

ISSN 1516-8840

Novembro, 2010

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Clima Temperado  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# **Documento 316**

## **Metabólitos Secundários Encontrados em Plantas e sua Importância**

*Márcia Vizzotto  
Ana Cristina Krolow  
Gisele Eva Bruch Weber*

Embrapa Clima Temperado  
Pelotas, RS  
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado  
BR 392 Km 78  
Caixa Postal 403, CEP 96010-971- Pelotas, RS  
Fone: (53) 3275-8199  
Fax: (53) 3275-8219 – 3275-8221  
Home Page: [www.cpact.embrapa.br](http://www.cpact.embrapa.br)  
e-mail: [sac@cpact.embrapa.br](mailto:sac@cpact.embrapa.br)

#### Comitê Local de Publicações

Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior  
Secretária - Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia  
Membros: Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suinta de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro, Regina das Graças Vasconcelos dos Santos.  
Suplentes: Isabel Helena Vernetti Azambuja e Beatriz Marti Emygdio.

Supervisão editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlê  
Revisão de texto: Ana Luiza Barragana Viegas  
Normalização bibliográfica: Graciela Olivella Oliveira  
Editoração eletrônica e arte da capa: Manuela Meurer Doerr (estagiária)

1ª edição  
1ª impressão (2010): 50 exemplares

#### **Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei N° 9.610).

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)** Embrapa Clima Temperado

---

Vizzoto, Marcia  
Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância / Marcia Vizzoto, Ana Cristina Krolow e Gisele Eva Bruch Weber – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.  
16 p. – (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 316).

ISSN 1516-8840

1. Metabolito secundário. 2. Metabolismo vegetal – Produto. 3. Composto orgânico – Crescimento – Planta. 4. Composto fenólico – Alcaloide. I. Krolow, Ana Cristina. II. Weber, Gisele Eva Bruch. III. Título. IV. Série.

CDD 576

# **Autores**

## **Márcia Vizzotto**

Eng. Agrôn., Ph.D., Pesquisadora da Embrapa  
Clima Temperado, Pelotas, RS, marcia.vizzotto@  
cpact.embrapa.br

## **Ana Cristina Krolow**

Farmacêutica, Dr., Pesquisadora da Embrapa  
Clima Temperado, Pelotas, RS, ana.krolow@  
cpact.embrapa.br

## **Gisele Eva Bruch Weber**

Graduanda em Farmácia, Universidade Católica de  
Pelotas, Pelotas, RS, gibweber@hotmail.com

# Apresentação

Várias atividades são desenvolvidas na Embrapa Clima Temperado na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Desde o processamento e aproveitamento dos vários produtos das cadeias produtivas de clima temperado até a caracterização química e funcional destes produtos. Nesta publicação esta apresentada uma visão geral da formação dos metabólitos secundários pelas plantas e suas funções na planta e, também, quando ingeridos pelos consumidores. Muitos dos metabólitos secundários são compostos bioativos e podem atuar na prevenção de diversas doenças crônicas não transmissíveis quando consumidos regularmente.

Alguns compostos bioativos estão apresentados neste trabalho incluindo as fontes alimentares onde podem ser encontrados.

Waldyr Stumpf Junior  
Chefe Geral  
Embrapa Clima Temperado

# Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	07
2. METABÓLITOS SECUNDÁRIOS.....	09
2.1. METABÓLITOS SECUNDÁRIOS DEFENDEM PLANTAS CONTRA HERBIVOROS E PATÓGENOS.....	10
2.2. METABÓLITOS SECUNDÁRIOS SÃO DIVIDIDOS EM TRÊS GRANDES GRUPOS.....	10
2.2.1. TERPENOS.....	10
2.2.2. COMPOSTOS FENÓLICOS.....	12
2.2.3. COMPONENTES CONTENDO NITROGÊNIO – ALCA- LOIDES.....	14
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	15
REFERÊNCIAS.....	16

# Metabólitos Secundários Encontrados em Plantas e sua Importância

---

*Márcia Vizzotto*

*Ana Cristina Krolow*

*Gisele Eva Bruch Weber*

## Introdução

Em 1847 chegou ao Brasil o jovem farmacêutico alemão Theodoro Peckolt o qual, pelo seu trabalho, pode ser considerado o pai da fitoquímica brasileira. Desde então, vários grupos de pesquisa vêm alterando o enfoque da fitoquímica tradicional (isolamento e determinação estrutural), privilegiando trabalhos que envolvem atividade biológica, ecologia química e biossíntese de micromoléculas de plantas, microrganismos, organismos marinhos, entre outros, assim como novas metodologias analíticas de trabalho com produtos naturais (PINTO et al., 2002).

A natureza, de forma geral, tem produzido a maioria das substâncias orgânicas conhecidas. Dentre os diversos reinos, o reino vegetal é o que tem contribuído de forma mais significativa para o fornecimento de metabólitos secundários, muitos destes de grande valor agregado devido às suas aplicações como medicamentos, cosméticos, alimentos e agroquímicos. Plantas possuem suas próprias defesas que as protegem de outras plantas e de predadores de uma maneira geral. Estas defesas são de natureza química e, normalmente, envolvem substâncias do metabolismo secundário (CROTEAU et al., 2000; PINTO et al., 2002).

A fitoquímica estuda cada grupo da planta, desde a estrutura química molecular até as propriedades biológicas dos vegetais, objetivando o esclarecimento e registro dos constituintes resultantes do metabolismo secundário dos vegetais, através do isolamento e elucidação de suas estruturas moleculares. Al[em disso, faz levantamentos e análises dos componentes químicos das plantas, como os princípios ativos, os odores, pigmentos, entre outros.

As substâncias fitoquímicas são encontradas em vários alimentos consumidos pelos seres humanos como os vegetais (frutas, legumes e os grãos), servindo de proteção contra várias doenças como câncer e problemas cardíacos. Acredita-se que os fitoquímicos surgiram como mecanismo de proteção há milhares de anos, em uma época em que a Terra possuía pouco oxigênio livre na atmosfera. Nestes tempos, as plantas, que retiravam o dióxido de carbono da atmosfera liberavam oxigênio, aumentaram a concentração do oxigênio no ar, poluindo o seu próprio meio com oxigênio reativo. Para se protegerem deste gás em grandes concentrações, as plantas desenvolveram componentes antioxidantes, incluindo fitoquímicos. Graças a estes antioxidantes, as plantas sobrevivem em um ambiente rico em oxigênio. Além disso, os fitoquímicos protegem os vegetais contra fungos, bactérias e outros danos mecânicos. A seleção de plantas para estudo, geralmente, baseia-se na prospecção e em relatos da literatura sobre ações antioxidantes, anti-inflamatórias e inseticidas dos vegetais. Alguns fitoquímicos também são considerados anti nutrientes e podem apresentar efeitos adversos à saúde humana. Os efeitos observados pelos fitoquímicos são normalmente concentração-dependente tornando possível o uso no tratamento de doenças crônicas não transmissíveis (SHAHIDI, 1997).

## 2. METABÓLITOS SECUNDÁRIOS

As plantas produzem uma larga e diversa ordem de componentes orgânicos divididos em metabólitos primários e secundários. Os metabólitos primários possuem função estrutural, plástica e de armazenamento de energia. Os metabólitos secundários, produtos secundários ou produtos naturais, aparentemente não possuem relação com crescimento e desenvolvimento da planta (TAIZ; ZEIGER, 2006).

Teoricamente, todas as plantas são potencialmente capazes de sintetizar metabólitos secundários. No entanto, essa característica é mais comum entre as plantas selvagens, que, ao longo do seu ciclo evolutivo, desenvolveram mecanismos de adaptação para competir com outras, assegurando sua sobrevivência quer pela formação de estandes puros, quer para se defender de seus inimigos naturais (SOUZA FILHO; ALVES, 2002).

Embora os produtos secundários possuam uma variedade de funções nas plantas, é provável que a sua importância ecológica tenha alguma relação com potencial efeito medicinal para os seres humanos. Por exemplo, produtos secundários envolvidos na defesa das plantas através de citotoxicidade para patógenos microbianos podem ser úteis como medicamentos antimicrobianos em humanos, se não forem demasiado tóxicos. Da mesma forma, produtos secundários envolvidos na defesa contra herbívoros através de atividade neurotóxica poderia ter efeitos benéficos em seres humanos (ou seja, como antidepressivos, sedativos, relaxantes musculares ou anestésicos) através de sua ação no sistema nervoso central (KAUFMAN et al., 1999). O desenvolvimento de estruturas similares entre produtos secundários de plantas e substâncias endógenas de outros organismos pode ser chamado de “modelagem molecular evolucionária” (WINK; SCHIMMER, 1999).

## **2.1.METABÓLITOS SECUNDÁRIOS DEFENDEM PLANTAS CONTRA HERBIVOROS E PATÓGENOS**

Os metabólitos têm importantes funções ecológicas nas plantas:

- 1-Protegem as plantas contra herbívoros e patógenos;
- 2-Servem como atrativos (aroma, cor, sabor) para polinizadores;
- 3-Funcionam como agentes de competição entre plantas e de simbiose entre plantas e microrganismos (TAIZ; ZEIGER, 2006).

## **2.2. METABÓLITOS SECUNDÁRIOS SÃO DIVIDIDOS EM TRÊS GRANDES GRUPOS**

Metabólitos secundários nas plantas podem ser divididos em três grupos distintos quimicamente: terpenos, compostos fenólicos e componentes contendo nitrogênio (SHAHIDI, 1997; CROTEAU et al., 2000; SHAHIDI; NACZK, 2003; SHAHIDI; HO, 2005; TAIZ; ZEIGER, 2006).

### **2.2.1. TERPENOS**

Terpenoides são a classe estruturalmente mais variada de produtos vegetais naturais. O nome terpenóide, ou terpeno, deriva do fato de que os primeiros membros da classe foram isolados da terebentina (terpentin em alemão). Os terpenos são formados através da justaposição sucessiva de isopentenilpirofosfato (IPP-C5) e este dá origem a todos os terpenos (monoterpenos (C10), sesquiterpenos (C15), diterpenos (C20), triterpenos (C30) e os tetraterpenos (C40).

Os monoterpenos, devido ao seu baixo peso molecular, costumam ser substâncias voláteis sendo, portanto, denominados óleos essenciais ou essências. Estes compostos isolados encontram considerável aplicação

industrial em sabores e perfumes. A função dos óleos essenciais nas plantas pode ser tanto para atrair polinizadores quanto para repelir insetos. Entre o primeiro grupo estão o limoneno e o mentol, os quais possuem cheiro agradável. Um exemplo clássico do segundo grupo são os piretroides (inseticidas naturais).

Muitos sesquiterpenoides também são voláteis e, assim como os monoterpenos, estão envolvidos na defesa da planta contra pragas e doenças. Além disso, numerosos compostos sesquiterpenoides atuam como fitoalexinas, um antibiótico produzido pelas plantas em resposta a infecções microbianas. Também atuam como defensivos que desencorajam os herbívoros oportunistas a realizarem o ataque.

Os diterpenos têm a giberelina como principal representante e são um importante hormônio vegetal responsável pela germinação de sementes, alongamento caulinar e expansão dos frutos de muitas espécies vegetais. Neste grupo ainda encontra-se uma série de metabólitos importantes farmacologicamente, incluindo o taxol, um agente anticancerígeno encontrado em concentrações muito baixas (0,01% do peso seco) na casca do teixo (*Taxus baccata*), e forskolin, um composto utilizado no tratamento de glaucoma.

As saponinas são uma classe importante de triterpenos que nas plantas desempenham um importante papel na defesa contra insetos e microrganismos.

Os tetraterpenos mais famosos são, sem dúvidas, os carotenos e as xantofilas. Esses compostos lipossolúveis desempenham um importante papel tanto nas plantas quanto nos animais. Nas plantas, os carotenoides fazem parte das antenas de captação de luz nos fotossistemas e, portanto, sem eles não haveria fotossíntese. Além disso, esses compostos são importantes antioxidantes e dissipadores de

radicais livres gerados pela fotossíntese e conferem às plantas cores amareladas, alaranjadas e avermelhadas. Dos carotenoides existentes os mais prevalentes são: alfacaroteno, betacaroteno, betacriptoxantina, licopeno, luteína e zeaxantina, sendo encontrados no mamão papaia, damasco, pitanga, manga, laranja, batata doce, milho, moranga, cenoura, tomate, salsa e espinafre.

### **2.2.2. COMPOSTOS FENÓLICOS**

Os fenólicos formam um grupo de compostos bastante presente no nosso dia a dia, embora nem sempre isto seja percebido. Desse modo, muito do sabor, odor e coloração de diversos vegetais se deve aos componentes deste grupo. Os compostos fenólicos não são apenas atrativos para o homem, mas também para outros animais, os quais são atraídos para polinização ou dispersão de sementes, além disso, eles também protegem os tecidos da planta contra injúria, insetos e ataque de animais.

Além de sua importância na proteção das plantas contra fatores ambientais e bióticos adversos, acredita-se que os compostos fenólicos tenham sido fundamentais para a própria conquista do ambiente terrestre pelas plantas. Esse é o caso da lignina, a qual proporciona o desenvolvimento do sistema vascular, dando rigidez aos vasos. De modo coerente com essa hipótese, plantas primitivas que habitam principalmente ambiente úmido, como briófitas e pteridófitas, são pobres em compostos fenólicos.

Quimicamente, os chamados compostos fenólicos são substâncias que possuem pelo menos um anel aromático no qual ao menos um hidrogênio é substituído por um grupamento hidroxila. Esses compostos são sintetizados a partir de duas rotas metabólicas principais: a via do ácido chiquímico e a via do ácido mevalônico, a qual é menos significativa.

Embora os flavonoides sejam quase ausentes em fungos, algas, briófitas e pteridófitas, sua importância nas angiospermas é muito grande. Esses compostos estão envolvidos principalmente na sinalização entre plantas e outros organismos e na proteção contra UV. No que se refere à sinalização entre plantas e outros organismos, pode se incluir nesse item a relação entre os vegetais e seus agentes polinizadores, sendo a coloração das flores um dos principais atrativos. Exemplos de compostos que as plantas utilizam para colorir suas flores são as antocianinas (flavonoide).

## **CLASSIFICAÇÃO GERAL DOS COMPOSTOS FENÓLICOS**

Fenólicos simples ou ácidos fenólicos: podem ser derivados do ácido hidroxicinâmico ou do ácido hidroxibenzoico.

Flavonoides: Podem ser classificados em sete grupos:

- Flavonas: apigenina encontrada em frutas cítricas e aipo;
- Flavanonas (ou di-hidroflavonas): naringenina, naringena e hesperidina encontradas em frutas cítricas;
- Flavonols: quercetina, canferol e miricetina encontradas em chá, cebola, maçã, brócolis e pequenas frutas ou frutas vermelhas. A quercetina age reduzindo a formação de placas gordurosas nas artérias e no combate às alergias;
- Flavanonols (di-hidroflavonol): taxifolina encontrada em frutas;
- Isoflavonas: genisteína, daidazina encontradas em leguminosas como a soja e os feijões. Atuam no combate ao colesterol LDL (colesterol ruim), diabetes, osteoporose, doenças cardiovasculares, câncer, entre outras.
- Flavanols ou catequinas: epicatequina, epigallocatequina,

epigallocatequina galato encontradas em chás como o chá verde e o chá preto;

- Antocianidinas: cianidina, delphinidina, malvidina, pelargonidina e peonidina encontradas em frutas de coloração escura, frutas vermelhas ou pequenas frutas.

Estilbenos: O resveratrol é o representante mais conhecido. Encontrado em uvas, suco de uva e vinho.

Lignanans: A lignanas encontradas em linho e gergelin mostraram trazer benefícios para a saúde.

Taninos: Encontrados geralmente em cascas de frutas e sementes.

### **2.2.3. COMPONENTES CONTENDO NITROGÊNIO - ALCALOIDES**

Os alcaloides são compostos orgânicos cíclicos que possuem pelo menos um átomo de nitrogênio no seu anel. Na sua grande maioria os alcaloides possuem caráter alcalino, pois a presença do átomo de N representa um par de elétrons não compartilhados. Os alcalóides são sintetizados no retículo endoplasmático, concentrando-se, em seguida, nos vacúolos e, dessa forma, não aparecem em células jovens. Essa classe de compostos do metabolismo secundário é famosa pela presença de substâncias que possuem acentuado efeito no sistema nervoso, sendo muitas delas largamente utilizadas como venenos ou alucinógenos. O isolamento da morfina,

em 1806 pelo farmacêutico alemão Friedrich Sertürner, deu origem ao estudo dos alcaloides.

Alguns alcalóides não são derivados de aminoácidos e sim de uma

base nitrogenada. Esse é o caso da cafeína (1,3,7 trimetilxantina), uma xantina produzida a partir de uma purina. Contudo, as purinas por sua vez derivam de aminoácidos tais como glicina, ácido L-aspártico e L-glutamina. Como nas plantas o principal papel da cafeína parece ser a defesa contra herbivoria, a manipulação de seu conteúdo em plantas transgênicas poderá abrir duas vertentes. A primeira delas seria fazer plantas mais resistentes a pragas, e a outra seria a produção agrícola de grãos de café já descafeinados, o que dispensaria os processos industriais onerosos.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com o crescente desenvolvimento da tecnologia de alimentos cada vez mais são estudadas as suas propriedades benéficas, pois a variedade e produção mundial são cada vez maiores, sendo necessário o desenvolvimento de atrativos para que ocorra o consumo dos mais diversos tipos de frutas.

Devido a isso, um maior número de pesquisas sobre as substâncias biologicamente ativas contidas nesses alimentos são necessárias para que se possa determinar seus efeitos benéficos com mais exatidão e quantificar as doses máximas e mínimas que podem ser ingeridas, a fim de oferecer eficácia sem riscos de toxicidade.

## Referências

CROTEAU, R.; KUTCHAN, T. M.; LEWIS, N. G. Natural products (secondary metabolites). In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. **Biochemistry & molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000.

KAUFMAN, P. B.; CSEKE, L. J.; WARBER, S.; DUKE, J. A.; BRIELMANN, H. L. Natural products from plants. **Boca Raton: CRC Press, FL, 1999.**

PINTO, Â. C.; SILVA, D. H. S.; BOLZANI, V. DA S.; LOPES, N. P.; EPIFANIO, R. DE A. Produtos naturais: atualidades, desafios e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, Supl.1, p. 45-61, 2002.

SHAHIDI, F. (Ed.). Antinutrients and phitochemicals in food. Washington, DC.: **American Chemical Society**, 1997. 344 p. (ACS Symposium Series, 662).

SHAHIDI, F.; HO, C-T. (Ed.). Phenolic compounds in foods and natural health products. Washington, DC.: **American Chemical Society**, 2005. 320 p. (ACS Symposium Series, 909).

SHAHIDI, F.; NACZK, M. Phenolics in foods and nutraceuticals. Boca Raton: CRC Press, 2003. 576 p.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. **Alelopatia**: princípios básicos e aspectos gerais. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 260 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4. ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates Inc., 2006.

WINK, M.; SCHIMMER, O. Modes of action of defensive secondary metabolites. In: WINK, M. **Functions of plant secondary metabolites and their exploitation in biotechnology**. Boca Raton: CRC Press, 1999. p. 17–112.