



## *Strychnos* L. da América do Sul e Central

M.A. Silva<sup>1,2</sup>, A.R.M. Souza-Brito<sup>4</sup>, C.A. Hiruma-Lima<sup>3</sup>, L.C. Santos<sup>1</sup>, M. Sannomiya<sup>1</sup>,  
W. Vilegas<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química Orgânica, Instituto de Química, UNESP, Caixa Postal 355, 14800-900, Araraquara, SP, Brasil,

<sup>2</sup>Departamento de Fármacos e Medicamentos, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, UNESP, Caixa Postal 502, 14801-902, Araraquara, SP, Brasil,

<sup>3</sup>Departamento de Fisiologia, Instituto de Biociências, UNESP, Caixa Postal 510, Botucatu, 18618-000, SP, Brasil,

<sup>4</sup>Departamento de Fisiologia e Biofísica, Instituto de Biociências, UNICAMP, 13083-970, Campinas, SP, Brasil

**RESUMO:** Uma revisão do perfil químico e farmacológico é apresentada de espécies de *Strychnos* (Loganiaceae) ocorrentes na América do Sul e Central, incluindo o uso popular, as substâncias isoladas e suas atividades biológicas.

**Unitermos:** *Strychnos*, Loganiaceae, alcalóides indólicos.

**ABSTRACT:** “*Strychnos* L. of South America and Central”. A review of the chemical and pharmacological profile of *Strychnos* species (Loganiaceae) found in South and in Central America is presented. It includes the folk uses, the isolated compounds as well as the pharmacological activities as reported in the literature.

**Keywords:** *Strychnos*, Loganiaceae, indole alkaloids.

### INTRODUÇÃO

O gênero *Strychnos* é constituído por 150 espécies, que ocorrem no mundo inteiro, especialmente nas Américas do Sul e Central, na África, na Ásia e na Austrália (Aimi et al., 1989). A grande maioria destas espécies ocorre na forma de cipós ou arbustos de pequeno porte (Lorenzi, 1998). Apenas *S. pseudoquina*, uma espécie nativa da América do Sul, se apresenta como uma árvore de médio porte, tendo a sua altura variando de 3 a 5 m de altura (Lorenzi, 1998).

Plantas do gênero *Strychnos* L. (Loganiaceae) são conhecidas desde há muito tempo devido às propriedades farmacológicas das substâncias presentes em algumas de suas espécies. Esses princípios em geral são tetanizantes nas espécies asiáticas e curarizantes nas espécies americanas (Ducke, 1965). Philippe (2004) menciona que as espécies americanas produzem alcalóides derivados da estricnina e, por isso, causam efeitos tetanizante; cita ainda que as espécies asiáticas produzem alcalóides, que causam os efeitos curarizantes. O curare é um veneno de origem vegetal preparado por algumas tribos de índios que vivem nas regiões montanhosas e cobertas de matas da América Equatorial. O curare tem aspecto de alcatrão, possui sabor muito amargo e pode ser produzido por dois grupos de plantas: das do gênero *Chondrodendron* (família Menispermaceae, *C. tomentosum*, *C. toxicofera* e *C. candicans*), cuja principal

classe de alcalóides é a dos isoquinolínicos, e daquelas do gênero *Strychnos* (Loganiaceae), que produzem os alcalóides indólicos monoterpênicos (Bruneton, 1999). Pelas suas diversas propriedades tóxicas é usado pelos índios tanto na caça, quanto na guerra (Biocaa, 1954). Várias espécies de *Strychnos* são usadas na elaboração do curare, tendo ação tóxica, como por exemplo às espécies: *S. amazonica*, *S. castelnaeana*, *S. divaricans*, *S. fendleri*, *S. froessi*, *S. gardneri*, *S. guianensis*, *S. macrophylla*, *S. melinoniana*, *S. mitscherlichii* var *mitscherlichii*, *S. mitscherlichii* var *amapensis*, *S. panamensis*, *S. parvifolia*, *S. solimoesana*, *S. subcordata*, *S. tomentas*, *S. trinervis* e *S. toxifera*, esta última a mais potente dentre elas. Outras espécies são tóxicas para o sistema nervoso central, mas, surpreendentemente, a única espécie americana da qual foi isolada a estricnina é *S. panamensis* (Tabela 1).

Algumas espécies do gênero *Strychnos* têm importância comercial, sendo que a mais conhecida é *S. ignatii* empregada em homeopatia (Bruneton, 1999). O Escritório Europeu de Patentes já registrou o depósito de dezesseis pedidos, que envolvem desde o preparo de medicamentos contra insuficiência cardíaca e para o tratamento de dependência alcoólica até para a obtenção de surfactantes naturais (European, 2004).

Embora várias espécies sejam tóxicas, muitas vêm sendo utilizadas popularmente para diversas afecções. A maioria das espécies usadas popularmente emprega o chá das folhas ou cascas (Angenot et al.,

1990b; Frederich et al., 2000), com as subseqüentes ações farmacológicas: estimulante e tônica (*S. acuta*, *S. brasiliensis*, *S. guianensis*, *S. pseudoquina*, *S. rubiginosa* e *S. trinervis*), contra problemas estomacais e abdominais (*S. erichsonii*, *S. pseudoquina* e *S. trinervis*), antipirética e antimalárica (*S. brasiliensis*, *S. fendleri* e *S. pseudoquina*), analgésica e antireumática (*S. javariensis*, *S. panamensis* e *S. tansentosa*), espasmolítica (*S. toxifera*), no tratamento de doenças venéreas (*S. erichsonii*), como abortiva (*S. erichsonii*), como afrodisíaca (*S. erichsonii*, *S. melinoniana*, *S. mitscherlichii* var. *mitscherlichii*, *S. nigricans* e *S. oiapocensis*) e no tratamento da anemia (*S. guianensis*) (Tabela 1).

No levantamento bibliográfico realizado, utilizou-se, dentre outras, a base de dados Web of Science e o Medline, no período de 1970 até 2004. Esse levantamento mostra que foram investigadas 81 espécies americanas, o que representa 54% do total das espécies descritas. As investigações fitoquímicas enfocam apenas o isolamento de alcalóides indólicos e bisindólicos (Tabela 1). Dos cerca de noventa alcalóides isolados, apenas um alcalóide bisbenzilisoquinolínico a warifiteína, foi relatado em *S. divaricans* (Mukherjee et al., 2003), (Tabela 1). Segundo Verpoorte (1977), os alcalóides indólicos monoterpênicos são subdivididos em 3 séries em função da substituição no C<sub>3</sub>: a série normal apresenta um hidrogênio no C<sub>3</sub>, como por exemplo a estricnina (**20**); a série pseudo apresenta uma hidroxila no C<sub>3</sub>, como a 3-hidroxi-diabolina (**19b**) e a série N-metil-seco-pseudo apresenta uma carbonila no C<sub>3</sub> e o nitrogênio apresenta-se substituído, geralmente com um grupamento metila, como a 10,11-dimetoxiestricnobrasilina (**34b**).

A literatura reporta algumas revisões sobre o gênero *Strychnos* (Bisset, 1970; Bisset et al., 1971; Bisset, 1974; Bisset et al., 1976; Ohiri et al., 1983), sendo que o mais recente data de 1990 (Angenot et al., 1990b). Nelas foram incluídas informações etnobotânicas, etnofarmacológicas e químicas de espécies ocorrentes em todo o mundo.

Dada a importância do gênero *Strychnos*, apresentamos uma revisão das espécies encontradas na América do Sul e Central, compreendendo o uso popular, as moléculas isoladas e suas atividades biológicas. As informações foram transcritas da forma como constam na literatura original, incluindo a forma como foram representadas as estruturas moleculares (Tabela 2). Alguns casos apenas relatam a ocorrência da espécie, sem qualquer investigação química ou farmacológica.

Os presentes autores estão investigando a constituição química e as ações farmacológicas das espécies *S. pseudoquina*, *S. brasiliensis*, *S. bicolor* e *S. trinervis*, dos estados do Tocantins e de São Paulo, onde os chás dessas espécies são usados contra afecções gástricas e no tratamento da malária.

## CONCLUSÃO

Existem dois mecanismos tóxicos associados com os alcalóides presentes nas espécies de *Strychnos*: o efeito convulsivante - tetanizante, causado pela estricnina e seus derivados, e o efeito da paralisia dos músculos, efeito este causado pelos alcalóides quaternários presentes nas espécies (Philippe et al., 2004).

Em geral, pudemos observar que os alcalóides terciários estão envolvidos com a atividade tetanizante, enquanto que os alcalóides quaternários, particularmente os bis-indólicos, estão implicados na atividade curarizante. Isso pode ser explicado pela maior solubilidade dos alcalóides quaternários em água, e devido ao fato de que a atividade tetanizante é consequência de ação sobre o sistema nervoso central, ao passo que a ação curarizante se dá sobre as placas motoras que estão envolvidas na contração muscular.

As espécies da América do Sul e Central apresentam tanto os alcalóides quaternários quanto os derivados da estricnina. A única espécie da América do Sul da qual foi isolada a estricnina é *S. panamensis*. Contudo, diversas outras espécies latino-americanas produzem derivados tóxicos da estricnina, o que alerta para o risco a que estão sujeitas as populações que usam essas espécies como fonte de cura para as suas enfermidades.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fapesp, pelo auxílio à pesquisa e pela bolsa concedida à M.S., ao CNPq, por bolsas à A.R.M.S.B. e W.V e à Capes, pela bolsa concedida a M.A.S.

**Tabela 1.** Panorama químico-farmacológico de espécies do gênero *Strychnos* L. ocorrentes na América do Sul e Central.

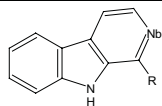
Espécies	Substâncias	Atividade farmacológica (* Uso popular)	Referências
<i>S. acuta</i>		*Estimulante e tônica.	Angenot et al., 1992.
<i>S. alvimiana</i>	<b>15a, 15b, 15c, 15d, 17b, 43</b>	<b>17b.</b> Previne a resistência do <i>Plasmodium falciparum</i> a cloroquina.	Angenot et al., 1992.
<i>S. amazonica</i>	<b>9c, 12a, 12b, 14a, 18a, 19f</b>	<b>9c.</b> Analgésica, hipotensora, convulsivante. <b>12a, 12b.</b> Curarizante. <b>18a.</b> Antimicrobiana, relaxante muscular, depressora do SNC, sedativa e antidiarréica.	Angenot et al., 1992.
<i>S. arguensis</i>			Pinheiro, 2000.
<i>S. asperula</i>			Pinheiro, 2000.
<i>S. atlantica</i>	<b>9b, 18a, 27</b>	<b>18a.</b> Antimicrobiana, relaxante muscular, depressora do SNC, sedativa e antidiarréica. <b>9b.</b> Causa parada respiratória, convulsivante, hipotensora, sedativa. <b>27.</b> Hipotensora, tranqüilizante.	Angenot et al., 1992. Mukherjee et al., 1997. Oliveira et al., 1996.
<i>S. bahiensis</i>			Angenot et al., 1992.
<i>S. barnhartiana</i>	<b>1a</b>		Angenot et al., 1992.
<i>S. bicolor</i>			Angenot et al., 1992.
<i>S. brachiata</i>	<b>19a, 19f</b>		Angenot et al., 1992.
<i>S. brachistantha</i>			Angenot et al., 1992.
<i>S. brasiliensis</i>	<b>15b, 15d, 16a, 16d, 17b, 17d, 17g, 33, 34a, 34b</b>	<b>17b.</b> Previne a resistência do <i>Plasmodium falciparum</i> à cloroquina. *Estimulante e tônica. *Antimalárica *Antipirética	Angenot et al., 1992. Iwataki et al., 1971.
<i>S. bredemeyeri</i>			Angenot et al., 1992.
<i>S. castelnaeana</i>	<b>19b, 19c, 19e, 38</b>	<b>19b.</b> Convulsivante, causa parada respiratória, hipotensora, relaxante muscular. <b>38.</b> Curarizante.	Angenot et al., 1992. Galeffi et al., 1982.
<i>S. cayensis</i>			Pinheiro, 2000.
<i>S. cerradoensis</i>			Pinheiro, 2000.
<i>S. chlorantha</i>	<b>19b, 19d</b>	<b>19b.</b> Convulsivante, causa parada respiratória, hipotensora, relaxante muscular.	Angenot et al., 1992.
<i>S. cogens</i>	<b>27</b>	<b>27.</b> Hipotensora, tranqüilizante.	Angenot et al., 1992.
<i>S. colombiensis</i>			Pinheiro, 2000.
<i>S. croatii</i>			Angenot et al., 1992.
<i>S. darienensis</i>			Angenot et al., 1992.
<i>S. davidsei</i>			Pinheiro, 2000.
<i>S. diaboli</i>	<b>19a, 19b</b>	<b>19b.</b> Convulsivante, causa parada respiratória, hipotensora, relaxante muscular.	Angenot et al., 1992.
<i>S. divaricans</i>	<b>12a, 12b, 14b, 18b, 31, 32, 36a, 37a, 41, 44</b>	<b>12a, 12b, 14b, 18b.</b> Curarizante. <b>32.</b> Espasmolítica. <b>36a, 37a.</b> Curarizante.	Angenot et al., 1992.
<i>S. duckei</i>			Pinheiro, 2000.
<i>S. ecuadoriensis</i>			Pinheiro, 2000.
<i>S. erichsonii</i>	<b>3, 10, 19a, 19b, 19d, 29</b>	<b>19b.</b> Convulsivante, causa parada respiratória, hipotensora, relaxante muscular. *Usada para problemas estomacais e abdominais. *Abortiva. *Tratamento de doenças venéreas. *Afrodisíaca.	Angenot et al., 1992. Forgacs et al., 1986. Juliem, 1999.



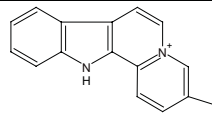
<i>S. nigricans</i>	3	*Afrodisíaca	Angenot et al., 1992.
<i>S. oiapocensis</i>	3	*Afrodisíaca	Angenot et al., 1992.
<i>S. pachycarpa</i>			Pinheiros, 2000.
<i>S. panamensis</i>	11, 18b, 19b, 20, 21, 36c, 37c	11, 18b, 36c, 37c. Curarizante. 19b. Convulsivante, causa parada respiratória, hipotensora e relaxante muscular. 20, 21. Convulsivante e relaxante muscular e provoca tétano muscular. *Analgésica, antireumática.	Angenot et al., 1992.
<i>S. panurensis</i>			Angenot et al., 1992.
<i>S. parviflora</i>	3		Angenot et al., 1992.
<i>S. parvifolia</i>	3, 6, 12a, 12b, 14b, 37a	6. Convulsivante e citotóxica. 12a, 12b, 14b, 37a. Curarizante.	Angenot et al., 1992.
<i>S. peckii</i>	3		Angenot et al., 1992.
<i>S. peoppigii</i>			Angenot et al., 1992.
<i>S. progeliana</i>			Pinheiros, 2000.
<i>S. pseudoquina</i>	18a, 19b, 19f.	18a. Antimicrobiana e relaxante muscular, depressora do SNC, sedativa e antidiarréica. 19b. Convulsivante, causa parada respiratória, hipotensora e relaxante muscular. *Estimulante e tônica. *Usada para problemas estomacais e abdominais. *Antimalárica. *Antipirética.	Angenot et al., 1992. Nicoletti et al., 1984. Delle Monache et al., 1969.
<i>S. pubiflora</i>			Pinheiros, 2000.
<i>S. ramentifera</i>			Angenot et al., 1992.
<i>S. recognita</i>			Angenot et al., 1992.
<i>S. romeu-belenii</i>	19f		Angenot et al., 1992.
<i>S. rondeletioides</i>	19a, 19b	19b. Convulsivante, causa parada respiratória, hipotensora e relaxante muscular.	Angenot et al., 1992.
<i>S. rubiginosa</i>	9b, 13, 19f	9b. Causa parada respiratória, convulsivante, hipotensora e sedativa. *Estimulante e tônica.	Angenot et al., 1992. Bettolo et al., 1980.
<i>S. sandwithiana</i>	19a		Angenot et al., 1992.
<i>S. schultesiana</i>			Angenot et al., 1992.
<i>S. shunkei</i>			Pinheiro, 2000.
<i>S. setosa</i>			Pinheiro, 2000.

<i>S. solerederi</i>	<b>19a, 19b</b>	<b>19b.</b> Convulsivante, causa parada respiratória, hipotensora e relaxante muscular.	Angenot et al., 1992.
<i>S. solimoesana</i>	<b>11, 14b, 19b, 35, 36a, 36b, 36c, 37a, 37b, 37c, 38</b>	<b>11, 14b.</b> Curarizante <b>19b.</b> Convulsivante, causa parada respiratória, hipotensora e relaxante muscular. <b>36a, 36b, 36c.</b> Curarizante. <b>37a, 37b, 37c.</b> Curarizante. <b>38.</b> Curarizante.	Angenot et al., 1992.
<i>S. subcordata</i>	<b>11, 12a, 12b, 14b, 19a</b>	<b>11, 12a, 12b, 14b.</b> Curarizante.	Angenot et al., 1992.
<i>S. tabascanana</i>	<b>15a, 15d, 16c, 17b, 17c</b>	<b>16c.</b> Relaxante muscular. <b>17b.</b> Previne a resistência do <i>Plasmodium falciparum</i> à cloroquina.	Angenot et al., 1992.
<i>S. tarapotensis</i>			Angenot et al., 1992.
<i>S. tomentosa</i>	<b>14b, 18c, 36a, 36b</b>	<b>14b, 18c, 36a, 36b.</b> Curarizante.	Angenot et al., 1992.
<i>S. toxifera</i>	<b>9a, 9b, 9c, 9d 11, 12a, 12b, 18a, 18b, 18c, 19a, 19d, 19g, 37a 37b, 39a, 39b, 40</b>	<b>9b.</b> Causa parada respiratória, convulsivante, hipotensora e sedativa. <b>11, 12a, 12b.</b> Curarizante. <b>18a.</b> Antimicrobiana e relaxante muscular, depressora do SNC, sedativa e antidiarréica. <b>18b, 18c.</b> Curarizante. <b>37a, 37b, 39a, 39b.</b> Curarizante. <b>39b.</b> Antimicrobiana e relaxante muscular. *Espasmolítica.	Angenot et al., 1992.
<i>S. trinervis</i>	<b>9b, 14b, 18a, 18d, 27, 30, 36a, 37a, 42</b>	<b>9b.</b> Causa parada respiratória, convulsivante, hipotensora e sedativa. <b>14b.</b> Curarizante. <b>18a.</b> Antimicrobiana e relaxante muscular, depressora do SNC, sedativa e antidiarréica. <b>18d.</b> Curarizante. <b>27.</b> Hipotensora e tranqüilizante. <b>30.</b> Espasmódica. <b>36a, 37a.</b> Curarizante. *Estimulante e tônica. *Previne problemas estomacais e abdominais. *Antimalárica. *Antipirética.	Angenot et al., 1992. Silva et al., 1999. Thomas et al., 1992. Demendeiros et al., 1991. Mukherjee et al., 1990.
<i>S. tseanum</i>			Pinheiro, 2000.
<i>S. xinguensis</i>			Pinheiro, 2000.

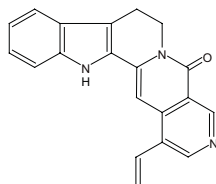
**Tabela 2.** Substâncias isoladas de espécies do gênero *Strychnos* L.



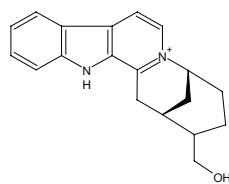
- 1a.** norharmano (R = H)  
**1b.** harmano (R = CH<sub>3</sub>)  
**1c.** melinonina F (R = CH<sub>3</sub>, N<sub>b</sub> = N-CH<sub>3</sub>)



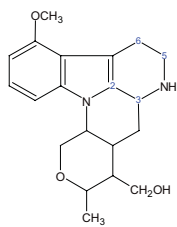
- 2.** melinonina G (flavopereirina)



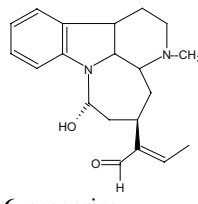
- 3.** angustina



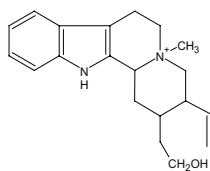
- 4.** melinonina E



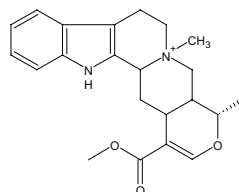
- 5a.** tetrahydroestricnohirsutina ( $\Delta^{3(4),5(6)}$ )  
**5b.** estricnohirsutina



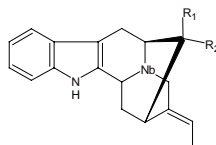
- 6.** acagerina



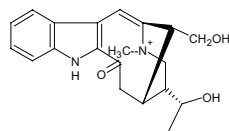
- 7.** melinonina B



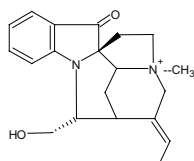
- 8.** melinonina A



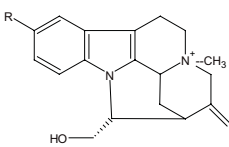
- 9a.** mascusina A (R<sub>1</sub> = CH<sub>2</sub>OH, R<sub>2</sub> = CO<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>, N<sub>b</sub> = N<sup>+</sup>-CH<sub>3</sub>)  
**9b.** normascusina B (R<sub>1</sub> = H, R<sub>2</sub> = CH<sub>2</sub>OH, N<sub>b</sub> = N)  
**9c.** mascusina B (R<sub>1</sub> = H, R<sub>2</sub> = CH<sub>2</sub>OH, N<sub>b</sub> = N<sup>+</sup>-CH<sub>3</sub>)  
**9d.** mascusina C (R<sub>1</sub> = COOCH<sub>3</sub>, R<sub>2</sub> = CH<sub>2</sub>OCH<sub>3</sub>, N<sub>b</sub> = N<sup>+</sup>-CH<sub>3</sub>)



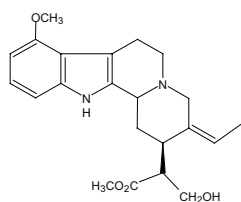
- 10.** ericsonina



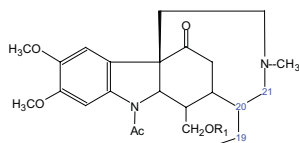
- 11.** fluorocurina



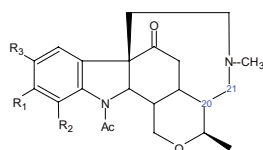
- 12a.** mavacurina B (R = H)  
**12b.** mavacurina C (R = OH)



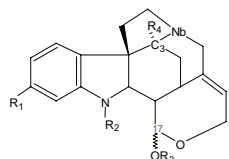
13. estricnorubigina



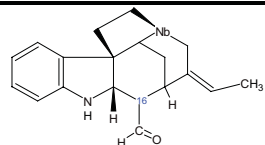
- 15a. tabascanina ( $R_1 = H, \Delta^{19(20)}$ )  
 15b. estricnosilina ( $R_1 = Ac, \Delta^{18(19), 20(21)}$ )  
 15c. alvimina ( $R_1 = Ac, 19 - OH, \Delta^{20(21)}$ )  
 15d. estricnosilidina ( $R_1 = Ac, \Delta^{19(20)}$ )



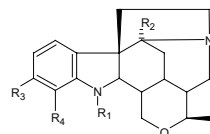
- 17a. estricnofendlerina ( $R_1 = R_2 = R_3 = H$ )  
 17b. estricnobrasilina ( $R_1 = R_2 = R_3 = H, \Delta^{20(21)}$ )  
 17c. 11-metoxiestricnobrasilina ( $R_1 = OCH_3, R_2 = H, R_3 = H, \Delta^{20(21)}$ )  
 17d. 12-hidroxi-11-metoxiestricnobrasilina ( $R_1 = OCH_3, R_2 = OH, R_3 = H, \Delta^{20(21)}$ )  
 17e. 12-hidroxi-11-metoxiestricnofendlerina ( $R_1 = OCH_3, R_2 = OH, R_3 = H$ )  
 17f. 11-metoxiestricnofendlerina ( $R_1 = OCH_3, R_2 = H, R_3 = H$ )  
 17g. 10,11-dimetoxiestricnobasilina ( $R_1 = OCH_3, R_2 = H, R_3 = OCH_3, \Delta^{20(21)}$ )  
 17h. 12-hidroxi-10,11-dimetoxiestricnobasilina ( $R_1 = OCH_3, R_2 = OH, R_3 = OCH_3, \Delta^{20(21)}$ )



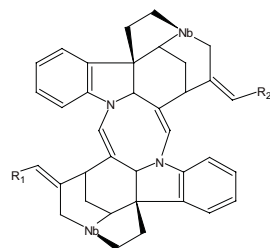
- 19a. caracurina VIII (*N*-diacetildiabolina) ( $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = H, 17 - OH \beta, N_b = N$ )  
 19b. diabolina ( $R_1 = R_3 = R_4 = H, R_2 = Ac, 17 - OH \beta, N_b = N$ )  
 19c. jobertina ( $R_1 = R_4 = H, R_2 = R_3 = Ac, 17 - OAc \alpha, N_b = N$ )  
 19d. heningsamina ( $R_1 = R_4 = H, R_2 = R_3 = Ac, 17 - OAc \beta, N_b = N$ )  
 19e. 3-hidroxi-diabolina ( $R_1 = R_3 = H, R_2 = Ac, R_4 = OH, N_b = N$ )  
 19f. 11-metoxidiabolina ( $R_1 = OCH_3, R_2 = Ac, R_3 = OH, R_4 = H, N_b = N$ )  
 19g. hemitoxiferina ( $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = H, 17 - OH \beta, N_b = N^+ - CH_3$ )



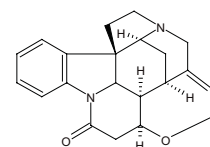
- 14a. nordiidrofluorocurarina ( $N_b = N$ )  
 14b. fluorocurarina ( $N_b = N - CH_3, \Delta^{2(16)}$ )



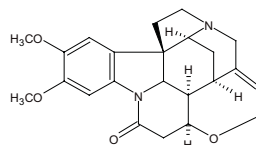
- 16a. espermoestricnina ( $R_1 = Ac, R_2 = H, R_3 = H, R_4 = H$ )  
 16b. estricnosplendina ( $R_1 = H, R_2 = OH, R_3 = H, R_4 = H$ )  
 16c. *N*-acetil-*O*-metoxiestricnosplendina ( $R_1 = Ac, R_2 = OCH_3, R_3 = H, R_4 = H$ )  
 16d. 12-hidroxi-11-metoxiespermoestricnina ( $R_1 = Ac, R_2 = H, R_3 = OCH_3, R_4 = OH$ )  
 16e. *N*-acetilestricnoesplendina ( $R_1 = Ac, R_2 = OH, R_3 = H, R_4 = H$ )  
 16f. *N*-acetil-12-hidroxi-11-metoxiestricnoesplendina ( $R_1 = Ac, R_2 = OH, R_3 = OCH_3, R_4 = OH$ )



- 18a. bisnordiidrotoxiferina ( $R_1 = R_2 = CH_3, N_b = N$ )  
 18b. diidrotoxiferina (Alcalóide K) ( $R_1 = R_2 = CH_3, N_b = N^+ - CH_3$ )  
 18c. toxiferina I ( $R_1 = R_2 = CH_2OH, N_b = N^+ - CH_3$ )  
 18d. C-alcaloide H ( $R_1 = CH_2OH, R_2 = H, N_b = N^+ - CH_3$ )

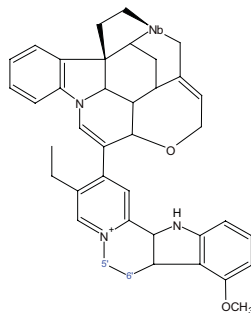


20. estricnina



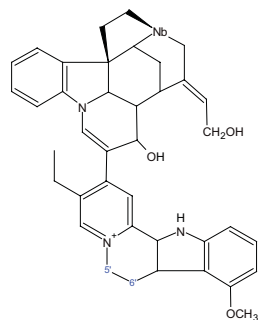
21. brucina





**22a.** 5',6'-deidroguiaflavina ( $N_b = N^+-CH_3, \Delta^{5'(6')}$ )

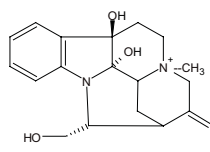
**22b.** guiaflavina ( $N_b = N^+-CH_3$ )



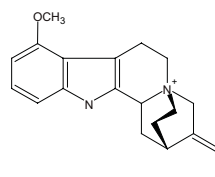
**23a.** 5,6'-dihydroguiacrisina ( $N_b = N^+-CH_3, \Delta^{5'(6')}$ )

**23b.** guiacrisina ( $N_b = N^+-CH_3$ )

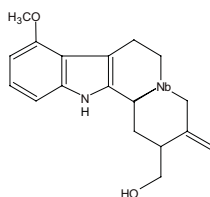
**23c.** guianensina ( $N_b = N, \Delta^{5'(6')}$ )



**24.** C-proflurocurina

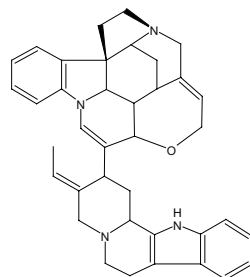


**25.** C - alcalóide O

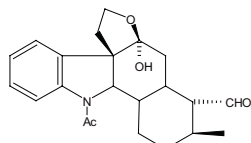


**26a.** 9-metoxi-N-metilgeisoscizol ( $N_b = N^+-CH_3$ )

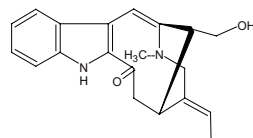
**26b.** metoxigeisoscizol ( $N_b = N$ )



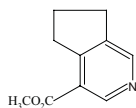
**27.** longicaudatina



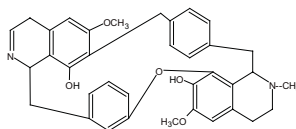
**28.** matogrosina



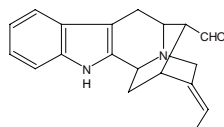
**29.** epiafinina



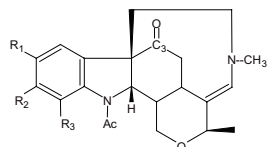
**30.** cantleina



**31.** warifiteina



**32.** velosimina

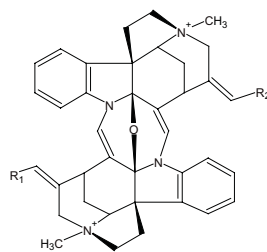


**34a.** 12-hidroxi-11-metoxiestricnobrasilina

( $R_1 = H, R_2 = OCH_3, R_3 = OH$ )

**34b.** 10,11-dimetoxiestricnobrasilina

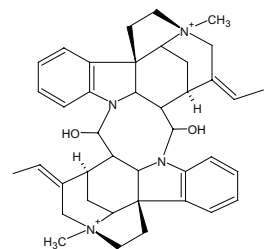
( $R_1 = R_2 = OCH_3, R_3 = H$ )



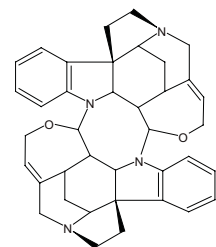
**36a.** C – curarina I ( $R_1 = R_2 = CH_3$ )

**36b.** alcalóide E ( $R_1 = R_2 = CH_2OH$ )

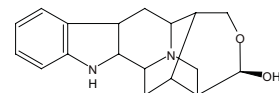
**36c.** C – alcalóide G ( $R_1 = CH_3, R_2 = CH_2OH$ )



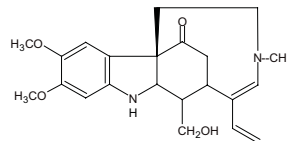
**38.** C – alcalóide D



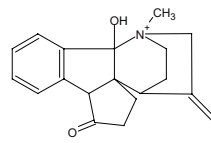
**40.** caracurina



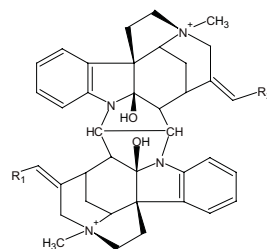
**42.** trinervina



**33.** diacetilestricnosilidina



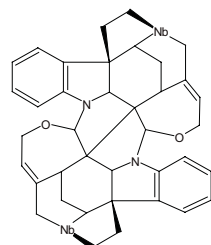
**35.** C- calebassinina



**37a.** C – toxiferina II ( $R_1 = R_2 = CH_3$ )

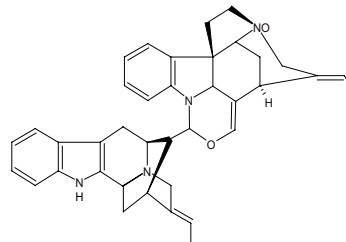
**37b.** C – alcalóide A ( $R_1 = R_2 = CH_2OH$ )

**37c.** C – alcalóide F ( $R_1 = CH_3, R_2 = CH_2OH$ )

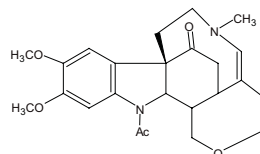


**39a.** toxiferina IX ( $N_b = N^+-CH_3$ )

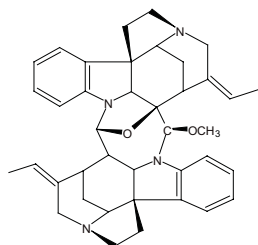
**39b.** curacurina II ( $N_b = N$ )



**41.** divaricina



**43.** alviminina



44. divarina

## REFERÊNCIAS

- Aimi N, Sakai SI, Ban Y 1989. Alkaloids of *Strychnos* and *Gardneria* species. In: *The Alkaloids*. California: Academic Press, INC, p. 1-69.
- Angenot L, Belem PML, Imbiriba RAF, Poukens RP, Quetin-Leclercq J, Warin R 1990a. An indolinic cryptoalkaloid from *Strychnos mottogrossensis*. *Phytochemistry* 29: 2746-2749.
- Angenot L, Quetin-Leclercq J, Bisset NG 1990b. South american *Strychnos* species. Ethnobotany (except curare) and alkaloid screening. *J Ethnopharmacol* 28: 1-52.
- Angenot L, Quetin-Leclercq J, Llabres G, Warins R, Belem PML, Manga MH 1995. Guianensine, a zwitterionic alkaloid from *Strychnos guianensis*. *Phytochemistry* 40: 1557-1560.
- Belem PML, Couceiro RPC, Rocha AFI, Monte FJQ, Villar JDF 2002. A new strychnobrasiline base of *Strychnos mottogrossensis*. *Nat Prod Lett* 16: 229-223.
- Bettolo M, Battista G, Galeffi C, Nicoletti M, Messana I 1980. Alkaloids of *Strychnos rubiginosa*. *Phytochemistry* 19: 992-994.
- Biocaa E 1954. Pesquisa sobre o método de preparação do curare pelos índios. *Revista do Museu Paulista N.S* 8: 164-226.
- Bisset NG 1970. The African species of *Strychnos*. Part I. The ethnobotany. *Lloydia* 33: 201-243.
- Bisset NG, Phillipson JD 1971. The African species of *Strychnos*. Part II. The alkaloids. *Lloydia* 34: 1-60.
- Bisset NG 1974. The Asian species of *Strychnos*. Part III. The ethnobotany. *Lloydia* 37: 62-107.
- Bisset NG, Phillipson JD 1976. The Asian species of *Strychnos*. Part IV. The alkaloids. *Lloydia* 39: 363-325.
- Bruneton J 1999. Monoterpenoid indole alkaloids. In: *Pharmacognosy, phytochemistry and medical plant*. 2 ed. France: Lavoisier Publishing, p. 1000-1043.
- De Medeiros CLC, Thomas G, Mukherjee R 1991. The source of Ca<sup>2+</sup> for the spasmolytic actions of longicaudatine, a bisindole alkaloid isolated from *Strychnos trinervis*. *Phytother Res* 5: 24-28.
- Delle-Manache F, Aldo PT, Bettolo GBM 1969. Occurrence of nor-dihydrotoxiferine in *Strychnos pseudoquina* St. Hil. *Tetrahedron Lett* 25: 2009-2012.
- Ducke A 1965. O gênero *Strychnos* no Brasil. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte* 30: 1-64.
- European Office of Patent: banco de dados. <http://www.inpi.gov.br/sites/links.htm>, acessada em 04 março de 2004.
- Frederich M, Depauw MC, Llabres G, Tits M, Hayette MP, Brandt V, Penelle J, Demol P, Angenot L 2000. New antimalarial and cytotoxic sungucine derivatives from *Strychnos icaia* roots. *Planta Med* 66: 262-269.
- Forgacs P, Jehanno A, Provost J, Thal C, Guilhem J, Pascard C, Moretti C 1986. An indole alkaloid from *Strychnos erichsonii*. *Phytochemistry* 25: 969-971.
- Galeffi C, Marini-Bettolo GB 1981. On the alkaloids of *Strychnos*-XXXVI. *Tetrahedron* 37: 3167-3170.
- Galeffi C, Patamia M, Nicoletti M, Messana I, Marini-Bettolo GB 1982. 3-hydroxydiaboline, a tertiary alkaloid from *Strychnos castelnaeana*. *Phytochemistry* 21: 2393-2395.
- Iwataki I, Comin J 1971. Studies on Argentine plants-XXXI. *Tetrahedron* 27: 2541-2552.
- Julien LD 1999. Fruit consumption, seed dispersal and fate in the vine *Strychnos erichsonii* in a French Guianan forest. *Revue d' Ecologie la Terre et la Vie* 54: 315-326.
- Lorenzi H 1998. *Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 2.ed. Nova Odessa: Plantarum.
- Manga MH, Quetin-Leclercq J, Llabres G, Belem PML, Arnaldo F, Rocha I, Angenot L 1996. 9-Methoxygeissoschizol, an alkaloid from bark of *Strychnos guianensis*. *Phytochemistry* 43: 1125-1127.
- Mukherjee R, Melo MDF, Santos CAM, Das BC, Guittet E 1990. Trinervine, a new indole alkaloid from *Strychnos trinervis*. *Heterocycles* 31: 1819-1822.
- Mukherjee R, Silva BA, Das BC, Keifer PA, Shoolery JN 1991. Structure and stereochemistry of divaricine, a new bisindole alkaloid from *Strychnos divaricans*. *Heterocycles* 32: 985-990.
- Mukherjee R, Das BC, Keifer PA, Shoolery JN 1994. Structure and stereochemistry of divarine another new bisindole alkaloid from *Strychnos divaricans*. *Heterocycles* 38: 1965-1970.
- Mukherjee R, Silva TMS, Guimarães JBL, Oliveira ED, Keifer PA, Shoolery JN 1997. Tertiary alkaloid fraction of *Strychnos atlantica*: Confirmation of the identity and structures of indole alkaloids by high field nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Phytochem Anal* 8: 115-119.
- Mukherjee R, Keifer PA 2003. Warifteine and methylwarifteine: <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C assignments by two dimensional NMR spectroscopy. *Org Magn Reson* 41: 213-218.
- Nicoletti M, Goulart MOF, Delima RA, Goulart AE, Delle-Monache F, Bettolo GBM 1984. Flavonoids and

- alkaloids from *Strychnos pseudoquina*. *J Nat Prod* 47: 953-957.
- Ohiri FC, Verpoorte R, Baerheim SA 1983. The African *Strychnos* species and their alkaloids: A review. *J Ethnopharmacol* 9: 167-223.
- Oliveira EJ, Medeiros IA, Mukherjee R 1996. Hypotensive and spasmolytic effects of normaschine B from *Strychnos atlantica* root. *Phytomedicine* 3: 45-49.
- Penelle J, Monique T, Philippe C, Viviane B, Michel F, Angenot L 1999. Guiaflavine a new bisindole quaternary alkaloid from the stem bark of *Strychnos guianensis*. *J Nat Prod* 62: 898-900.
- Penelle J, Monique T, Philippe C, Viviane B, Michel F, Angenot L, Jordi M 2000. Quaternary indole alkaloids from the bark of *Strychnos guianensis*. *Phytochemistry* 53: 1057-1066.
- Penelle J, Monique T, Philippe C, Viviane B, Michel F, Angenot L, Jordi M 2001. 5',6'-Dehydroguiachrysine and 5',6'-dehydroguiaflavine, two curarizing quaternary indole alkaloids from the stem bark of *Strychnos guianensis*. *Phytochemistry* 58: 619-626.
- Pinheiro MLB 2000. *Contribuição ao estudo fitoquímico do gênero Strychnos da flora Amazônica*. Fortaleza, 260p. Tese de Doutorado em Química Orgânica - Universidade Federal do Ceará, UFC.
- Phillipe G, Angenot L, Monique T, Michel F 2004. About the toxicity of some *Strychnos* species and their alkaloids. *Toxicon* 44: 405-416.
- Silva TMS, Silva BA, Mukherjee R 1999. The monoterpene alkaloid cantleyine from *Strychnos trinervis* root and its spasmolytic properties. *Phytomedicine* 6: 169-176.
- Silva BA, Dearaujo AP, Mukherjee R, Chiappeta AD 1993. Binordihidrotoxiferine and vellosimine from *Strychnos divaricans* root spasmolytic properties of binordihidrotoxiferine. *Phytother Res* 7: 419-424.
- Thomas G, Diniz MFFM, Mukherjee R 1992. Further studies on the antidiarrheal activity of binordihidrotoxiferine, a tertiary indole alkaloid in rodents. *Phytother Res* 6: 84-88.
- Verpoorte R, Hylands PJ, Bisset NG 1997. Carbon-13 NMR spectroscopy of some *Strychnos* alkaloids. *Org Magn Reson* 9: 567-571.