonas mais importantes (HIRANO; AKIBA, 1989).

Na Figura 2 estão representadas as 12 formas químicas das isoflavonas presentes na soja, que se diferenciam



pelo radical R. As formas agliconas (daidzeína, genisteína, gliciteína) aumentam sua complexidade após se ligarem a uma molécula de glicose (daidzina, genistina, glicitina), depois a um radical acetil (acetil-daidzina, acetil-genistina, acetil-glicitina) e, por fim, a um radical malonil (malonil-daidzina, malonil-genistina, malonil-glicitina) (FRIEDMAN; BRANDON, 2001)

A absorção e retenção das isoflavonas pelo organismo humano aumentam conforme a solubilidade em água. Desta forma, a genisteína é mais absorvida que a daidzeína que é mais absorvida que a gliciteína (HENDRICH; MURPHY, 2001).

As isoflavonas encontram-se na forma glicosilada na natureza, biologicamente inativas. Após a ingestão ocorre um complexo mecanismo enzimático de conversão no trato gastrointestinal, resultando na formação de fenóis heterocíclicos estruturalmente similares ao estradiol. Dessa forma, as isoflavonas comportam-se como estrógenos na maioria dos sistemas biológicos (SETCHELL, 1998). Ver Figura 3.

As isoflavonas possuem uma ação mais suave, de 1.000 a 100.000 vezes menor que o estrógeno, por isso quando absorvidas pelo organismo, atuam como estrógenos fracos e funcionam como reguladoras, pois são capazes de suprir a falta de estrógeno, prevenindo os problemas relacionadas a esta carência (sintomas de menopausa, osteoporose, doenças cardiovasculares, etc.) e também reduzir o excesso desse hormônio, pois competem com ele pelos receptores (local de entrada) nas células. Com isso, inibem o crescimento celular e a proliferação de tumores induzidos pelo estrogênio humano (SETCHELL, 1998).

ATIVIDADES DAS ISOFLAVONAS

Isoflavonas inibem a produção de oxigênio reativo, que está envolvido na formação de radicais livres, demonstrando o efeito antioxidante das isoflavonas. Estudos apresentam que como antioxidantes, têm a capacidade de neutralizar ou tornar mais lenta a taxa de oxidação do LDL – colesterol (WEI, 1995).

Um possível mecanismo de ação geral das isoflavonas inclui efeitos estrogênicos e antiestrogênicos, regulação da atividade de proteínas (especialmente das tirosinas quinases) e regulação do ciclo celular e efeitos antioxidantes (KURZER e XU, 1997).

Estudos têm demonstrado que possuem mecanismos gerais de ação que podem interferir no metabolismo de muitos nutrientes (ANDERSON e GARNER, 1997).

Resultados sugerem que a isoflavona pode baixar níveis de colesterol LDL proporcionando alguma proteção contra a aterosclerose (KIRK et al., 1998).

Tikkanen et al. (1998) afirmam que a ingestão de antioxidantes derivados de soja, como a genisteína e a daidzeína, pode fornecer proteção contra modificação oxidativa da LDL. Essas substâncias também inibem a produção de oxigênio reativo, que está envolvido na formação de radicais livres, mostrando o efeito antioxidante das isoflavonas.

Estudos mostram que como antioxidantes, têm a capacidade de neutralizar ou tornar mais lenta a taxa de oxidação do LDL – colesterol (WEI, 1995).

A genisteína inibe também a agregação plaquetária e a migração e proliferação de células da musculatura lisa (WILCOX et al., 1995).

As terapias de tratamento e prevenção de osteoporose em mulheres pós-menopausa incluem reposição hormonal, mas esses tratamentos são discutíveis pelo aumento de risco de câncer de mama, e mesmo que estes efeitos não tivessem sido completamente comprovados, observou-se que a substituição deste tratamento com



isoflavonas da soja teve resultados bem promissor na redução da perda óssea (ESTEVES e MONTEIRO, 2001).

Em mulheres pós-menopausa tratadas com 80mg de isoflavona isolada de soja/dia, houve diminuição significativa da perda óssea lombar (ANGELIS, 2001).

A osteoporose é uma enfermidade crônica que ocorre quando a taxa de degradação óssea dos osteoclastos excede à sua formação, e estudos epidemiológicos têm evidenciado que a incidência de osteoporose pós-menopausa é menor na Ásia que no ocidente, e uma das possíveis causas seria a elevada ingestão de produtos de soja, ricos em isoflavonas, pelas mulheres asiáticas (POTTER et al., 1998).

Estudos confirmam a opinião de que os fitoestrógenos possuem efeito protetor sobre paredes arteriais, diminuindo o risco de aterosclerose e degeneração arterial, especialmente entre as mulheres mais velhas (PERSKY et al., 2002).

ISOFLAVONAS E O CÂNCER DE MAMA

Estudos de casos controlados, estudos epidemiológicos e estudos com animais de laboratório, apontam para a eficácia das isoflavonas da soja na prevenção do câncer de mama (INGRAM et al., 1997).

Em um estudo de caso controle, Ingram et al (1997) examinaram o efeito de fitoestrogênios sobre o câncer de mama. Os autores parearam 144 mulheres voluntárias com diagnóstico precoce e recente de câncer de seio, anotando idade e área de residência, como controle. Antes do tratamento, um questionário, testes de urina de 72 horas e testes sanguíneos foram ministrados. A urina foi ensaiada para as isoflavonas, daidzeína, genisteína e equol e para os lignanos, enterolactona, enterodiol e metairisinol. Ajustes estatísticos foram feitos para a idade da menarca,

paridade e ingestão total de álcool e gorduras. Os resultados mostraram que a excreção aumentada da daidzeína, equol e enterolactonas estava associada com a redução do risco de evolução do câncer de mama.

A genisteína, uma das duas mais importantes isoflavonas da soja, tem atraído muita atenção não somente por seu potencial efeito anti-estrogênico, mas porque inibe várias enzimas envolvidas em processos de carcinogênese. A concentração da genisteína na maioria dos produtos de soja varia de 1-2 mg/g (BARNES et al., 1995).

As populações orientais, que apresentam baixa incidência de câncer de mama e próstata, consomem de 28-80 mg de genisteína por dia, quase toda derivada de produtos de soja, enquanto que a ingestão diária de genisteína nos EUA é somente de 1-3 mg/dia (WEI et al., 1995).

Estudos epidemiológicos demonstram uma relação inversa entre a ingestão de soja e a incidência de câncer de mama. Os americanos têm uma taxa de câncer de mama 2 a 3 vezes maior do que os asiáticos que se alimentam da dieta tradicional (BARNES et al., 1994).

Um estudo epidemiológico sobre mulheres asiático-americanas, mostrou que a ingestão de tofu estava inversamente correlacionada com a incidência de câncer de mama, após ajuste para outros fatores alimentares, menstruais e reprodutivos. Estes efeitos foram observados em grupos de mulheres em pré e pós-menopausa (WU; ZIEGLER, 1996).

A genisteína, quando administrada a ratos neonatos, suprime o desenvolvimento de tumores mamários induzidos quimicamente sem causar toxicidade ao desenvolvimento dos sistemas endócrino e reprodutivo. (Lamartiniere et al., 1998).

Lamartiniere et al (1998) confirmaram esses dados em um extensivo estudo onde eles investigaram o potencial da



genisteína, componente da soja, na proteção contra o câncer de mama e possíveis efeitos tóxicos nos sistemas reprodutivos e de desenvolvimento. Esses estudos mostraram que injeções de genisteína em ratos durante o período pré-puberal resulta numa redução de 50% na tumorigênese mamária quimicamente induzida. Observações sobre a mama integral revelaram que a exposição pré-puberal à genisteína resultou na diminuição de papilas terminais e leve aumento (10%) de lóbulos do tipo II, sendo estes muito menos proliferativos. A proliferação celular nas papilas terminais de ratas adultas tratadas na pré-puberdade com genisteína foi menor do que naqueles animais tratados somente com o veículo (dimetil sulfóxido). Observações sobre a toxicidade contra o sistema reprodutivo e do desenvolvimento não encontraram alterações significativas na fertilidade, número de machos e fêmeas, peso corpóreo, distância anogenital, abertura vaginal, ciclo do estrogênio ou desenvolvimento folicular. Os autores concluíram então, que doses farmacológicas de genisteína dadas a ratos imaturos melhoram a diferenciação das glândulas mamárias, resultando numa significativa diminuição de glândulas proliferativas não sendo tão suscetíveis ao câncer mamário.

EFEITOS SOBRE OS SINTOMAS DA MENOPAUSA

O climatério é frequentemente acompanhado por sintomas desagradáveis como ondas de calor, distúrbios emocionais e comprometimento da atividade sexual. Problemas de saúde como doenças cardiovasculares, elevação dos níveis sanguíneos de colesterol, osteoporose e cânceres do útero, seios e cólon têm risco aumentado

durante a menopausa (ADLERCREUTZ; MAZUR, 1997).

Observações epidemiológicas em mulheres asiáticas, que têm normalmente dieta rica em soja, mostram que há menor incidência dos sintomas da menopausa do que as mulheres do ocidente (ADLERCREUTZ; MAZUR, 1997). As mulheres asiáticas que vivem no ocidente e não têm o hábito de consumir soja, não apresentam a mesma incidência diminuída dos sintomas da menopausa. A fraca atividade estrogênica dos componentes da soja pode minorar os sintomas da menopausa para algumas mulheres sem criar os problemas relacionados com os estrogênios. Existem abundantes evidências implicando que as isoflavonas da soja podem aliviar os sintomas da menopausa e, recentes estudos científicos têm confirmado fortemente essa hipótese (FORTUNATI et al., 1996).

Um estudo foi conduzido com 58 mulheres na menopausa, que tiveram suas dietas suplementadas com soja todos os dias durante 3 meses. Antes do estudo, eram verificadas médias de 14 ondas de calor por semana. Essas mulheres, após o tratamento, tiveram essas ondas de calor reduzidas em 45% (CASSIDY et al., 1994).

Estudos do efeito de complementos alimentares à base de isoflavonas procedentes do trevo vermelho (*Trifolium pratense L.*), contendo 40 mg de isoflavonas, similares à isoflavona da soja, em doses de 0,7 mg/kg de peso corpóreo por 3 meses, mostraram que todas as mulheres na pós-menopausa tiveram sensível melhora nas ondas de calor com uma redução de 60 a 80% na frequência das ondas. A umidade vaginal foi mantida ou teve sua diminuição prevenida. Não houve sangramento vaginal e o volume do endométrio ao ultra-som não foi alterado (CASSIDY et al., 1994).



AS ISOFLAVONAS E A OSTEOPOROSE

Grande interesse tem sido despertado sobre os efeitos da alimentação com soja contendo isoflavonas na prevenção contra a osteoporose, especialmente nas mulheres pós-menopausa (ANDERSON; GARNER, 1997).

Ishida et al. (1999) verificaram que a daidzina (o glicosídeo da daidzeína), quando administrada via oral imediatamente após a remoção cirúrgica dos ovários, retarda a perda do osso femural numa relação linear dose-resposta. A genisteína (a forma glicosídica da genisteína) tem um efeito similar da daidzina e ambas são quase tão efetivas quanto à estrona.

Arjmandi et al. (1998) estudaram ratas ovariectomizadas com uma dieta alta em proteína de soja que mostraram um grande aumento na densidade óssea dos corpos vertebrais e do osso femural comparado como grupo alimentado com uma dieta de caseína.

Potter et al. (1998) mostraram que mulheres na menopausa tiveram efeitos favoráveis sobre a espinha quando alimentadas com proteína de soja contendo 90 mg de isoflavonas, mas não naquelas se alimentaram de proteína de soja contendo apenas 60 mg de isoflavona. Similarmente, em mulheres na pré-menopausa, Alekel e Peterson (2000) verificaram que proteína de soja rica em isoflavonas era mais protetora do que proteína de soja pobre em isoflavonas, contra perda óssea espinal.

AS ISOFLAVONAS E AS DOENÇAS CARDIOVASCULARES

Em uma meta-análise de 38 estudos controlados dos efeitos de dietas à base de soja, com dietas de proteína animal servindo como controles, foi demonstrada uma diminuição estatisticamente

significante nos lipídeos do soro sanguíneo do grupo que consumiu soja na alimentação. As mudanças foram muito mais significativas em pessoas com hipercolesterolemia (ANDERSON et al., 1995).

A formação de trombos arteriais geralmente é iniciada por um dano às células endoteliais alinhadas no vaso sanguíneo. Um dos primeiros eventos depois de um dano é a formação de trombina. Isto conduz a uma cascata de eventos incluindo a ativação das plaquetas e resultando na formação de trombos. Foi verificado que a genisteína inibe a formação de trombina e a ativação das plaquetas (WILCOX; UMENTHAL, 1995).

Estudos com macacos confirmaram os efeitos cardioprotetores da soja. Dietas com proteína de soja, quando comparadas com dietas de caseína, resultaram em melhorias significantes do perfil de lipídeos, sensibilidade à insulina e decréscimo da peroxidação dos lipídeos arteriais (ANTHONY et al., 1997).

Estudos em animais indicaram que o conteúdo de isoflavonas na soja é um fator bastante importante. Macacos foram alimentados com isolados de soja com alto teor em isoflavonas e comparados em um experimento cruzado com macacos alimentados com um isolado de soja no qual as isoflavonas tinham sido removidas por extração alcoólica. A LDL, VLDL, e a relação de colesterol HDL totais estavam significativamente diminuídas, enquanto a HDL estava significativamente elevada no grupo com dieta rica em isoflavonas. Nenhuma diminuição de lipídeos ocorreu no grupo com dieta de caseína (ANTHONY et al., 1997).

ISOFLAVONAS E O CÂNCER DE PRÓSTATA

Evidências epidemiológicas indicam os benefícios dos componentes da soja na prevenção



contra o câncer de próstata. Homens japoneses que consomem uma dieta com baixos teores de gordura e altos teores de produtos de soja têm baixas taxas de morte causada por câncer de próstata. Os níveis de isoflavonas no plasma desses japoneses são de 7 a 110 vezes mais altos do que os finlandeses, por exemplo, com a genisteína apresentando as mais altas concentrações (ADLERCREUTZ et al., 1993). Os mecanismos sugeridos incluem a indução da adesão das células cancerígenas da próstata pela genisteína, inibição direta do crescimento celular e indução de apoptose. A inibição do crescimento das células cancerígenas parece ser independente do efeito estrogênico da genisteína (KYLE et al., 1997). Um estudo "in vitro" mostrou que as isoflavonas genisteína e biocianina A e o equol são potente inibidores da 5-alfa-redutase, a enzima necessária para a conversão da testosterona para dihidrotestosterona implicada no câncer de próstata (EVANS et al., 1995).

Estudos em animais alimentados com isolados de soja ricos em isoflavonas, revelaram que a genisteína e a daidzeína apresentam um efeito de redução da incidência de câncer de próstata e um aumento de 27% no período livre de doença após a exposição às substâncias carcinogênicas, em relação a animais alimentados com isolados de soja com baixos teores de isoflavonas e tratados da mesma maneira (POLLARD; LUCKERT, 1997). Peterson e Barnes (1993) mostraram que a genisteína e a biocianina A, mas não a daidzeína, inibem diversas linhagens de células cancerígenas da próstata.

Estudos em humanos, que estão em andamento, com pacientes com câncer de próstata, verificaram que preparações de alimentos à base de soja e isoflavonas concentradas exercem efeitos sobre os níveis dos antígenos específicos de câncer de próstata, mostrando uma correlação inversa entre a concentração plasmática da genisteína e o nível de

antígenos em muitos dos pacientes (PETERSON; BARNES, 1993).

ISOFLAVONAS E DIABETES MELLITUS

O diabetes mellitus é uma síndrome caracterizada por níveis elevados de glicose sanguínea em situações de jejum, de forma crônica; além disso é acompanhado por alterações no metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas, sendo essas alterações uma consequência do déficit da secreção ou da ação da insulina (PALLARDO, 1977).

A sobrevida dos pacientes diabéticos é acompanhada de numerosas complicações tanto metabólicas (hiperglicemia, hipoglicemia, dislipidemia) quanto vasculares (nefropatias, retinopatias e neuropatias) (ESMINGER et al., 1994).

A DM2 (Diabetes Mellitus tipo 2), entretanto, é desencadeada normalmente por hábitos não saudáveis, sendo a chance de adquiri-la maior com o avanço da idade (tendo como causa principal a autoimunidade das células à insulina, tornando o tratamento difícil), não sendo característica da herdabilidade. Acomete principalmente os obesos, hipertensos e dislipidêmicos (que compreendem de 90-95% de todos os casos de DM) (PALLARDO, 1977).

A insulina é o principal hormônio que regula o metabolismo da glicose. Nas células, a insulina atua o transporte de glicose e aminoácidos, o metabolismo de glicogênio e lipídios, a síntese proteica e a transcrição de genes específicos (KAHN, 1998).

As ações biológicas da insulina são iniciadas pela ligação deste hormônio a receptores específicos localizados nas membranas plasmáticas das células responsivas. Ênfase tem sido dada em como o sinal inicial promovido pela ligação da insulina ao receptor, é convertido aos efeitos finais deste hormônio no



crescimento e metabolismo, como esta sinalização é alterada em estados de resistência à insulina, tais como no DMNID e qual é o impacto genético nestas funções (ALBERTS et al., 1997).

Nas células, os receptores para insulina são enzimas estimuladas por ela própria, com atividade de proteína tirosina quinase. O mecanismo geral de ação da insulina inicia-se com a ligação deste hormônio aos receptores tirosina quinases na membrana celular. A ligação da insulina a estes receptores, que é dependente das concentrações plasmáticas de glicose, desencadeia uma série de respostas intracelulares que irão culminar, entre outras coisas, no estímulo à secreção da própria insulina. Este processo é também mediado por sinalizadores intermediários tais como, o cálcio e o AMP cíclico (cAMP) (ALBERTS et al., 1997).

Devido ao seu efeito inibidor da proteína tirosina quinase, a genisteína vem sendo estudada como um composto regulador da secreção de insulina, cuja liberação é controlada por mecanismos complexos de sinalização celular que envolve a ação destes receptores. Os efeitos benéficos que vêm sendo observados em estudos com animais e culturas de células sugerem que a genisteína pode ser uma alternativa no tratamento do diabetes, principalmente do tipo 2 (KAHN, 1998).

Efeitos da genisteína na liberação de insulina foram estudados usando células MIN6, que são células pertencentes a uma linha de insulinoma, sensíveis à glicose. Em concentrações não estimulatórias de glicose, a genisteína não afetou a liberação de insulina. Entretanto, em concentrações estimulatórias (mínimo de 20 µg/ml) a genisteína aumentou significativamente a liberação de insulina. O conteúdo de cAMP nas células MIN6 foi também elevado significativamente pela genisteína e a relação dose-dependente entre genisteína e acumulação de cAMP foi consistente com a relação entre

genisteína e liberação de insulina. Estes efeitos foram inibidos por antagonistas de cálcio ou pela omissão de cálcio extracelular. O acúmulo de cAMP pode ter ocorrido, em parte, devido à inibição da fosfodiesterase pela genisteína. Estes resultados sugerem que a genisteína aumenta a liberação de insulina induzida por glicose devido à sua contribuição para o acúmulo de cAMP e modulação do cálcio, o que depende do cálcio extracelular (ASHCROFT, 1994).

Os mecanismos pelos quais as isoflavonas, especialmente a genisteína, exercem este efeito ainda não são bem elucidados. Sabe-se que a genisteína é um potente inibidor das proteínas tirosina quinases (receptores para insulina), e sua ligação a estes receptores promove aumento da secreção de insulina. Como as pesquisas vêm demonstrando que, na presença da genisteína ligada ao receptor, ocorre acúmulo de cAMP e cálcio intracelulares, pode-se inferir que um possível mecanismo de ação destes compostos seria via ativação das proteínas quinases (A e C). As proteínas quinases A e C ativam cascatas de fosforilações de proteínas que culminam com a transcrição de genes para a insulina, o que aumenta a secreção deste hormônio. Em contraste, estas proteína quinases, via de regra, são ativadas por receptores de membrana ligados à proteína G (outra classe de receptores de membrana) e não por receptores tirosina quinases. De alguma maneira, a inativação dos receptores tirosina quinases pela genisteína, promoveria a ativação das proteínas quinases A e C, via mecanismos dependentes de cálcio e cAMP. Em adição, tem sido observado que a daidzeína promove um aumento na secreção de insulina proporcional à genisteína e, a daidzeína não é um inibidor de tirosina quinases, sugerindo mais uma vez, que o mecanismo que leva ao aumento da secreção da insulina envolve muito mais do que a



inativação dos receptores tirosina quinases (DRAKE; POSNER,1998).

ABSORÇÃO, METABOLISMO E BIODISPONIBILIDADE E DAS ISOFLAVONAS

De acordo com Messina e Erdman (1995), as isoflavonas da soja podem agir de três formas: ligando-se aos receptores de estrogênio e dependendo do nível de hormônios sexuais, exercer tanto ação estrogênica quanto antiestrogênica.

Estudos mostram que este efeito estrogênico apesar de fraco, pode exercer efeito agonístico e antagonístico sobre os estrogênios endógenos, porque competem pelos mesmos receptores, e as isoflavonas têm, portanto, efeito benéfico durante toda a vida reprodutiva da mulher e durante o climatério (MARKIEWICZ et al., 1993).

A atuação de genisteína e daidzeína sobre os receptores β -estrogênicos presentes no fígado tem como consequência melhoria do perfil lipídico, o que é justificada por um incremento do número de receptores hepáticos de colesterol LDL, favorecendo o catabolismo de colesterol. Esta estimulação dos receptores β -estrogênicos dá lugar a uma inibição de lipase hepática, implicada no metabolismo de colesterol HDL, ocasionando seu incremento (ANDERSON et al, 1995).

Somente as formas agliconas ou seus produtos metabólicos são absorvidos pela barreira epitelial do intestino, a qual ocorre passivamente via micelas, e após a absorção, estas moléculas são incorporadas nos quilomícrons, que as transportam ao sistema linfático antes de entrar no sistema circulatório (ESTEVES; MONTEIRO, 2001).

Após a ingestão, as formas conjugadas das isoflavonas são hidrolisadas por β -glicosidases de

bactérias intestinais, liberando as principais agliconas, a daidzeína e a genisteína (SETCHELL, 1998). Esses compostos podem ser absorvidos e/ou metabolizados por bactérias intestinais com a formação de metabólitos específicos (SETCHELL, 2000).

A retomada das isoflavonas circulantes do sangue ocorre passivamente e todas as células que contêm receptores para estrogênios potencialmente podem ser influenciadas por essas moléculas, e quando estas moléculas são secretadas na bile pelo fígado, parte é reabsorvida pela circulação entero-hepática e parte é excretada pelas fezes (ANDERSON e GARNER, 1997), e a maior parte, 10 a 30% da ingestão dietética, através da urina (SETCHELL, 1998).

A biodisponibilidade das isoflavonas da soja, além de outros fatores, é influenciada positivamente por um intestino saudável, pois a microflora é importante na conversão destas substâncias às suas formas ativas, e pesquisas concluem que a administração de antibióticos bloqueia seu metabolismo (SETCHELL, 1998).

AÇÃO DE OUTROS COMPONENTES DA SOJA

Aproximadamente 6% das proteínas de soja são constituídas pelos inibidores de tripsina e quimotripsina, principalmente o inibidor de tripsina de Kunitz (ITK) e o inibidor de tripsina e quimotripsina de Bowman-Birk (ITQBB) (BRANDON e FRIEDMAN, 2002). Esses inibidores de proteases estão presentes em diversos alimentos, como cereais, batatas e tomates. A ingestão de alimentos em que os mesmos encontram-se ativos pode causar redução no ganho de peso de animais. A inativação ocorre por meio de processamentos térmicos, como cozimento ou torra, restando entre 5



a 20% de ITK e ITQBB nos alimentos de soja comercialmente processados (FRIEDMAN e BRANDON, 2001).

Os inibidores de protease apresentam efeitos anticarcinogênicos, provavelmente, devido à sua interação com a serina celular protease (BRANDON e FRIEDMAN, 2002). O modo de ação envolveria o bloqueio da criação de formas de oxigênio ativo por neutrófilos estimulados, inibindo assim o crescimento do tumor. Outro mecanismo proposto seria a indisponibilidade de aminoácidos, resultante do bloqueio ou diminuição da "digestão" de proteínas, impedindo assim o rápido crescimento dos tumores (FRIEDMAN e BRANDON, 2001).

Segundo FRIEDMAN e BRANDON (2001) o ITQBB pode reduzir os riscos de câncer de mama, provavelmente devido à inibição da produção de radicais livres. Há também evidências quanto à redução nos riscos de câncer na cabeça, pescoço, fígado, boca, ovário e cervical. Além disso, os benefícios da dieta a base de soja incluem diminuição na progressão de doenças renais em pacientes renais crônicos. As fibras insolúveis da soja não são digeridas no trato gastrointestinal humano e atuam normalizando a mobilidade intestinal, o que previne diverticulite e constipação. As fibras solúveis são efetivas no controle do diabetes tipo II (pacientes não insulino-dependentes) e na redução dos níveis sanguíneos de LDL-colesterol (CHANG, 2001).

SOJA ORGÂNICA

O produto agrícola orgânico é aquele que é produzido sem a utilização de defensivos agrícolas e adubos químicos. É um sistema de produção que tem como princípio o respeito à natureza e, para isso, procura técnicas agrícolas que preservem o meio ambiente e seus recursos naturais. O preparo do solo, as sementes, as técnicas de controle

de plantas daninhas, insetos e doenças, o uso de fertilizantes, a colheita, seguem critérios estabelecidos pelas certificadoras e governos sobre agricultura orgânica (FERREIRA, 2003).

Mais do que simplesmente deixar de usar defensivos ou adubos químicos, a agricultura orgânica utiliza-se de várias tecnologias para produzir alimentos saudáveis. A rotação de culturas é uma das técnicas empregadas, juntamente com tecnologias que garantam produtividade e preservação ambiental, como a adubação verde e o controle biológico de pragas. A agricultura orgânica veta o uso de plantas transgênicas (FERREIRA, 2003).

Segundo dados do Instituto Biodinâmico, uma das principais entidades certificadoras brasileiras no mercado mundial, a área cultivada com orgânicos no Brasil vem crescendo sensivelmente nos últimos anos. Já são mais de 30 tipos de produtos em uma área de aproximadamente 300 mil hectares (FERREIRA, 2003).

Cresce a cada dia o consumo de produtos orgânicos na sociedade. Atualmente, são produzidos desde tomates à carne orgânica. A soja é um desses produtos que vem conquistando consumidores europeus e, mais recentemente, brasileiros (FERREIRA, 2003).

Cultivada livre de produtos químicos como herbicidas, fungicidas e inseticidas, a soja orgânica também é um bom investimento para pequenos produtores, uma vez que a soja orgânica é comercializada, em média, a U\$250 a tonelada, enquanto a soja convencional fica em torno de U\$175 a tonelada (FERREIRA, 2003).

Além disso, de modo geral, o custo de produção é menor do que no sistema convencional. O cultivo de soja para consumo humano é alternativa para pequenos agricultores. O sistema orgânico proporciona ainda inúmeros benefícios para o meio ambiente (FERREIRA, 2003).



Para ser considerado orgânico, o alimento deve conter um selo de garantia emitido por uma empresa certificadora. Esse selo indica que o produto foi cultivado dentro dos mais rigorosos critérios de controle de qualidade. Um produto certificado permite identificar a região onde foi produzido, quais os produtores envolvidos na produção e saber se foram seguidas as diretrizes internacionais de certificação orgânica. Normalmente, o custo da certificação é pago pelo próprio produtor (FERREIRA, 2003).

SOJA TRANSGÊNICA

As plantas transgênicas são organismos modificados a partir da engenharia genética para adquirir características diferentes e melhores. Só para se ter uma ideia do potencial dessa tecnologia, as plantas transgênicas podem possuir maior resistência a pragas, doenças e a condições climáticas adversas; tolerância a herbicidas; melhoria dos compostos nutricionais; maior facilidade de processamento; melhor conservação dos frutos e entre outras (EMBRAPA, 1997).

Quando os pesquisadores começaram a entender o comportamento genético das plantas e passaram a desenvolver técnicas para melhorá-las, eles já estavam praticando a engenharia genética. Para desenvolver a planta transgênica os pesquisadores utilizam a técnica de transformação genética, na qual um ou mais genes são isolados bioquimicamente em uma célula. O gene introduzido pode ser de qualquer organismo vivo: um animal, uma bactéria ou até mesmo uma outra planta (EMBRAPA, 1997).

Para os consumidores os benefícios podem ser traduzidos em produtos com menos agrotóxicos, produtos com qualidade diferenciada, como, por exemplo, soja com óleo de melhor qualidade, soja com maior teor de açúcar, soja com melhor composição de proteínas, etc. No caso

do produtor o que se espera com a tecnologia de plantas transgênicas é reduzir o custo de produção; facilitar o manejo (controle de ervas daninhas e insetos) e aumentar a produtividade (EMBRAPA, 1997).

O gene extraído foi de uma bactéria do solo, conhecida por *Agrobacterium*, e patenteado por uma empresa privada com o nome CP4-EPSPS. Estruturalmente, é muito parecido com os genes que compõem o genoma de uma planta. Quando inserido no genoma da soja, tornou a planta resistente à aplicação do herbicida (EMBRAPA, 1997).

Existem vários tipos de soja transgênicas sendo desenvolvidas atualmente. A mais conhecida e plantada comercialmente é uma planta que recebeu, por meio de técnicas da biotecnologia, um gene de um outro organismo capaz de torná-la tolerante ao uso de um tipo de herbicida, o glifosato. O glifosato é um produto comumente utilizado pelos agricultores no controle de plantas daninhas e limpeza de áreas antes do plantio de uma cultura. Suas moléculas se ligam a uma proteína vital da planta, impedindo seu funcionamento e ocasionando sua morte (EMBRAPA, 1997).

Essa novidade chegou ao campo pela primeira vez nos Estados Unidos, na safra de 1996. No ano seguinte, os agricultores argentinos também já aderiram à novidade. Com a nova tecnologia, ficou mais fácil para os agricultores controlarem a planta daninha sem afetar a soja (EMBRAPA, 1997).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados obtidos na revisão bibliográfica, pode-se afirmar que os estudos realizados têm demonstrado os efeitos benéficos da isoflavona em relação à osteoporose, vários tipos de cânceres, sintomas da menopausa, e doenças cardiovasculares. No entanto, esses



resultados ainda são insuficientes para permitir conclusões definitivas em relação ao uso dessas substâncias para prevenção e/ou tratamento de doenças crônicas degenerativas.

Existem evidências insuficientes para a recomendação de qual tipo específico de fitoestrógeno e em que dose deve ser utilizada na prevenção ou tratamento de qualquer doença. O consumo moderado de alimentos ricos em fitoestrógeno, como a soja, associada a um hábito de vida saudável, com certeza potencializam seus efeitos benéficos.

Vale ressaltar que a soja apresenta um valor nutritivo muito apreciado em proteínas, minerais, vitaminas e rica em fibras, contribuindo para uma alimentação mais saudável e qualidade de vida.

Sendo assim, o consumo de alimentos ricos em soja deve ser estimulado por profissionais da saúde, para que a população fique informada e esclarecida sobre os benefícios que eles podem trazer para a saúde.

TABELA 1 Composição química do leite de vaca e do extrato solúvel de soja, ambos em pó.

Composição	Extrato de soja	Leite de vaca
Calorias (kcal)	429,0	
450,5		
Carboidratos (%)	28,0	35,1
Proteínas (%)	41,8	28,7
Lipídios (%)	20,3	21,7
Ca (mg/g)	275	909
P (mg/g)	674	708
Fe (mg/g)	5,0	0,5
Retinol (vit. A) ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	4	70
Tiamina (vit. B1) ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	300	290
Riboflavina (Vit. B2) ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	250	1460
Niacina (mg/100 g)	0,400	0,700
Ácido Ascórbico (vit. C) (mg/100 g)	0,0	6,0

FONTE: FRANCO, 1986

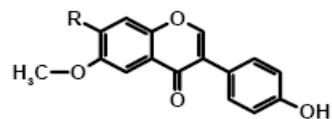
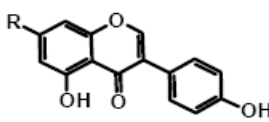
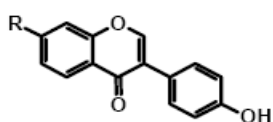
TABELA 2 Composição relativa dos aminoácidos essenciais presentes (g/16g N total) no requerimento padrão, nos leites de vaca e humanos e nos produtos à base de soja.

Aminoácido	Padrão FAO	Leite de vaca	Leite humano	Grão de soja	Farinha de soja	Extrato de soja	I.P. de soja
Cistina	4,2	1,0	2,0	1,3	1,6	1,7	1,5
Isoleucina	4,2	7,5	5,5	4,5	4,7	5,1	4,7
Leucina	4,8	11,0	9,1	7,8	7,9	8,3	7,8
Lisina	4,2	8,7	6,6	6,4	6,3	6,2	6,1
Metionina	2,2	3,2	2,0	1,3	1,4	1,4	1,2
Treonina	2,8	4,7	4,5	3,9	3,9	3,8	4,2
Triptofano	1,4	1,5	1,6	1,3	1,3	1,3	1,1
Valina	4,2	7,0	6,2	4,8	5,1	4,9	4,8

IP = isolado proteico. FONTE: CARRÃO-PANIZZI e MANDARINO, 1998 e MORETTI e GUTIERREZ, 1981.



Formas agliconas (R = H)

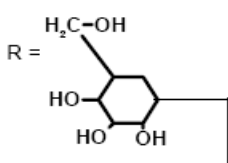


R = H

Daizeína

Genisteína

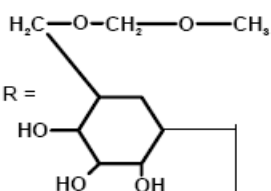
Gliciteína



Daidzina

Genistina

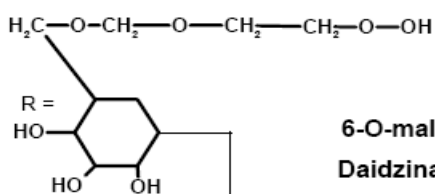
Gliciteína



**6-O-acetil
Daidzina**

**6-O-acetil
Genistina**

**6-O-acetil
Gliciteína**



**6-O-malonil
Daidzina**

**6-O-malonil
Genistina**

**6-O-malonil
Gliciteína**

Figura 2 Isoflavonas presentes na soja
 FONTE: FRIEDMAN e BRANDON, 2001.

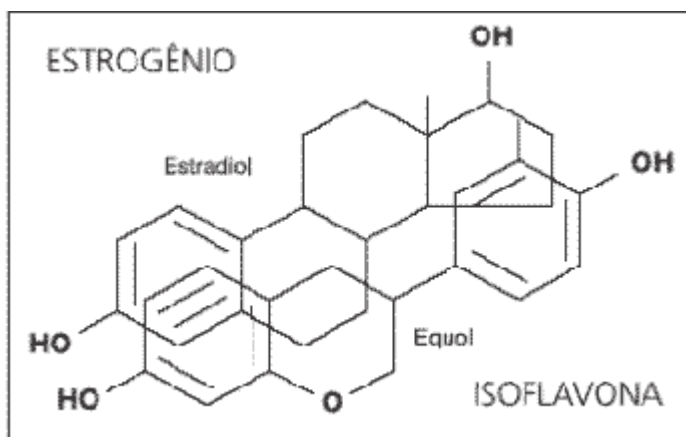


Figura 3 Similaridade química das isoflavonas com os estrogênios



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLERCREUTZ, H.; MARKKANEN, H.; WATANABE, S. Plasma concentrations of phyto-oestrogens in Japanese men. **Lancet**, 1993. p. 342-345

ADLERCREUTZ, H.; MAZUR, W. Phyto-oestrogens and Western diseases. **Ann Med.** 1997. p. 29-37.

ALBERTS, B., BRAY, D., LEWIS, J. **Biologia molecular da célula**. 3.ed. Porto Alegre : Artes Médicas, 1997. 1294 p.

ALEKEL, D. L.; PETERSON, C.T. Isoflavone-rich soy protein isolate attenuates bone loss in the lumbar spine of perimenopausal women. **Am. J. Clin. Nutr.** 2000. p. 844-850.

ANDERSON, J.J., AMBROSE, W.W., GARNER, S.C. Biphasic effects of genistein on bone tissue in the ovariectomized, lactating rat model. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, New York, v.217, n.13, 1998.

ANDERSON, J.J.; GARNER, S.C. The effects of phytoestrogens on bone. **Nutr. Res.** 1997. p. 167-169.

ANDERSON, J. W.; et al. Meta-analysis of the soy protein intake on serum lipids. **N. Engl. J. Méd.** 1995. p. 276-282.

ANGELIS, R. C. Novos conceitos em nutrição. Reflexões a respeito do elo dieta e saúde. **Arq Gastroenterol** v. 38 - no. 4 - out./dez. 2001

ANTHONY, M.; et al. Soy protein versus soy phytoestrogens in the prevention of diet-induced coronary artery atherosclerosis of male cynomolgus monkeys. **Arterioscler. Tromb. Vasc. Biol.** 1997. p. 254-257.

ARJMANDI, B.H.; et al. Role of soy protein with normal or reduced isoflavones content in reversing bone loss induced by ovarian hormone deficiency in rats. **Am. J. Clin. Nutr.** 1998. p.68.

ASHCROFT, S.J. Protein phosphorylation and beta-cell function. **Diabetologia**, Berlin, v.37, p.21-29, 1994.

BANG, H. O.; DYEBERG, J.; HIJOME, N. The composition of food consumed by Greenland Eskimos. **Acta Med Scand.** n.200, p.69-73, 1976.

BARNES, S. Effect of genistein on in vitro and in vivo models of cancer. **J Nutr.** n.125, 1995. p. 66-69.

BARNES, S.; PETERSON, T.G.; GRUBBS, C.; SETCHELL, K. Potential role of dietary isoflavones in the prevention of cancer. **Adv Exp Med Biol**, 1994. p. 354.



- BARUQUI, A.M. Solos para a soja. **Inf. Agropec.**, 1978. p. 6-15.
- BENASSI, V. T. A soja em receitas simples e práticas: uma alternativa alimentar nutritiva, saudável e saborosa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, V. 27, n.230, janeiro-fevereiro, 2006.
- BONETTI, L.P. **Distribuição da soja no mundo**. Origem, história e distribuição. Campinas, SP. ITAL, 1981. p.1-6.
- BURKE, G. L.; ANTHONY, M.; VITOLINS, M. Dietary soy protein and lipids: a strategy for primary prevention of card-ovascular disease. **Current Opinion in Endocrinology and Diabetes**, v. 3, p.508-513, 1996.
- CALDWELL, B.E. Soybean: Improvement, production, and uses. **Madison, American Society of Agronomy**, 1973. p. 1-15.
- CARRÃO-PANIZZI, M.C.; MANDARINO, J.M.G. **Soja**: potencial de uso na dieta brasileira. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1998.
- CASSIDY, A.R.; BINGHAN, S.; SETCHELL, K.D. Biological effects of a soy protein rich in Isoflavones on the menstrual cycle of premenopausal women. **Am. J. Clin. Nutr.** 1994. p. 333-340.
- CHAMBÔ FILHO, A.; CHAMBÔ, D.; CHAMBÔ, F. A soja como alimento funcional em ginecologia / Soybean as a functional food in gynecology. **Rev. Bras. Nutr. Clín.**, v.15, n.2, p.326-9, 2000.
- CHANG, Y.K. **Alimentos funcionais e aplicação tecnológica: padaria da saúde e centro de pesquisas em tecnologia de extrusão**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE OS BENEFÍCIOS DA SOJA PARA A SAÚDE HUMANA, 1., 2001, Londrina. Embrapa Soja, 2001. p. 41-45.
- CORONA, J.; QUARESMA, F.; Saboreando mudanças: **O poder terapêutico dos alimentos-dicas e receitas**. 3 ed. Rio de Janeiro, Editora Senac Rio, 2005.
- DRAKE, P.G., POSNER, B.I. Insulin receptor-associated protein tyrosin phosphatase (s): role in insulin action. *Molecular and Cellular Biochemistry*, **The Hague**, v.182, n.1-2, p.79-89, 1998.
- EMBRAPA Soja. Soja transgênica. Disponível em: http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=98&cod_pai=150. Acesso em: 19 set.2010.
- ESMINGER, A.H., ESMINGER, M.E., KONLANDE, J.F. **Diabetes mellitus: foods and nutrition encyclopedia**. London : RRC, 1994. p.555-575.
- ESTEVES, E. A.; MONTEIRO, J. B. R. Beneficial effects of soy isoflavones on chronic diseases. **Revista de Nutrição**, v. 14, n. 1, p. 43-52, 2001.
- EVANS, B.A.; GRIFFITHS, K.; MORTON, M.S. Inhibition of 5 alpha-reductase in genital skin fibroblast and prostate tissue by dietary lignans and isoflavonoids. **J. Endocrinal**. 1995. p. 295-300.
- FARMACOVIGILÂNCIA: Informes em Farmacovigilância. Isoflavonas. Publico Alvo: Profissionais da Saúde. Disponível em:



http://www.anvisa.gov.br/farmacovigilancia/informes/2002/informe_5.htm. Acesso em: 12 mai. 2010.

FARRET, J.F. **Aplicações da nutrição em cardiologia**. São Paulo. Atheneu, 2005.

FERREIRA, B. S. C. **Soja orgânica**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. p.11-13.

FORTUNATI, N. et al. Sex steroid binding protein exerts a negative control on estradiol action in MCF-7 cells (human breast cancer) through cyclic adenosine 3'5'-monophosphate and protein kinase A. **Endocrinology**, 1996. p. 668-669.

FRANCO, G. **Tabela de composição de alimentos**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1986.

FRIEDMAN, M.; BRANDON, D.L. Nutritional and health benefits of soy proteins. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 49, n.3, 2001. p. 1069-1086.

HAN, Kyung Koo et al. **Efeitos dos Fitoestrogênios Sobre Alguns Parâmetros Clínicos e Laboratoriais no Climatério**. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-72032002000800008&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em 17 jul. 2010.

HASLER, C. M. Functional Foods: Their Role in Disease Prevention and Health Promotion. **Food Technology**, v.52, n.11,1998.

HENDRICH, S.; MURPHY, P.A. Isoflavones: source and metabolism. In: HANDBOOK of nutraceuticals and functional foods. **Boca Raton: CRC Press**, 2001. p. 55-72.

HIRANO, T.; AKIBA, M. Antiproliferative effects of synthetic and naturally occurring flavonoids on tumor cells of the human breast carcinoma cell line, ZR-75-1. **Res Commum Chem Pathol Pharmacol**, 1989. p. 64-69.

INGRAM, D.; et al. Case-control study of phyto-oestrogens and breast cancer. **Lancet**, 1997. p. 350-358.

ISHIDA, H.; et al. Effects of soy isoflavones-dadzein, genistein, and glycitein on bone loss and lipid metabolic pathway in ovariectomized rats. Third International Symposium on The Role of Soy in Preventing and Treating Chronic Diseases. Washington DC, USA. **Osteoporosis C-3**, 1999.

KAHN, C.R. Section on cellular and Molecular physiology. **JOSLIN Magazine**, v.11, n.3., p.17, 1998.

KIRK, A.E., SUTHERLAND, P.; WANG, S. A.; CHAT, A.; LEBOUF, R. C. Dietary isoflavones reduce plasma cholesterol and atherosclerosis in C57 Bl/6mice but not LDL receptor-deficient mice. **Journal of Nutrition**, v.128, n.4, p. 954-959, 1998.

KRITCHEVSKY, D. Dietary protein, cholesterol and atherosclerosis: a review of the early history. **J. Nutr.**, v.125, p. 589S-593S, 1995.

KURZER, M. S.; XU, X. Dietary phytoestrogens. **Annual Review of Nutrition**, v.17, p.353-381, 1997.

KWAK, N.S.; JUKES, D.J. Functional foods. Part 1. **The development of a regulatory concept. Food Control**, Oxford, v.12, p.99-107, 2001.



KYLE, E.; et al. Genistein-induced apoptosis of prostate câncer cells is preceded by a specific decrease in focal adhesion kinase activity. **Mol.Pharmacol.**1997. p.193-200.

LAMARTIERE, C.A.; ZHANG, J.X.; COTRONEO, M.S. Genistein studies in rats: potential for breast cancer: prevention and reproductive and development toxicity. **Am. J. Clin. Nutr.** 1998. p. 68.

MACKAY, R.; EDEN, J. **Phytoestrogens and the menopause.** Climacteric. n.1, p.302-8, 1998.

MARKIEWICZ, L.; GAREY, J.; ADLERCREUTZ, H; GURPIDE, E. In vitro bioassays of non-steroidal phytoestrogens. **J Steroid Biochem. Mol. Biol.** 45, 1993.

MARKLEY, K.S.; GOSS, W.H. **Soybean chemistry and technology.** Brooklyng, N.Y., Chemical Publishing Company, Inc., 1944. 261p.

MARTINEZ. M. Biodiversidade: o Poder transformador dos alimentos. **Nestlé bio nutrição e saúde**, São Paulo, ano 2, n. 4, setembro, 2009.

MESSINA, M.; ERDMAN, J. W eds. First International symposium on the role of soy in preventing and treating chronic disease. **Journal of Nutrition**, 125, n3, p 698S-797S, 1995.

MESSINA, M. J.; PERSKY, V.; SETCHELL, K. D. R.; BARNES, S. Soy intake and cancer risk: a review of the in vitro and in vivo data. **Nutr. Cancer**, v.21, p.113-31, 1994.

PALLARDO, J.P.M. **Avances em diabetes.** Madrid : Grupo Aula Médica, 1977. 269p.

PERSKY, V.; TURYSK, M.; WANG, L.; et al. Effect of soy protein on endogenous hormones in postmenopausal women. **Am. J. Clin. Nutr.**, v.75, p.145-53, 2002.

PETERSON, G. Evaluation of the biochemical targets of genistein in tumor cells. **J. Nutr.** n.125, 1995. p. 784-785.

PICHERIT, C. et al. Daidzein is more efficient than genistein in preventing ovariectomy-induced bone loss in rats. **J. Nutr.** n.130, 2000. p. 80-82.

PIMENTEL, D.; HEPPERLY, P.; HANSON, J.; DOUDS, D.; SEIDEL, R. Environmental, energetic and economic comparisons of organic and conventional farming systems. **Bioscience**, v. 55, p.573-582, 2005.

PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M. GOLLUCKE, A. P. B.; **Alimentos Funcionais:** Introdução as principais substancias bioativas em alimentos. São Paulo: Livraria Varela,2005.

POLLARD, M.; LUCKERT, P.H. Influence of isoflavones in soy protein isolates on development of induced prostate-related cancer in L-W rats. **Nutr.Cancer.** 1997. p. 45-47.

POTTER, S. M.; et al. Soy protein and isoflavones: their effects on blood lipids and boné density in postmenipausal women. **Am. J. Clin. Nutr.** 1998. p. 135-137.



SANTOS, O.S. **Cultura da soja**.1975. 101 f. Dissertação (Pós Graduação) - Universidade Federal de Santa Maria - Santa Maria, RS, 1975.

SETCHELL, K. D. Phytoestrogens: The biochemistry, physiology, and implications for human health of soy isoflavones. **American Journal Clinical of Nutrition**. Bethesda, v.134, n.6, 1998. p.133-134

SETCHELL, K. D.; NECHEMIAS-ZIMMER, L. Z.; CAI, J.; HEUBI, J. E. Exposure of infants to phytoestrogens from soy infant formulas. **Lancet**, v.350, p. 23-7, 1997.

SCHWEIGERER, L.; CHRISSTELEIT K, FLEISCHMANN G, ADLERCREUTZ H, WÄHÄLÄ K, HASE T, SCHWAB M, LUDWIG R, FOTSIS T. Identification in human urine of a natural growth inhibitor for cells derived from solid paediatric tumors. **Eur. J. Clin. Inv.**, v.22, n.4, p.260-264, 1992.

SMITH, A. K.; CIRCLE, S. J. **Historical background. Soybeans: chemistry and technology**. Westport. AVI, 1978. v.1, p.1-26.

SONG, T. T.; HENDRICH, S.; MURPHY, P. A. Estrogenic activity of glycitein, a soy isoflavone. **J Agric Food Chem**. v.47, 1999. p.160-161.

TANAKA, R.T. Solos e seu preparo para cultura da soja. **Inf. Agropec.**,1982.

TIKKANEN, M. J., WAHALA, K., OJALA, S. Effect of soybean phytoestrogen intake on low density lipoprotein oxidation resistance. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington DC, v.95, n.6, p.3106-3110, 1998.

TRUCOM, C. **Soja: nutrição e saúde**. São Paulo: Alaúde Editorial, 2005. p. 28-37.

WEI, H., BOWEN, R., CAI, Q. Antioxidant and antipromotional effects of the soybean isoflavone genistein. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, v.208, n.1, p.124-130, 1995.

WILCOX, J.N.; UMENTHAL, B.F. Thrombotic mechanisms in atherosclerosis: potencial impacto f soy proteins. **J. Nutr**. 1995. p. 631-638.

WILKINS, M.B. Advanced plant physiology. **Glasgow, Pitman Press**, 1984. p.408-439.

WU, A.H.; ZIEGLER, R.G. Tofu and risk of breast câncer in Asin-Americans. **Cancer Epidemiol Biomarkers Prev**, 1996. p. 906.