

ALCALÓIDES INDÓLICOS ISOLADOS DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Aspidosperma* (APOCYNACEAE)**Maria de M. Pereira**

Departamento de Medicamentos e Alimentos, Universidade Federal do Amazonas, Rua Com. Alexandre Amorim, 330, 69010-300 Manaus – AM, Brasil

Rose Lisieux R. P. Jácome

Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Pres. Antônio Carlos, 6627, 31270-901 Belo Horizonte – MG, Brasil

Antônio Flávio de C. Alcântara, Rosemeire B. Alves* e Délio S. Raslan

Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Pres. Antônio Carlos, 6627, 31270-901 Belo Horizonte – MG, Brasil

Recebido em 20/7/06; aceito em 11/9/06; publicado na web em 28/5/07

INDOLE ALKALOIDS FROM SPECIES OF THE *Aspidosperma* (Apocynaceae) GENUS. Species from genus *Aspidosperma* (Apocynaceae) are popularly employed to treat various diseases. This genus is characterized by the occurrence of indole alkaloids. Taking into account the various biological activities attributed to these alkaloids, the description of the chemical diversity in genus *Aspidosperma* is important. A review of simple carbolinic alkaloids isolated from species of various genera was published in 1979. In 1987, it was published another one dealing with the relationships between the chemical structures of the indole alkaloids and the evolution of *Aspidosperma* species. This work updates the information about the indole alkaloids isolated from *Aspidosperma* species.

Keywords: Apocynaceae; *Aspidosperma*; indole alkaloids.

INTRODUÇÃO

Plantas da família Apocynaceae estão incluídas fitogeneticamente na ordem Gentiales e subclasse Asteridae, sendo consideradas como espécies dicotiledôneas bem evoluídas e são caracterizadas normalmente pela presença de látex¹. Essa família contém entre 3700 a 5100 espécies em 250 a 550 gêneros^{2,3}, sendo encontradas predominantemente nos trópicos e subtropicais e são menos frequentes em regiões temperadas^{4,5}. Na flora brasileira são catalogadas como apocináceas mais de 400 espécies em 41 gêneros, sendo 32 destes encontrados apenas na Amazônia⁶.

Na família Apocynaceae, as espécies do gênero *Aspidosperma* são encontradas apenas na América, principalmente entre o México e a Argentina⁷. Em 1951, Woodson classificou 52 espécies de *Aspidosperma* em 9 séries e, em 1983, outras 18 espécies foram incluídas nesse gênero, segundo Robert⁸. Em 1987, uma nova classificação quimiotaxonômica das espécies nesse gênero foi proposta por Bolzani⁹, compreendendo 48 espécies em 7 séries (Tabela 1). Nessa Tabela foi incluída também uma outra série (Tomentosa), conforme descrito por Garcia¹⁰.

Além da qualidade de suas madeiras^{5,11}, as cascas de espécies do gênero *Aspidosperma* são usadas comumente na forma de infusões pela medicina popular da Região Amazônica. A baixa toxicidade e a ausência de contra-indicações dessas infusões têm contribuído enormemente para a difusão desse uso das cascas de *Aspidosperma*¹²⁻¹⁴. Como exemplos, a espécie *A. ramiflorum* é empregada no tratamento de leishmaniose¹⁴. A espécie *A. nitidum* é utilizada como anticoncepcional⁵, no tratamento de inflamações de útero e ovário, em diabetes, em problemas estomacais, contra câncer, febre e reumatismo¹³. Cascas de *A. nitidum*, *A. album*, *A. discolor*, *A. excelsum* e *A. polineuron* são usadas por nativos de diferentes locais da Amazônia

no tratamento da malária¹⁵⁻¹⁷. A atividade antimalárica atribuída a essa espécie foi comprovada por testes *in vitro* e *in vivo*¹⁸. Na Colômbia, o látex dessa espécie é utilizado pelos índios Makuna e Taiwanos no tratamento da Hanseníase⁵. Cascas de *A. quebracho-blanco* são usadas na região andina como afrodisíaco e contra febre¹⁹⁻²¹. No Brasil, essa espécie é usada também em casos de enfisema, bronquite e pneumonia, bem como no tratamento de impotência, contra sintomas da hiperplasia prostática benigna e em dispnéia asmática e cardíaca²⁰⁻²².

A família Apocynaceae caracteriza-se quimicamente pela ocorrência frequente de estruturas alcaloídicas. No caso de espécies de *Aspidosperma*, há predominantemente a ocorrência de alcalóides indólicos de considerável diversidade estrutural, muitos deles contendo esqueleto β -carbolínico simples, com sistemas tricíclicos de anéis pirido-indólicos²³. A marcação isotópica de precursores indica que a parte indólica desses alcalóides é derivada biossinteticamente do triptofano e a parte não indólica, provavelmente de carboidratos, pela via chiquimato²⁴. Segundo a literatura, alcalóides indólicos constituem bons marcadores quimiotaxonômicos para classificação botânica das espécies de *Aspidosperma*^{10,25-27}.

Biologicamente, muitos alcalóides indólicos agem provavelmente nos sistemas neurotransmissores opiáceos, GABAérgicos, colinérgicos, muscarínicos, serotoninérgicos e dopaminérgicos^{28,29}. Por isso, são empregados largamente como hipotensor arterial, simpatolítico, diurético, vasoconstrictor periférico, estimulante respiratório, anestésico, agente bloqueador adrenérgico, espasmodicogênico intestinal, sedativo e relaxante do músculo esquelético^{20,30,31}. Além disso, são responsáveis pelos efeitos alucinógenos do tabaco, de bebidas e rapés utilizados por nativos da Amazônia, bem como pelas propriedades sedativas do maracujá²³.

Ensaio biológico de muitos alcalóides monoterpênicos isolados das cascas de *A. quebracho-blanco*²² indicaram atividade bloqueadora α -adrenérgica e ação inibitória de contrações de mús-

*e-mail: brondi@netuno.lcc.ufmg.br

Tabela 1. Classificação das espécies do gênero *Aspidosperma*,* segundo refs. 9 e 10

| Série | Espécies |
|--------------|--|
| Rígida | <i>A. rigidum</i> Rusby (= <i>A. laxiflorum</i> Kuhlmann.) |
| Nítida | <i>A. auriculatum</i> Mgf., <i>A. carapanauba</i> M. Pichon, <i>A. compactinervium</i> Kuhlmann, <i>A. discolor</i> A. DC., <i>A. eburneum</i> F. Allem, <i>A. excelsum</i> Benth, <i>A. marcgravianum</i> Woodson, <i>A. nitidum</i> Benth ex Müll.-Arg., <i>A. oblongum</i> A. DC. e <i>A. spegazzinii</i> Molf. Ex Meyer |
| Quebrachines | <i>A. chakensis</i> Spegazzini e <i>A. quebracho-blanco</i> Schlecht |
| Polyneura | <i>A. cuspa</i> Blake, <i>A. cylindrocarpon</i> Müell.-Arg., <i>A. dispermum</i> , <i>A. peroba</i> , <i>A. polyneuron</i> Müll.-Arg. e <i>A. sessiliflorum</i> |
| Pyricolla | <i>A. australe</i> Müll.-Arg., <i>A. campus-belus</i> A. P. Duarte, <i>A. gomesianum</i> A. DC., <i>A. multiflorum</i> A. DC., <i>A. nigricans</i> Handro, <i>A. olivaceum</i> Müll.-Arg., <i>A. parvifolium</i> , <i>A. populifolium</i> A. DC., <i>A. pyricollum</i> Muell.-Arg., <i>A. pyrifolium</i> Mart., <i>A. quirandy</i> , <i>A. refractum</i> Mart., <i>A. rhombeosignatum</i> , <i>A. subincanum</i> Mart., <i>A. tomentosum</i> Mart., <i>A. ulei</i> Mgf. e <i>A. vargasii</i> |
| Nobile | <i>A. album</i> (Vahl) R. Bent., <i>A. desmanthum</i> Benth ex Müll.-Arg., <i>A. exalatum</i> Monachino, <i>A. fendleri</i> , <i>A. limae</i> Woodson, <i>A. megalocarpon</i> Müll.-Arg., <i>A. melanocalyx</i> Müll.-Arg., <i>A. neblinae</i> Monachino, <i>A. obscurinervium</i> Azembuja, <i>A. sandwithianum</i> e <i>A. spruceanum</i> Benth |
| Macrocarpa | <i>A. duckei</i> , <i>A. macrocarpon</i> Mart e <i>A. verbascifolium</i> Müll.-Arg. |
| Tomentosa | <i>A. formosanum</i> e <i>A. dasycarpon</i> A. DC. |

* Segundo Woodson, no gênero *Aspidosperma* são incluídas também as espécies: *A. formosanum* A. P. Duarte, *A. longepetiolatum* Kuhlmann, *A. gilbertii* A. P. Duarte e *A. ramiflorum* Muell. Arg.

culo liso de tecidos de diferentes animais¹⁹, além de ação hipotensora²⁰ e analgésica³². Alcalóides das cascas das raízes e das folhas de *A. pyrifolium* apresentam efeito hipotensivo forte na pressão arterial. Esse efeito foi atribuído a alcalóides indólicos presentes nos extratos dessa espécie³³.

Muitos alcalóides indólicos isolados de espécies do gênero *Aspidosperma* apresentam efeitos mutagênicos em *Salmonella typhimurium*, em culturas de células mamárias e em células pulmonares, além de efeitos inibitórios sobre monoamino oxidase em tecido animal, crescimento e mitose de fibroblastos cardíacos²⁵. A atividade desses alcalóides em células de eucariontes e procariontes tem sido atribuída à sua capacidade de intercalação quando interagem com o DNA^{25,34}. Outros alcalóides são parasiticidas e apresentam citotoxicidade em células cancerosas²⁸. Testes contra a doença de Chagas mostram que esses alcalóides são ativos contra epimastigotos de *Trypanosoma cruzi*. O aumento da atividade tripanosomicida de alcalóides indólicos é verificado quando há substituição na posição C-7 do anel indólico²⁸.

Alcalóides indólicos isolados de *A. marcgravianum* mostraram atividades antimicrobiana e citotóxica³⁵, enquanto aqueles isolados das cascas das raízes de *A. excelsum* Benth apresentaram atividade antimicrobiana frente a *Bacillus subtilis* e *Staphylococcus aureus*³⁶.

Uma revisão foi feita sobre os alcalóides carbolínicos simples conhecidos até 1979, isolados de diferentes gêneros de plantas da família Apocynaceae²³. Uma outra revisão sobre essa classe de alcalóides de *Aspidosperma* foi realizada posteriormente para investigar a relação entre estrutura química e evolução das espécies no gênero. Essa revisão engloba os estudos feitos até 1987⁹. Como resultado, pôde ser proposta uma classificação das espécies de *Aspidosperma* em séries³⁷.

No presente trabalho é descrito um novo levantamento sobre alcalóides indólicos em espécies do gênero *Aspidosperma*, tendo em vista sua importância química e biológica. Porém, pretendeu-se realizar uma descrição mais exaustiva da diversidade estrutural dos alcalóides indólicos encontrados em espécies desse gênero até 2006, de acordo com as classes de alcalóides propostas por Manske³⁸.

DESCRIÇÃO ESTRUTURAL DOS ALCALÓIDES INDÓLICOS ISOLADOS DE *Aspidosperma*

Até 1956 eram conhecidos apenas quatro alcalóides indólicos isolados de espécies de *Aspidosperma*³⁹. Atualmente, esse número ultrapassa a 100 alcalóides⁴⁰. As Tabelas 2 a 19 apresentam alcalóides indólicos isolados de plantas do gênero *Aspidosperma* e classificados segundo os critérios de Manske³⁸.

Tabela 2. Alcalóides indólicos do tipo β-anilinoacrilato de metila (1), fendlispermina (2), espegazinina (3 e 4), aspidospermidina (5 e 6), pirifolidina (7 e 8), aspidospermina (9 a 19), aspidoscarpina (20 a 31) e limaspermina (32 a 40)

| Alcalóide | Plantas |
|------------------------------------|---|
| (-)-Vincadiformina (1) | <i>A. macrocarpon</i> ²⁷ ; <i>A. pyrifolium</i> ^{27,33,41} |
| Fendlispermina (2) | <i>A. fendleri</i> ⁹ |
| Espgazinina (3) | <i>A. chakensis</i> ⁴¹ |
| Espgazinidina (4) | <i>A. chakensis</i> ⁴¹ |
| 1,2-Desidroaspidospermidina (5) | <i>A. neblinae</i> ⁴³ ; <i>A. quebracho-blanco</i> ⁴² |
| 1,2-Desidrosacetilpirifolidina (6) | <i>A. neblinae</i> ⁴³ |
| (+)-Pirifolidina (7) | <i>A. cylindrocarpon</i> ⁹ ; <i>A. neblinae</i> ⁴³ ; <i>A. pyrifolium</i> ^{44,65-68} ; <i>A. refractum</i> ⁶⁴ ; <i>A. quebracho-blanco</i> ^{46,47} |
| (+)-Aspidospermina (8) | <i>A. album</i> ⁹ ; <i>A. australe</i> ⁶⁹ ; <i>A. exalatum</i> ⁹ ; <i>A. peroba</i> ⁹ ; <i>A. polyneuron</i> ^{45,60,70,71} ; <i>A. pyricollum</i> ^{44,66} ; <i>A. pyrifolium</i> ³³ ; <i>A. quebracho-blanco</i> ^{42,46} ; <i>A. quirandy</i> ⁹ ; <i>A. rhombeosignatum</i> ⁵⁴ ; <i>A. sessiliflorum</i> ⁹ |
| (-)-Aspidospermina (9) | <i>A. australe</i> ⁹ ; <i>A. cylindrocarpon</i> ⁴⁴ ; <i>A. neblinae</i> ⁴³ ; <i>A. peroba</i> ⁹ ; <i>A. polyneuron</i> ⁴⁵ ; <i>A. pyrifolium</i> ²⁷ ; <i>A. quebracho-blanco</i> ^{19,20,46,47} ; <i>A. sessiliflorum</i> ⁹ |

Tabela 2. continuação

| Alcalóide | Plantas |
|---|---|
| Desacetilaspidospermina (10) | <i>A. neblinae</i> ⁴³ ; <i>A. polyneuron</i> ⁹ ; <i>A. pyrifulium</i> ²⁷ ; <i>A. quebracho-blanco</i> ^{20,42,46,47} |
| (+)-Des- <i>O</i> -metilaspidospermina (11) | <i>A. discolor</i> ^{48,49} ; <i>A. eburneum</i> ⁵² ; <i>A. excelsum</i> ³⁶ ; <i>A. neblinae</i> ⁴³ ; <i>A. pyricollum</i> ⁵⁰ |
| <i>N</i> -Metil-desacetilaspidospermina (12) | <i>A. quebracho-blanco</i> ²⁰ |
| (-)-Des- <i>N</i> -metoxiaspidospermina (13) | <i>A. discolor</i> ^{48,49} ; <i>A. marcgravianum</i> ^{51,53} ; <i>A. neblinae</i> ⁴³ ; <i>A. pyrifulium</i> ²⁷ |
| Aspidospermidina (14) | <i>A. neblinae</i> ⁴³ ; <i>A. quebracho-blanco</i> ^{20,42} ; <i>A. pyrifulium</i> ²⁷ ; <i>A. rhombeosignatum</i> ⁵⁴ |
| <i>N</i> -Acetilaspidospermidina (15) | <i>A. discolor</i> ⁴⁹ ; <i>A. eburneum</i> ⁵² ; <i>A. excelsum</i> ³⁶ ; <i>A. gomezianum</i> ⁵² ; <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; <i>A. neblinae</i> ⁹ |
| 10-Metoxiaspidospermidina (16) | <i>A. pyrifulium</i> ²⁷ |
| Desmetoxipalosina (17) | <i>A. discolor</i> ⁴⁹ ; <i>A. exalatum</i> ⁹ ; <i>A. limae</i> ^{49,55} ; <i>A. rhombeosignatum</i> ⁵⁴ |
| Palosina (18) | <i>A. polyneuron</i> ^{27,45,60,61} ; <i>A. pyrifulium</i> ²⁷ |
| <i>O</i> -Desmetilpalosina (19) | <i>A. exalatum</i> ⁹ ; <i>A. limae</i> ⁹ ; <i>A. pyrifulium</i> ²⁷ |
| (+)-Aspidocarpina (20) | <i>A. album</i> ⁹ ; <i>A. formosanum</i> ¹⁰ ; <i>A. limae</i> ⁵⁵ ; <i>A. marcgravianum</i> ⁵¹ ; <i>A. megalocarpon</i> ^{44,56} ; <i>A. neblinae</i> ⁴³ ; <i>A. oblongum</i> ⁸ ; <i>A. obscurinervium</i> ⁵⁷ ; <i>A. olivaceum</i> ⁵² |
| Desacetilaspidocarpina (21) | <i>A. megalocarpon</i> ⁴⁴ ; <i>A. obscurinervium</i> ⁵⁷ |
| <i>N</i> -Acetil-16,17-diidroxiaspidospermidina (Des- <i>O</i> -metilaspidocarpina, 22) | <i>A. album</i> ⁹ ; <i>A. cuspa</i> ⁵⁸ ; <i>A. melanocalyx</i> ⁵⁹ |
| <i>N</i> -propionil-16,17-diidroxiaspidospermidina (23) | <i>A. melanocalyx</i> ⁵⁹ |
| Desacetilpirifolidina (24) | <i>A. neblinae</i> ⁴³ ; <i>A. quebracho-blanco</i> ^{20,46} |
| (-)-Pirifolidina (25) | <i>A. neblinae</i> ⁴³ ; <i>A. quebracho-blanco</i> ²⁰ |
| Aspidolimina (26) | <i>A. limae</i> ⁵⁵ ; <i>A. obscurinervium</i> ⁵⁷ |
| <i>N</i> -Metilaspidospermidina (27) | <i>A. quebracho-blanco</i> ^{20,46} |
| <i>N</i> -formilaspidospermidina (28) | <i>A. pyrifulium</i> ²⁷ |
| Desmetoxivalesina (29) | <i>A. discolor</i> ⁴⁸ ; <i>A. pyrifulium</i> ²⁷ |
| <i>N</i> -Metil-desacetildesmetoxiaspidospermina (30) | <i>A. quebracho-blanco</i> ⁹ |
| 16-Desmetoxidesacetilpirifolidina (31) | <i>A. neblinae</i> ⁴³ |
| Limaspermina (32) | <i>A. limae</i> ^{55,62,63} |
| 16-Metoxilimaspermina (33) | <i>A. limae</i> ^{55,63} |
| 15-Metoxilimaspermina (34) | <i>A. album</i> ⁹ |
| Limaspermidina (35) | <i>A. rhombeosignatum</i> ⁵⁴ |
| <i>N</i> -Acetil-limaspermina (limapodina; 36) | <i>A. album</i> ⁹ ; <i>A. limae</i> ^{55,63} ; <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| 16-Metoxilimapodina (37) | <i>A. limae</i> ^{55,63} |
| Cilindrocarpinol (cilindrocarpol; 38) | <i>A. cilindrocarpon</i> ⁹ |
| <i>N</i> -Formilcilindrocarpinol (39) | <i>A. cilindrocarpon</i> ⁹ |
| <i>N</i> -Acetilcilindrocarpinol (40) | <i>A. cilindrocarpon</i> ⁹ |

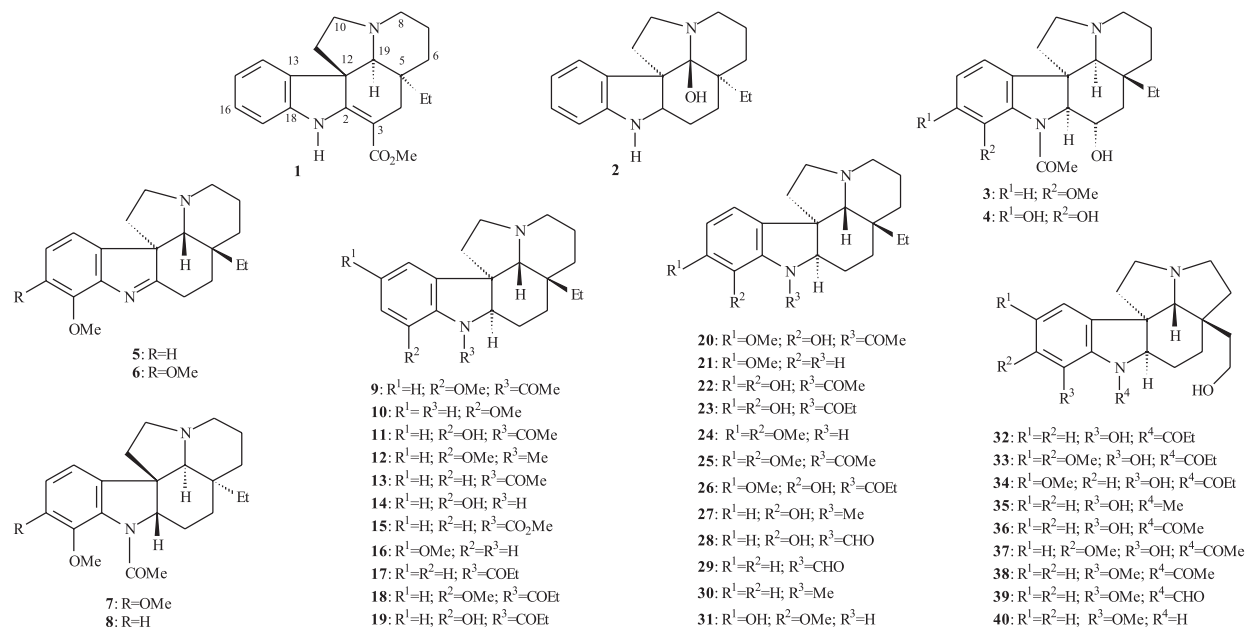
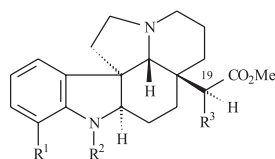
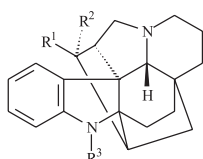


Tabela 3. Alcalóides indólicos dos tipos cilindrocarina (41 a 51) e copsano [copsanol (52 a 56), aspidosfractina (57 a 69), aspidoalbina (70 a 83), acuamicina (84 e 85), condilocarpina (86 a 88), aspidospermatidina (89 a 100)]

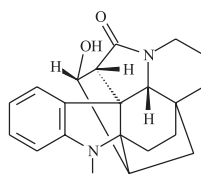
| Alcalóide | Plantas | Alcalóide | Plantas |
|--|---|--|--|
| Cilindrocarina (41) | <i>A. cylindrocarpon</i> ⁴⁴ | <i>N</i> -Acetil- <i>N</i> -despropionilaspidoalbina | <i>A. album</i> ⁶⁴ ; |
| 19-Hidroxilindrocarina (42) | <i>A. cylindrocarpon</i> ⁹ | (<i>N</i> -acetilaspidoalbina; 72) | <i>A. desmanthum</i> ¹⁰ ; |
| Cilindrocarpidina (43) | <i>A. cylindrocarpon</i> ^{44,66} | | <i>A. spruceanum</i> ⁵² |
| <i>N</i> -Cinamoilcilindrocarpina | | Aspidolimidina (73) | <i>A. album</i> ⁹ ; <i>A. limae</i> ⁵⁵ ; |
| (cilindrocarpina; 44) | <i>A. cylindrocarpon</i> ^{44,85} | | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; |
| <i>N</i> -Metilcilindrocarina (45) | <i>A. cylindrocarpon</i> ⁹ | | <i>A. megalocarpon</i> ^{75,76} |
| <i>N</i> -formilcilindrocarina (46) | <i>A. cylindrocarpon</i> ⁹ | Des- <i>O</i> -metilaspidolimidina (74) | <i>A. album</i> ⁹ ; |
| <i>N</i> -benzoilcilindrocarina (47) | <i>A. cylindrocarpon</i> ⁹ | | <i>A. desmanthum</i> ⁹ ; |
| 12-Desmetoxi- <i>N</i> - | | | <i>A. quebracho-blanco</i> ⁹ ; |
| acetilcilindrocarina (48) | <i>A. cylindrocarpon</i> ⁹ | | <i>A. spruceanum</i> ⁹ |
| <i>N</i> -diidrocinamoil-19-hidroxi- | | (+)-Haplocidina (75) | <i>A. discolor</i> ⁴⁸ ; |
| cilindrocarina (49) | <i>A. cylindrocarpon</i> ⁹ | | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| <i>N</i> -formil-19-hidroxilindro- | | Desidroxiaplocidina (76) | <i>A. pyrifolium</i> ²⁷ |
| carina (50) | <i>A. cylindrocarpon</i> ⁹ | Haplocina (77) | <i>A. pyrifolium</i> ²⁷ |
| <i>N</i> -cinamoil-19-hidroxilindro- | | Fendleridina (78) | <i>A. flendleri</i> ⁹ |
| carina (51) | <i>A. cylindrocarpon</i> ⁹ | Fendlerina (79) | <i>A. album</i> ⁹ ; <i>A. flendleri</i> ⁹ ; |
| 18-Epicopsanol (52) | <i>A. cuspa</i> ^{58,72} ; <i>A. duckei</i> ⁹ ; | | <i>A. megalocarpon</i> ^{75,76} ; |
| | <i>A. macrocarpon</i> ²⁷ | | <i>A. quebracho-blanco</i> ⁹ ; |
| Copsanol (53) | <i>A. cuspa</i> ^{58,72} ; <i>A. duckei</i> ⁷² ; | 21-Oxoaspidoalbina (80) | <i>A. rhombeosignatum</i> ⁹ |
| | <i>A. macrocarpon</i> ²⁷ | 15,16-Dimetoxi-17-hidroxi- | <i>A. album</i> ⁹ ; <i>A. exalatum</i> ⁷⁷ |
| 3(<i>S</i>)-4(<i>S</i>)- <i>N</i> -Formilcopsanol (54) | <i>A. verbascifolium</i> ⁹ | 21-oxoaspidoalbina (81) | <i>A. exalatum</i> ⁷⁸ |
| Copsanona (55) | <i>A. cuspa</i> ^{58,72} ; <i>A. duckei</i> ⁹ ; | 15,16,17-Trimetoxi- | <i>A. exalatum</i> ⁷⁸ ; |
| | <i>A. macrocarpon</i> ²⁷ | 21-oxoaspidoalbina (82) | <i>A. rhombeosignatum</i> ⁵⁴ |
| 10-Lactamaepicopsanol (56) | <i>A. duckei</i> ⁹ | 18-Oxoaplocidina (83) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| Aspidofractinina (57) | <i>A. refractum</i> ⁹ | Acuamicina (84) | <i>A. pyrifolium</i> ²⁷ ; |
| Aspidofractina (58) | <i>A. populifolium</i> ⁵² ; | | <i>A. quebracho-blanco</i> ⁴⁷ |
| | <i>A. pyrifolium</i> ^{65,67} ; | Compactinervina (85) | <i>A. compactinervium</i> ⁵² ; |
| | <i>A. refractum</i> ⁷³ | | <i>A. excelsum</i> ³⁶ ; |
| | | | <i>A. pruinum</i> ²⁵ |
| <i>N</i> -Formil-17-metoxiaspido- | | Tubotaiwina (diidrocondilocarpina, 86) | <i>A. album</i> ⁹ ; <i>A. excelsum</i> ³⁶ ; |
| fractinina (59) | <i>A. populifolium</i> ^{9,52} | | <i>A. limae</i> ⁵⁵ ; <i>A. pyrifolium</i> ²⁷ |
| 16,17-Dimetoxiaspidofractinina (60) | <i>A. populifolium</i> ⁵² | 11-Metoxitubotaiwina (87) | <i>A. excelsum</i> ³⁶ |
| (+)-Pirifolina (61) | <i>A. cylindrocarpon</i> ⁶² ; | 11-Metoxi-14,19-desidro- | <i>A. populifolium</i> ⁵² ; |
| | <i>A. pyrifolium</i> ^{33,65-67} | condilocarpina (88) | <i>A. quebracho-blanco</i> ⁹ |
| 6-Desmetoxipirifolina (62) | <i>A. pyrifolium</i> ^{33,44,66} | Aspidospermatidina (89) | <i>A. quebracho-blanco</i> ²⁰ |
| Refractina (valosima; 63) | <i>A. populifolium</i> ⁵² ; | <i>N</i> -Metilaspidospermatidina (90) | <i>A. quebracho-blanco</i> ^{20,47} |
| | <i>A. refractum</i> ^{66,73} | Desmetoxiaspidospermatina | <i>A. quebracho-blanco</i> ⁴⁷ |
| Refractidina (64) | <i>A. pyrifolium</i> ⁶⁷ ; | (Acetilaspidospermatidina; 91) | |
| | <i>A. refractum</i> ⁶⁷ | <i>N</i> -Acetil-12-hidroxiaspidosper- | <i>A. limae</i> ^{79,80} ; |
| (-)-Aspidofilina (65) | <i>A. pyrifolium</i> ^{33,65,74} | matidina (limatinina; 92) | <i>A. subincanum</i> ⁸¹ ; |
| 17-Metoxiaspidofractinina | | | <i>A. tomentosum</i> ⁵¹ |
| (<i>O</i> -metil-desacetilaspidofilina; 66) | <i>A. populifolium</i> ⁵² | <i>N</i> -Acetil-11-hidroxiaspidosper- | <i>A. compactinervium</i> ⁵² |
| Copsinina (67) | <i>A. macrocarpon</i> ²⁷ ; | matidina (93) | |
| | <i>A. multiflorum</i> ⁵² ; | Aspidospermatina (94) | <i>A. oblongum</i> ²¹ ; |
| | <i>A. populifolium</i> ⁵² | | <i>A. quebracho-</i> |
| <i>N</i> -Formil-16,17-dimetoxi-aspido- | | | <i>blanco</i> ^{20,42,46,47} |
| fractinina (68) | <i>A. populifolium</i> ⁵² | Desacetilaspidospermatina (95) | <i>A. quebracho-blanco</i> ^{20,47} |
| 17-Metoxiaspidofractina (69) | <i>A. populifolium</i> ⁹ | (+)-Limatina (96) | <i>A. limae</i> ^{55,79,80} ; |
| Aspidoalbina (70) | <i>A. album</i> ⁶⁴ ; | | <i>A. marcgravianum</i> ⁵⁵ |
| | <i>A. desmanthum</i> ¹⁰ ; | (+)-11-Metoxilimatina (97) | <i>A. limae</i> ^{79,80} |
| | <i>A. megalocarpon</i> ^{75,76} ; | (+)-11-Metoxilimatina (98) | <i>A. limae</i> ^{79,80} |
| | <i>A. spruceanum</i> ⁵² | 14,19-Diidroaspidospermatina (99) | <i>A. quebracho-blanco</i> ²⁰ |
| <i>O</i> -Metilaspidoalbina (71) | <i>A. album</i> ⁹ | 14,19-diidroaspidospermatina (100) | <i>A. quebracho-blanco</i> ⁴⁷ |



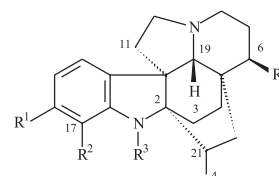
- 41: R¹=OMe; R²=R³=H
 42: R¹=OMe; R²=H; R³=OH
 43: R¹=OMe; R²=COMe; R³=H
 44: R¹=OMe; R²=COCH=CHC₆H₅; R³=H
 45: R¹=OMe; R²=Me; R³=OH
 46: R¹=OMe; R²=CHO; R³=H
 47: R¹=OMe; R²=Bz; R³=OH
 48: R¹=H; R²=COMe; R³=OH
 49: R¹=OMe; R²=COCH₂CH₂C₆H₅; R³=H
 50: R¹=OMe; R²=CHO; R³=OH
 51: R¹=OMe; R²=COCH=CHC₆H₅; R³=OH



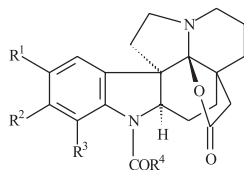
- 52: R¹=OH; R²=R³=H
 53: R¹=R²=H; R³=OH
 54: R¹=H; R²=OH; R³=CHO
 55: R¹, R²=O; R³=H



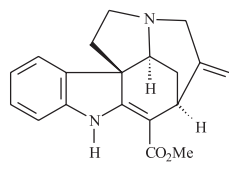
56



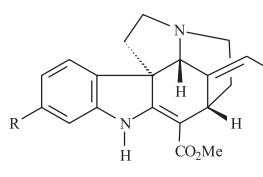
- 57: R¹=R²=R³=R⁴=R⁵=H
 58: R¹=R²=R³=H; R⁴=CHO; R⁵=CO₂Me
 59: R¹=R⁴=R⁵=H; R²=OMe; R³=CHO
 60: R¹=R²=OMe; R³=R⁴=R⁵=H
 61: R¹=R⁴=H; R²=R⁵=OMe; R³=COMe
 62: R¹=R⁴=R⁵=H; R²=OMe; R³=COMe
 63: R¹=R⁵=H; R²=OMe; R³=CHO; R⁴=CO₂Me
 64: R¹=R⁴=R⁵=H; R²=OH; R³=COMe
 65: R¹=R⁴=R⁵=H; R²=OH; R³=CO₂Me
 66: R¹=R²=R³=H; R⁴=OMe; R⁵=H
 67: R¹=R²=R³=R⁴=H; R⁵=CO₂Me
 68: R¹=R²=OMe; R³=CHO; R⁴=R⁵=H
 69: R¹=R⁵=H; R²=OMe; R³=CHO; R⁴=CO₂Me



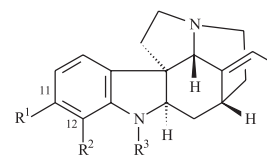
- 80: R¹=R²=OMe; R³=OH; R⁴=Me
 81: R¹=R²=OMe; R³=OH; R⁴=Et
 82: R¹=R²=R³=OMe; R⁴=Et
 83: R¹=R³=H; R²=OH; R⁴=Et



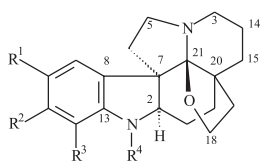
84



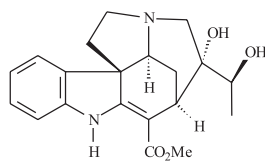
- 87: R=H
 88: R=OMe



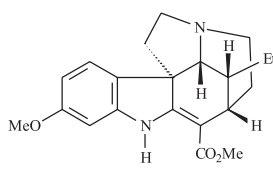
- 89: R¹=R²=R³=H
 90: R¹=R²=H; R³=Me
 91: R¹=R²=H; R³=CO₂Me
 92: R¹=H; R²=OH; R³=COMe
 93: R¹=OH; R²=H; R³=COMe
 94: R¹=H; R²=OMe; R³=COMe
 95: R¹=R²=H; R³=OMe
 96: R¹=H; R²=OH; R³=COEt
 97: R¹=OMe; R²=OH; R³=COEt
 98: R¹=R³=OMe; R²=OH



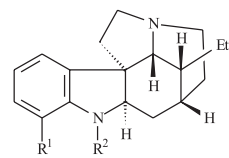
- 70: R¹=R²=OMe; R³=OH; R⁴=COEt
 71: R¹=R²=R³=OMe; R⁴=COEt
 72: R¹=R²=OMe; R³=OH; R⁴=COMe
 73: R¹=H; R²=OMe; R³=OH; R⁴=COMe
 74: R¹=H; R²=R³=OH; R⁴=COMe
 75: R¹=R²=H; R³=OH; R⁴=COMe
 76: R¹=R²=R³=H; R⁴=COMe
 77: R¹=R²=H; R³=OH; R⁴=COEt
 78: R¹=R³=R⁴=H; R²=OMe
 79: R¹=H; R²=OMe; R³=OH; R⁴=COEt



85



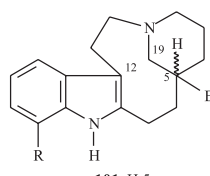
86



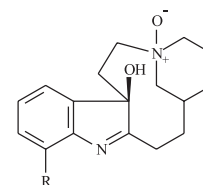
- 99: R¹=R²=H
 100: R¹=OMe; R²=COMe

Tabela 4. Alcalóides indólicos do tipo quebrachamina (101 a 103)

| Alcalóide | Plantas |
|---------------------------|---|
| (+)-Quebrachamina (101) | <i>A. album</i> ⁶⁴ ; <i>A. peroba</i> ⁹ ; <i>A. polyneuron</i> ^{45,60,70,110} ; <i>A. pyrifulium</i> ³³ ; <i>A. quebracho-</i> <i>blanco</i> ^{19,42,46,47} ; <i>A. sandwithianum</i> ⁹ |
| (-)-Quebrachamina (102) | <i>A. album</i> ⁶⁴ ; <i>A. chakensis</i> ⁴¹ ; <i>A. pyrifulium</i> ³³ |
| N-Óxido de razidina (103) | <i>A. quebracho-blanco</i> ^{20,47,105} |



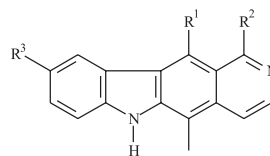
- 101: H-5α
 102: H-5β



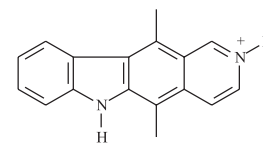
103

Tabela 5. Alcalóides indólicos do tipo elipticina-olivacina (104 a 118)

| Alcalóide | Plantas |
|----------------------------|---|
| Elipticina (104) | <i>A. dasycarpon</i> ⁸³ ; <i>A. gilbertii</i> ^{26,84} ; <i>A. subincanum</i> ⁸⁵⁻⁸⁷ ; <i>A. ulei</i> ⁸⁵ |
| Olivacina (105) | <i>A. australe</i> ^{27,69,88,89} ; <i>A. campu-belus</i> ¹⁰ ; <i>A. dasycarpon</i> ⁸³ ; <i>A. eburneum</i> ^{9,52} ; <i>A. gilbertii</i> ^{26,84} ; <i>A. longepetiolatum</i> ^{27,69} ; <i>A. nigricans</i> ¹⁰ ; <i>A. olivaceum</i> ^{27,88} ; <i>A. subincanum</i> ^{81,86} ; <i>A. ulei</i> ^{88,89} |
| 9-Metoxielipticina (106) | <i>A. dasycarpon</i> ⁸³ |
| 9-Metoxiolivacina (107) | <i>A. vargasii</i> ⁹ |
| N-Óxido de olivacina (108) | <i>A. nigricans</i> ⁵² |
| N-Metilolivacina (109) | <i>A. subincanum</i> ⁸⁶ |



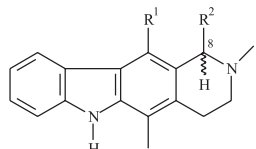
- 104: R¹=Me; R²=R³=H
 105: R¹=R³=H; R²=Me
 106: R¹=Me; R²=H; R³=OMe
 107: R¹=H; R²=Me; R³=OMe



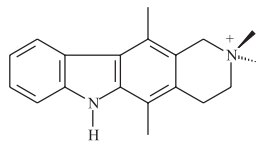
- 108: R=O⁺
 109: R=Me

Tabela 5. continuação

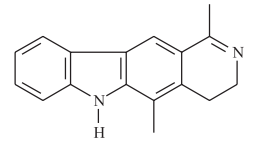
| Alcalóide | Plantas |
|--|---|
| <i>N</i> -Metiltetraidroelipticina (110) | <i>A. dasycarpon</i> ^{83,90-92} ; <i>A. parvifolium</i> ^{9,93} ; <i>A. subincanum</i> ^{81,86} ; <i>A. vargasii</i> ⁹ ; <i>A. ulei</i> ^{85,87} |
| <i>N</i> -Metiltetraidroolivacina [(+)-guatambuína; 111] | <i>A. australe</i> ^{27,69,88,89} ; <i>A. dasycarpon</i> ^{83,90-92} ; <i>A. longepetiolatum</i> ^{27,89,94} ; <i>A. nigricans</i> ⁵² ; <i>A. olivaceum</i> ²⁷ ; <i>A. ulei</i> ^{69,85,94} ; <i>A. vargasii</i> ⁹ |
| (-)-guatambuína (112) | <i>A. australe</i> ⁶⁹ |
| Hidróxido de <i>N,N</i> -dimiltetraidro- elipticínio (113) | <i>A. gilbertii</i> ^{26,84} |
| 3,4-Diidroolivacina (114) | <i>A. dasycarpon</i> ⁹⁰ ; <i>A. subincanum</i> ⁸⁶ ; <i>A. ulei</i> ⁹ |
| <i>N</i> -metil-1,2-diidroelipticina (115) | <i>A. subincanum</i> ⁸⁶ |
| 1,2-Diidropiridocarbazol (116) | <i>A. subincanum</i> ⁸⁶ |
| 1,2-Diidroelipticina (117) | <i>A. dasycarpon</i> ^{83,90} ; <i>A. subincanum</i> ^{81,86,87} |
| 1,2-diidroolivacina (118) | <i>A. dasycarpon</i> ⁸³ |



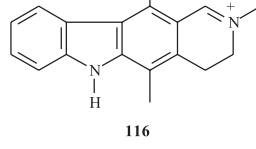
110: R¹=Me; R₂=H; H-8α
111: R¹=H; R₂=Me; H-8α
112: R¹=H; R₂=Me; H-8β



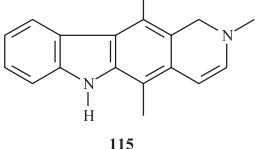
113



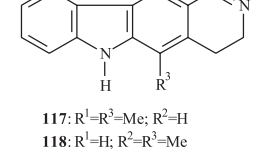
114



116



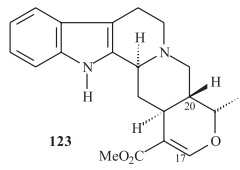
115



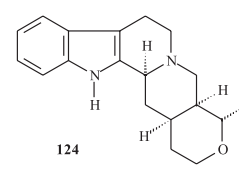
117: R¹=R³=Me; R²=H
118: R¹=H; R²=R³=Me

Tabela 6. Alcalóides indólicos dos tipos heteroioimbanos (**119 a 125**) e picrafilina (**126**)

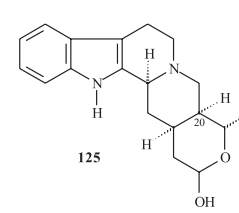
| Alcalóide | Plantas |
|---|--|
| 3α-Aricina (119) | <i>A. excelsum</i> ³⁶ ; <i>A. marcgravianum</i> ^{35,51,70} |
| 3α-Isoreserpilina (120) | <i>A. discolor</i> ^{48,49,95,96} ; <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; <i>A. oblongum</i> ⁹ |
| 3α-Reserpilina (121) | <i>A. auriculatum</i> ⁵² ; <i>A. discolor</i> ^{49,95} ; <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| 3β-Reserpilina (122) | <i>A. discolor</i> ⁹⁷ ; <i>A. marcgravianum</i> ⁵¹ ; <i>A. rigidum</i> ⁵¹ |
| Ajmalicina (123) | <i>A. excelsum</i> ⁹ ; <i>A. spegazzini</i> ⁹ |
| 3α,15α,16α,17α,20α-Tetraidro- alstonina (124) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| 16-Descarbometoxi-16,17-diidro- 17-hidroxi-epi-9-ajmalicina (125) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| 10,11-Dimetoxipicrafilina (126) | <i>A. marcgravianum</i> ³⁵ |



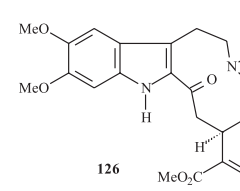
123



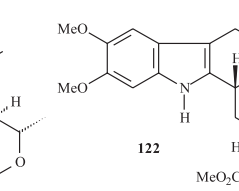
124



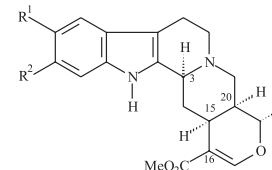
125



126



122



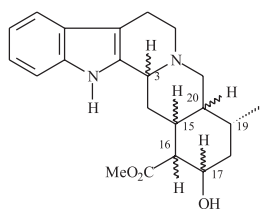
119: R¹=OMe; R²=H
120: R¹=R²=OMe
121: R¹=H; R²=OMe

Tabela 7. Alcalóides indólicos do tipo ioimbanos (**127 a 145**)

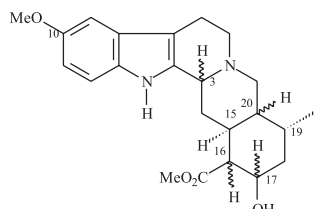
| Alcalóide | Plantas |
|--|---|
| 3β,15α,16α,17α,20β-Pseudoioimbina (127) | <i>A. oblongum</i> ⁹⁵ |
| 3α,15α,16β,17α,20β-Ioimbina (ioimbina; 128) | <i>A. discolor</i> ^{48,49} ; <i>A. excelsum</i> ^{36,98,99} ; <i>A. eburneum</i> ⁹ ; <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; <i>A. oblongum</i> ⁹ ; <i>A. peroba</i> ⁹ ; <i>A. polyneuron</i> ⁶⁰ ; <i>A. pruinatum</i> ²⁵ ; <i>A. pyricollum</i> ⁵⁰ ; <i>A. quebracho-blanco</i> ⁴² |
| 3α,15α,16α,17α,20α-Aloioimbina (129) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| 3α,15α,16α,17β,20α- 17-epi-Aloioimbina (130) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| 3α,15α,16β,17α,20β-Ioimbina (α-ioimbina; 131) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |

Tabela 7. continuação

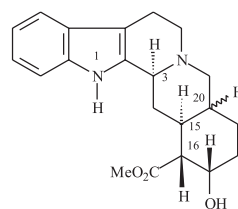
| Alcalóide | Plantas |
|--|--|
| 3 α ,15 α ,16 β ,17 α ,20 α -Corinantina (corinantina; 132) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| 3 α ,17 β -10-Metoxi- β -ioimbina (133) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| 3 α ,15 α ,16 β ,17 α ,20 α -10-Metoxi- α -ioimbina (134) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; <i>A. pruinum</i> ²⁵ |
| 10-Metoxi-17-epialoioimbina (135) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| 3 α ,15 α ,16 β ,17 α ,20 β -10-Metoxicorinantina (excelsinina e aspidexcina; 136) | <i>A. excelsum</i> ^{36,98,99} ; <i>A. marcgravianum</i> ³⁵ |
| 3 α ,15 α ,16 α ,17 α ,20 β -10-Metoxi- α -ioimbina (137) | <i>A. oblongum</i> ⁹ ; <i>A. pruinum</i> ^{24,25} |
| 3 α ,15 α ,16 α ,17 β ,20 β -Quebrachina [(-)- β -ioimbina; 138] | <i>A. discolor</i> ^{38,48} ; <i>A. eburneum</i> ⁴⁵ ; <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; <i>A. oblongum</i> ⁹⁵ ; <i>A. pruinum</i> ²⁵ ; <i>A. pyricollum</i> ⁵⁰ ; <i>A. quebracho-blanco</i> ^{14,20,46,95} ; <i>A. ramiflorum</i> ¹⁰⁰ |
| 3 α ,15 α ,16 α ,17 β ,20 α -Quebrachina (139) | <i>A. discolor</i> ⁴⁸ ; <i>A. eburneum</i> ⁴⁵ ; <i>A. excelsum</i> ⁹⁹ ; <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; <i>A. oblongum</i> ⁹⁵ ; <i>A. pruinum</i> ²⁵ ; <i>A. quebracho-blanco</i> ^{46,47} ; <i>A. ramiflorum</i> ¹⁰¹ |
| 3 α ,15 α ,16 α ,17 α ,20 β -O-Acetil- α -ioimbina (140) | <i>A. excelsum</i> ^{36,98,99} ; <i>A. marcgravianum</i> ⁹⁵ |
| N-Óxido de β -ioimbina (141) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| 3,4,5,6-Tetradesidro- β -ioimbina (142) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| 3,4-Desidro- β -ioimbina (heteroioimbina; 143) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; <i>A. pyricollum</i> ⁵⁰ |
| 19,20-Desidro- β -ioimbina (144) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; <i>A. pyricollum</i> ⁵⁰ |
| 3 α ,15 α ,16 β ,17 α ,20 α -19,20-Desidro- α -ioimbina (145) | <i>A. oblongum</i> ⁹⁵ |



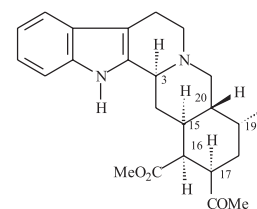
127: H-3 β ; H-15 α ; H-16 α ; H-17 α ; H-20 β
 128: H-3 α ; H-15 α ; H-16 β ; H-17 β ; H-20 β
 129: H-3 α ; H-15 α ; H-16 α ; H-17 α ; H-20 α
 130: H-3 α ; H-15 α ; H-16 α ; H-17 β ; H-20 α
 131: H-3 α ; H-15 α ; H-16 β ; H-17 α ; H-20 β
 132: H-3 α ; H-15 α ; H-16 β ; H-17 α ; H-20 α



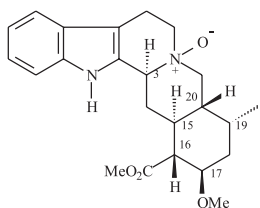
133: H-3 α ; H-16 α ; H-17 β ; H-20 β
 134: H-3 α ; H-16 β ; H-17 α ; H-20 α
 135: H-3 β ; H-16 α ; H-17 α ; H-20 α
 136: H-3 α ; H-16 β ; H-17 α ; H-20 β
 137: H-3 α ; H-16 α ; H-17 α ; H-20 β



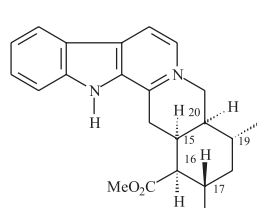
138: H-20 β
 139: H-20 α



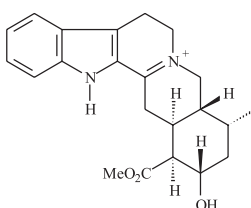
140



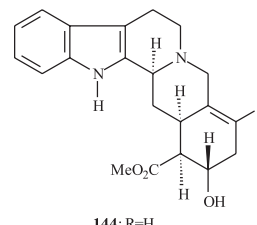
141



142



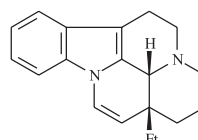
143



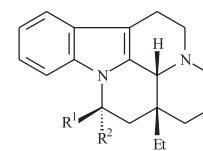
144: R=H
 145: R=Me

Tabela 8. Alcalóides indólicos do tipo eburnamenina (**146 a 149**)

| Alcalóide | Plantas |
|---|--|
| Eburnamenina (146) | <i>A. quebracho-blanco</i> ^{20,42} |
| α -Hidroxi-eburnamonina (eburnamina, 147) | <i>A. neblinae</i> ⁴³ ; <i>A. quebracho-blanco</i> ^{20,42} |
| β -Hidroxi-eburnamonina (148) | <i>A. quebracho-blanco</i> ⁴⁷ |
| eburnamonina (149) | <i>A. neblinae</i> ⁴³ ; <i>A. quebracho-blanco</i> ⁴² |



146



147: R¹=H; R²=OH
 148: R¹=OH; R²=H
 149: R¹,R²=O

Tabela 9. Alcalóides indólicos dos tipos pseudoindoxila (**150** e **151**), ioimbanoindol (**152**) e carapaubina (**153**)

| Alcalóide | Plantas |
|--|---|
| Aricina pseudo-indoxila (150) | <i>A. oblongum</i> ⁵² |
| Isoreserpilapseudo-indoxila (151) | <i>A. discolor</i> ^{48,49,95} |
| β -Ioimbina indoxol (152) | <i>A. oblongum</i> ⁹⁵ |
| (-)-Carapaubina (153) | <i>A. carapanauba</i> ⁹⁶ ; <i>A. rigidum</i> ⁵¹ |

| | | | |
|------------|------------|------------|------------|
| | | | |
| 150 | 151 | 152 | 153 |

Tabela 10. Alcalóides indólicos dos tipos picralina (**154** e **155**) e normacusina (**156** a **161**)

| Alcalóide | Plantas |
|---|---|
| Picralina (154) | <i>A. rigidum</i> ^{51,97,102} |
| Desacetilpicralina (burnamina; 155) | <i>A. cuspa</i> ⁵⁸ ; <i>A. rigidum</i> ^{51,103} |
| Normacusina B (156) | <i>A. polyneuron</i> ^{45,60,70} ; <i>A. pruinosum</i> ²⁵ |
| Polineuridina (157) | <i>A. polyneuron</i> ^{45,60,70} |
| Acuamidina (razidina; 158) | <i>A. dasycarpon</i> ^{83,104} ; <i>A. quebracho-blanco</i> ^{20,42,105} ; <i>A. spegazzinii</i> ²⁹⁷ |
| Aldeído de polineuridina (159) | <i>A. dasycarpon</i> ⁸³ |
| N-metilacuamidina (160) | <i>A. spegazzinii</i> ⁹ |
| Espetrina (161) | <i>A. spegazzinii</i> ¹⁰⁶ |

| | | | | | | | |
|---------------------------------------|--|--|------------|------------|--|--|--|
| | | | | | | | |
| 154 : R=Ac 155 : R=H | | 156 : R ¹ =H; R ² =CH ₂ OH 157 : R ¹ =CH ₂ OH; R ² =CO ₂ Me 158 : R ¹ =CO ₂ Me; R ² =CH ₂ OH 159 : R ¹ =CO ₂ Me; R ² =CHO | 160 | 161 | | | |

Tabela 11. Alcalóides indólicos dos tipos estemadenina (**162**), aspidoquibina (**163**) e aspidodasicarpina (**164**)

| Alcalóide | Plantas |
|----------------------------------|--|
| (+)-Estemadenina (162) | <i>A. pyricollum</i> ^{51,107} |
| Aspidoquibina (163) | <i>A. quebracho-blanco</i> ²² |
| Aspidodasicarpina (164) | <i>A. cuspa</i> ⁵⁸ ; <i>A. dasycarpon</i> ^{83,90,108} ; <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |

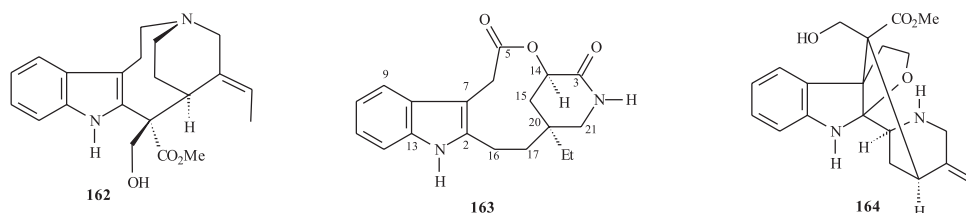


Tabela 12. Alcalóides indólicos dos tipos secodina (165 a 167) e secamina (168 a 172)

| Alcalóide | Plantas |
|---|---|
| Secodina (165) | <i>A. marcgravianum</i> ⁵² |
| Tetraidrosecodina (166) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| 20-Acetil-16-desacetil-tetraidrosecodina (167) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| Didesmetoxicarboniltetraidro-secamina (168) | <i>A. excelsum</i> ³⁶ |
| Tetraidro-secamina (169) | <i>A. excelsum</i> ³⁶ ; <i>A. marcgravianum</i> ³⁵ |
| 16-Desmetoxicarboniltetraidro-secamina (170) | <i>A. excelsum</i> ³⁶ ; <i>A. marcgravianum</i> ³⁵ |
| 16-Hidroxitetraidro-secamina (171) | <i>A. excelsum</i> ³⁶ |
| 16-Hidroxil,16-desmetoxicarbonil-tetraidro-secamina (172) | <i>A. excelsum</i> ³⁶ |

165

166: R¹=CO₂Me; R²=Et
167: R¹=H; R²=COMe

168: R¹=R²=R³=H
169: R¹=R²=CO₂Me; R³=H
170: R¹=CO₂Me; R²=R³=H
171: R¹=R²=CO₂Me; R³=OH
172: R¹=CO₂Me; R²=H; R³=OH

Tabela 13. Alcalóides indólicos dos tipos obscurinervina (173 e 174), obscurinervidina (175 e 176) e neblina (177)

| Alcalóide | Plantas |
|----------------------------------|--|
| Obscurinervina (173) | <i>A. obscurinervium</i> ^{57,109} |
| 6,7-Diidroobscurinervina (174) | <i>A. obscurinervium</i> ^{57,109} |
| Obscurinervidina (175) | <i>A. obscurinervium</i> ^{57,109} |
| 6,7-Diidroobscurinervidina (176) | <i>A. obscurinervium</i> ^{57,109} |
| Neblina (177) | <i>A. neblinae</i> ^{43,57} |

173: R=Et
175: R=Me

174: R¹=OMe; R²=Et
176: R¹=OMe; R²=Me

177

Tabela 14. Alcalóides indólicos do tipo harmano (178 a 186)

| Alcalóide | Plantas |
|---|--|
| Ácido harmanocarboxílico (178) | <i>A. exalatum</i> ⁷⁷ ; <i>A. nitidum</i> ^{111,112} ; <i>A. polyneuron</i> ⁶⁰ |
| Ácido 3-etil-harmanocarboxílico (179) | <i>A. polyneuron</i> ^{23,60} |
| Ácido 3-metil-harmanocarboxílico (180) | <i>A. exalatum</i> ²³ ; <i>A. polyneuron</i> ⁶⁰ |
| Harmanoato de etila (181) | <i>A. exalatum</i> ⁷⁷ ; <i>A. polyneuron</i> ⁷⁷ |
| Harmano (182) | <i>A. exalatum</i> ⁷⁷ ; <i>A. pruinsum</i> ²⁵ ; <i>A. polyneuron</i> ⁶⁰ |
| Harmanoato de metila (183) | <i>A. pruinsum</i> ²⁵ |
| 3,4,5,6-Tetradeshidro-4-metil-harmano (184) | <i>A. pruinsum</i> ²⁵ |
| 4-Metiltetraidro-harmano (185) | <i>A. pruinsum</i> ²⁵ |
| 4,4-Dimetiltetraidro-harmano (186) | <i>A. pruinsum</i> ²⁵ |

178: R¹=H; R²=CO₂H
179: R¹=Et; R²=CO₂H
180: R¹=Me; R²=CO₂H
181: R¹=Me; R²=CO₂Et
182: R¹=Me; R²=H
183: R¹=Me; R²=CO₂Me

182

181

183

184

185

186

Tabela 15. Alcalóides indólicos dos tipos subincanina (187), 11H-pirido[3,4a]-carbázólio (188) e antirina (189 a 191)

| Alcalóide | Plantas |
|---|---|
| Subincanina (187) | <i>A. subincanum</i> ⁸¹ |
| Hidróxido de 5-etil-2-metil-11H-pirido[3,4a]-carbázólio (188) | <i>A. gilbertii</i> ^{26,101} |
| Antirina (189) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; <i>A. oblongum</i> ⁵² |
| 11-Metoxiantirina (190) | <i>A. marcgravianum</i> ⁵³ ; <i>A. oblongum</i> ⁵² |
| derivados 18,19-diidroantirina (191) | <i>A. marcgravianum</i> ⁵³ |

187

188

189: R=H
190: R=OMe

190

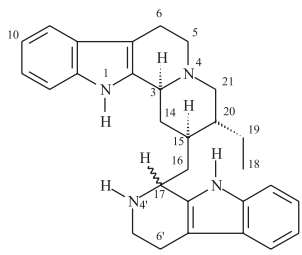
191

Tabela 16. Alcalóides indólicos dos tipos geissoschizol (**192 a 196**), isositsiriquina (**197 a 201**), sitsiriquina (**202 a 208**), corinanteol (**209 a 214**), valesiachotamina (**215**) e deplancheína (**216**)

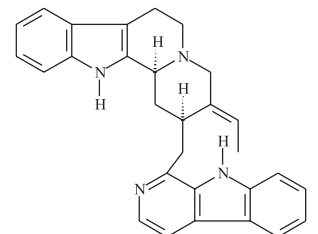
| Alcalóide | Plantas | | |
|--|--|------------|--|
| 3 α -Geissoschizol (192) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; <i>A. populifolium</i> ⁹² | | |
| 3 α -10-Metoxigeissoschizol (193) | <i>A. discolor</i> ⁴⁸ ; <i>A. excelsum</i> ⁹ ; <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; <i>A. oblongum</i> ⁵² ; <i>A. pruinsum</i> ²⁵ ; <i>A. ramiflorum</i> ¹⁰⁰ | | 206 |
| 3 α -4-Metil-10-metoxigeissoschizol (194) | <i>A. pruinsum</i> ²⁵ | | |
| 3- <i>epi</i> -Geissoschizol (195) | <i>A. discolor</i> ⁴⁸ | 194 | 207: R=H 208: R=Ac |
| 3- <i>epi</i> -10-Metoxigeissoschizol (196) | <i>A. discolor</i> ⁴⁸ | | |
| 16(<i>S</i>)-Isositsiriquina (197) | <i>A. album</i> ⁹ ; <i>A. marcgravianum</i> ⁸ | | |
| 16(<i>R</i>)- <i>epi</i> -Isositsiriquina (198) | <i>A. album</i> ⁹ ; <i>A. cuspa</i> ^{58,72} ; <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; <i>A. oblongum</i> ⁷² | | |
| 16(<i>S</i>)-10-Metoxi- <i>epi</i> -isositsiriquina (199) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ | | 209: R¹=R²=H 210: R¹=OMe; R²=H 211: R¹=H; R²=Me |
| 4(<i>S</i>)- <i>N</i> -Óxido de 16(<i>R</i>)- <i>epi</i> -isositsiriquina (200) | <i>A. marcgravianum</i> ⁵³ | | |
| 4(<i>S</i>)- <i>N</i> -Óxido de 16(<i>S</i>)-isositsiriquina (201) | <i>A. marcgravianum</i> ⁵³ | | |
| 16(<i>R</i>)-18,19-Diidrositsiriquina (202) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; <i>A. oblongum</i> ⁸ ; <i>A. pruinsum</i> ²⁵ | | |
| 16(<i>R</i>)-10-Metoxidiidro-sitsiriquina (203) | <i>A. oblongum</i> ⁸ ; <i>A. pruinsum</i> ²⁵ | | |
| 16(<i>S</i>)-18,19-Diidrositsiriquina (204) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; <i>A. oblongum</i> ⁸ | | |
| 16(<i>S</i>)-10-Metoxidiidro-sitsiriquina (205) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; <i>A. pruinsum</i> ²⁵ | | |
| 3,4,5,6-Tetradesidrositsiriquina (206) | <i>A. pruinsum</i> ²⁵ | | |
| Sitsiriquina (207) | <i>A. pruinsum</i> ²⁵ | | |
| Acetil-sitsiriquina (208) | <i>A. pruinsum</i> ²⁵ | | |
| 3 α ,20 β -18,19-Diidrocorinanteol (209) | <i>A. auriculatum</i> ⁵² ; <i>A. discolor</i> ^{48,49} ; <i>A. marcgravianum</i> ^{35,70} ; <i>A. pruinsum</i> ²⁵ | | |
| 3 α ,20 β -10-Metoxi-18,19-diidro-corinanteol (210) | <i>A. discolor</i> ^{48,49} ; <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; <i>A. nitidum</i> ⁵¹ ; <i>A. pruinsum</i> ²⁵ | | |
| 3 α ,20 β -3,4,5,6-Tetraidro-18,19-diidro-corinanteol (211) | <i>A. marcgravianum</i> ⁵³ | | |
| 3 α ,20 α -10-Metoxi-18,19-diidro-corinanteol (212) | <i>A. discolor</i> ⁴⁹ ; <i>A. marcgravianum</i> ⁸ | | |
| 3 α ,20 β - <i>N</i> -Óxido de diidrocorinanteol (213) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ | | |
| Corinanteol (214) | <i>A. oblongum</i> ⁹ | | |
| Valesiachotamina (215) | <i>A. oblongum</i> ⁵² | | |
| Deplancheína (216) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ | | |

Tabela 17. Alcalóides indólicos dos tipos ocolifuanina (**217** e **218**) usambarensina (**219** a **228**)

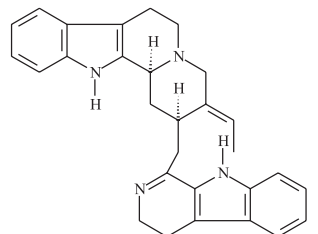
| Alcalóide | Plantas |
|---|--|
| 17(<i>R</i>)-Ocolifuanina (217) | <i>A. excelsum</i> ³⁶ ; <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| 17(<i>S</i>)-Ocolifuanina (218) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| Usambarensina (219) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; <i>A. ramiflorum</i> ¹⁴ |
| 17,4'-Desidro-5',6'-diidro-usambarensina (220) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| <i>N</i> -Óxido de 17,4',5',6'-tetraidro-17(<i>R</i>)-Usambarensina (221) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| 17(<i>R</i>)-17,4',5',6'-Tetraidro-usambarensina (222) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; <i>A. ramiflorum</i> ¹⁴ |
| 17(<i>S</i>)-17,4',5',6'-Tetraidro-usambarensina (usambarina, 223) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| <i>N</i> -Carbometoxi-17,4',5',6'-tetraidro-17(<i>R</i>)-Usambarensina (224) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| <i>N</i> -Carboetoxi-17,4',5',6'-tetraidro-17(<i>R</i>)-Usambarensina (225) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ |
| 17 α -Ramiflorina A (226) | <i>A. ramiflorum</i> ^{14,100} |
| 17 β -Ramiflorina B (227) | <i>A. ramiflorum</i> ^{14,100} |
| <i>N</i> ₄ -Metil-usambarina (228) | <i>A. ramiflorum</i> ¹⁴ |



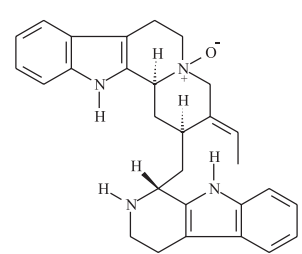
217: H-17 β
218: H-17 α



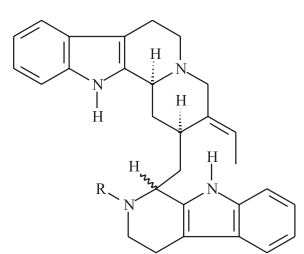
219



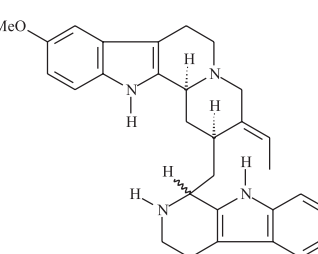
220



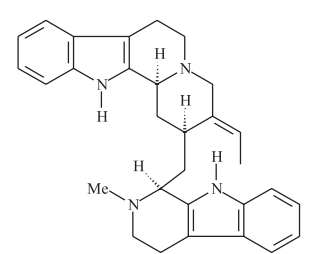
221



222: R=H; H-17 β
223: R=H; H-17 α
224: R=CO₂Me; H-17 β
225: R=CO₂Et; H-17 β



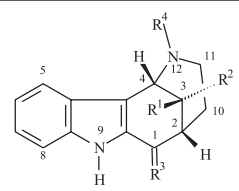
226: H-17 α
227: H-17 β



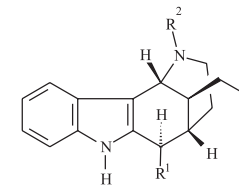
228

Tabela 18. Alcalóides indólicos dos tipos uleína (**229** a **238**), aparicina (**239** e **240**) e valesamina (**241**)

| Alcalóide | Plantas |
|--|--|
| (+)-Uleína (229) | <i>A. australe</i> ^{69,88,89} ; <i>A. dasycarpon</i> ^{83,90-92} ; <i>A. eburneum</i> ⁵² ; <i>A. excelsum</i> ⁹ ; <i>A. formosanum</i> ¹⁰ ; <i>A. gilbertii</i> ^{26,84,101} ; <i>A. gomezianum</i> ⁵² ; <i>A. multiflorum</i> ⁵² ; <i>A. nigricans</i> ⁵¹ ; <i>A. olivaceum</i> ⁵² ; <i>A. parvifolium</i> ^{93,104} ; <i>A. pyricollum</i> ^{50,51,66,114} ; <i>A. subincanum</i> ⁸¹ ; <i>A. tomentosum</i> ⁵¹ ; <i>A. ulei</i> ^{85,87,113} |
| 3-epi-Uleína (230) | <i>A. australe</i> ⁹ ; <i>A. eburneum</i> ⁹ ; <i>A. formosanum</i> ¹⁰ ; <i>A. gomezianum</i> ⁹ ; <i>A. multiflorum</i> ⁹ ; <i>A. olivaceum</i> ⁹ ; <i>A. parvifolium</i> ⁹³ ; <i>A. pyricollum</i> ⁹ ; <i>A. subincanum</i> ¹¹³ ; <i>A. tomentosum</i> ⁹ |
| Des- <i>N</i> -metiluleína (231) | <i>A. dasycarpon</i> ^{90-92,104} ; <i>A. parvifolium</i> ⁹³ ; <i>A. subincanum</i> ^{85,115} |
| Dasicarpidona (232) | <i>A. dasycarpon</i> ^{83,91,92} ; <i>A. multiflorum</i> ⁵² ; <i>A. pyricollum</i> ^{51,116} ; <i>A. subincanum</i> ⁸¹ |
| Diidrodasicarpidona (dasicarpidol; 233) | <i>A. dasycarpon</i> ^{83,91,92} |
| Des- <i>N</i> -metildasicarpidona (234) | <i>A. dasycarpon</i> ^{83,91,92} |
| Diidrouleína (235) | <i>A. dasycarpon</i> ¹⁰⁸ ; <i>A. gilbertii</i> ¹⁰¹ ; <i>A. nigricans</i> ⁵¹ |
| 1,13-Diidro-13-hidroxiuleína (236) | <i>A. dasycarpon</i> ^{83,91,92} ; <i>A. formosanum</i> ¹⁰ ; <i>A. nigricans</i> ¹¹⁴ |
| <i>N</i> -Metil-diidrouleína (237) | <i>A. parvifolium</i> ¹⁰⁸ |



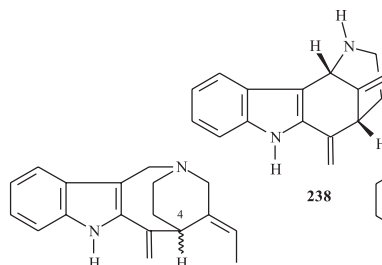
229: R¹=Et; R²=H; R³=CH₂; R⁴=Me
230: R¹=H; R²=Et; R³=CH₂; R⁴=Me
231: R¹=Et; R²=R⁴=H; R³=CH₂
232: R¹=Et; R²=H; R³=O; R⁴=Me
233: R¹=Et; R²=H; R³=H e OH; R⁴=Me
234: R¹=Et; R²=H; R³=H e CH₂OH; R⁴=Me



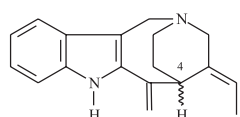
235: R¹=R²=H
236: R¹=CH₂OH; R²=Me
237: R¹=H; R²=Me

Tabela 18. continuação

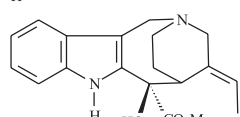
| Alcalóide | Plantas |
|---|--|
| Des- <i>N</i> -metil-desidrouleína (238) | <i>A. dasycarpon</i> ⁸³ |
| (-)-Aparicina (239) | <i>A. dasycarpon</i> ^{83,108} ; <i>A. eburneum</i> ¹¹⁷ ; <i>A. gomezianum</i> ¹¹⁷ ; <i>A. multiflorum</i> ¹¹⁷ ; <i>A. olivaceum</i> ¹¹⁷ ; <i>A. parvifolium</i> ⁹³ ; <i>A. pyricollum</i> ^{50,51} |
| (+)-Aparicina (240) | <i>A. dasycarpon</i> ¹¹⁷ |
| Valesamina (241) | <i>A. oblongum</i> ⁹ |



238



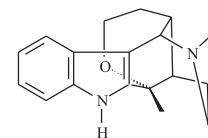
239: H-4α
240: H-4β



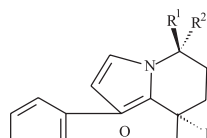
241

Tabela 19. Alcalóides indólicos de esqueletos não classificados (**242 a 247**)

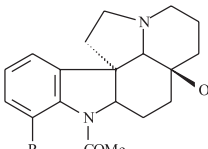
| Alcalóide | Plantas |
|---|---|
| Gilbertina (242) | <i>A. gilbertii</i> ^{84,101} |
| Aspidodispermina (243) | <i>A. dispernum</i> ⁸² |
| Desoxiaspidodispermina (244) | <i>A. dispernum</i> ⁸² |
| Razinilam (245) | <i>A. marcgravianum</i> ⁸ ; <i>A. quebracho-blanco</i> ^{20,30,118} |
| 3-Oxo-14,15-desidrorazinilam (246) | <i>A. quebracho-blanco</i> ²² |
| Braznitidumina (247) | <i>A. nitidum</i> ¹¹⁹ |



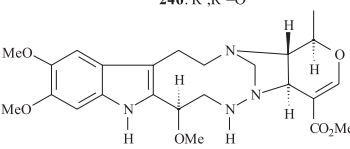
242



245: R¹=R²=H
246: R¹,R²=O



243: R=OH
244: R=H



247

A Tabela 20 apresenta o levantamento dos alcalóides indólicos isolados por espécie e por série de *Aspidosperma*. Pelos resultados obtidos pôde-se constatar que as espécies do gênero *Aspidosperma* são caracterizadas pela incidência de uma grande quantidade e diversidade estrutural de alcalóides indólicos. Por essa tabela não se verifica uma distribuição bem caracterizada dos tipos de alcalóides pelas séries taxonômicas, não permitindo, portanto, a classificação das espécies de *Aspidosperma* em série ser baseada

na estrutura química desses alcalóides. Porém, podem ser ressaltados alguns esqueletos básicos em determinadas séries. Na série Nítida observa-se a predominância dos esqueletos aspidospermina, ioimbanó e geissoschizol. Na série Polyneura, são encontrados esqueletos do tipo aspidospermina e pirifolidina. Na série Pyricolla, os esqueletos pirifolidina, elipticina-olivacina, uleína e aparicina são encontrados predominantemente. Finalmente, estruturas com o esqueleto aspidalbinó são encontradas na série Nobile.

Tabela 20. Alcalóides indólicos isolados por espécie de *Aspidosperma*

| Série/Espécie | Alcalóides | Série/Espécie | Alcalóides |
|-----------------------|---|-------------------------|---|
| Rígida | | <i>A. marcgravianum</i> | 13; 15; 20; 36; 73; 75; 83; 96; 119; 120; 121; 122; 124; 125; 126; 128; 129; 130; 131; 132; 133; 134; 135; 136; 138; 139; 140; 141; 142; 143; 144; 164; 165; 166; 167; 169; 170; 189; 190; 191; 192; 193; 197; 198; 199; 200; 201; 202; 204; 205; 209; 210; 211; 212; 213; 216; 217; 218; 219; 220; 221; 222; 223; 224; 225; 245 |
| <i>A. rigidum</i> | 122; 153; 154; 155 | <i>A. nitidum</i> | 178; 210; 247 |
| Nítida | | <i>A. oblongum</i> | 20; 94; 120; 127; 128; 137; 138; 139; 145; 150; 152; 189; 190; 193; 198; 202; 203; 204; 214; 215; 241 |
| <i>A. auriculatum</i> | 121; 209 | <i>A. spegazzinii</i> | 123; 158; 160; 161 |
| <i>A. carapanauba</i> | 153 | | |
| <i>A. discolor</i> | 11; 13; 15; 17; 29; 75; 120; 121; 122; 128; 138; 139; 151; 193; 195; 196; 209; 210; 212 | | |
| <i>A. eburneum</i> | 11; 15; 105; 128; 138; 139; 229; 230; 239 | | |
| <i>A. excelsum</i> | 11; 15; 85; 86; 87; 119; 123; 128; 136; 139; 140; 168; 169; 170; 171; 172; 193; 217; 229 | | |

(*) Espécies não incluídas em nenhuma das séries taxonômicas de classificação de *Aspidosperma* proposta em 1987⁹.

Tabela 20. continuação

| Série/Espécie | Alcalóides | Série/Espécie | Alcalóides |
|----------------------------|---|---------------------------|---|
| Quebrachines | | Quebrachines | |
| <i>A. chakensis</i> | 3; 4; 102 | <i>A. vargasii</i> | 107; 110; 111 |
| <i>A. quebracho-blanco</i> | 5; 7; 8; 9; 10; 12; 14; 24; 25; 27; 30; 74; 79; 84; 88; 89; 90; 91; 94; 95; 99; 100; 101; 128; 138; 139; 146; 147; 148; 149; 158; 163; 245; 246 | Nobile | |
| Polyneura | | <i>A. album</i> | 8; 20; 22; 34; 36; 70; 71; 72; 73; 74; 79; 80; 86; 101; 102; 197; 198 |
| <i>A. cuspa</i> | 22; 52; 53; 55; 155; 164; 198 | <i>A. desmanthum</i> | 70; 72; 74 |
| <i>A. cylindrocarpon</i> | 7; 9; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46; 47; 48; 49; 50; 51; 61 | <i>A. exalatum</i> | 8; 17; 19; 80; 81; 82; 178; 180; 181; 182 |
| <i>A. dispersum</i> | 243; 244 | <i>A. fendleri</i> | 2; 78; 79 |
| <i>A. peroba</i> | 8; 9; 101; 128 | <i>A. limae</i> | 17; 19; 20; 26; 32; 33; 36; 37; 73; 86; 92; 96; 97; 98 |
| <i>A. polyneuron</i> | 8; 9; 10; 18; 101; 128; 156; 157; 178; 179; 180; 181; 182 | <i>A. megalocarpon</i> | 20; 21; 73; 79 |
| <i>A. sessiliflorum</i> | 8; 9 | <i>A. melanocalyx</i> | 22; 23 |
| Pyricolla | | <i>A. neblinae</i> | 5; 6; 7; 9; 10; 11; 13; 14; 15; 20; 24; 25; 31; 147; 149; 177 |
| <i>A. australe</i> | 8; 9; 105; 111; 112; 229; 230 | <i>A. obscurinervium</i> | 20; 26; 173; 174; 175; 176 |
| <i>A. gomezianum</i> | 15; 229; 230; 239 | <i>A. sandwithianum</i> | 101 |
| <i>A. multiflorum</i> | 230; 232; 239 | <i>A. spruceanum</i> | 70; 72; 74 |
| <i>A. nigricans</i> | 105; 108; 111; 229; 235; 236 | Macrocarpa | |
| <i>A. olivaceum</i> | 20; 105; 111; 229; 230; 239 | <i>A. duckei</i> | 52; 53; 55; 56 |
| <i>A. parvifolium</i> | 110; 229; 230; 231; 237; 239 | <i>A. macrocarpon</i> | 1; 52; 53; 55; 67; 70 |
| <i>A. populifolium</i> | 58; 59; 60; 63; 66; 67; 68; 69; 88; 192 | <i>A. verbascifolium</i> | 54 |
| <i>A. pyricollum</i> | 8; 11; 128; 138; 143; 144; 162; 229; 230; 232; 239 | Outras* | |
| <i>A. pyrifulium</i> | 1; 7; 8; 9; 10; 13; 14; 16; 18; 19; 28; 29; 58; 61; 62; 64; 65; 76; 77; 84; 86; 101; 102 | <i>A. campus-belus</i> | 105 |
| <i>A. quirandy</i> | 8 | <i>A. compactinervium</i> | 85; 93 |
| <i>A. refractum</i> | 7; 57; 58; 63; 64 | <i>A. dasycarpon</i> | 104; 105; 106; 110; 111; 114; 117; 118; 158; 159; 164; 229; 231; 232; 233; 234; 235; 236; 238; 239; 240 |
| <i>A. rhombeosignatum</i> | 8; 14; 17; 35; 79; 82 | <i>A. formosanum</i> | 20; 229; 230; 236 |
| <i>A. subincanum</i> | 92; 104; 105; 109; 110; 114; 115; 116; 117; 187; 229; 230; 231; 232 | <i>A. gilbertii</i> | 104; 105; 113; 188; 229; 235; 242 |
| <i>A. tomentosum</i> | 92; 229; 230 | <i>A. longepetiolatum</i> | 105; 111 |
| <i>A. ulei</i> | 104; 105; 110; 111; 114; 229 | <i>A. pruinsum</i> | 85; 128; 134; 137; 138; 139; 156; 182; 183; 184; 185; 186; 193; 194; 202; 203; 205; 206; 207; 208; 209; 210 |
| | | <i>A. ramiflorum</i> | 138; 139; 193; 219; 222; 226; 227; 228 |

(*) Espécies não incluídas em nenhuma das séries taxonômicas de classificação de *Aspidosperma* proposta em 1987⁹.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM).

REFERÊNCIAS

- Rapini, A.; *Tese de Doutorado*, Universidade de São Paulo, Brasil, 2000.
- Nicholas, A.; Baijnath, A.; *Botanical Rev.* **1994**, *60*, 440.
- Rocha, A. I.; Reis-Luz, A. I.; Rodrigues, W. A.; *Acta Amaz.* **1982**, *12*, 381.
- Struwe, L.; Albert, V. A.; Bremer, B.; *Cladistics* **1994**, *10*, 175.
- Ribeiro, J. E. L. S.; Hopkins, M. J. G.; Vicentini, A.; Sothers, C. A.; Costa, M. A. S.; Brito, J. M.; Souza, M. A. D.; Martins, L. H. P.; Lohmann, L. G.; Assunção, P. A. C. L.; Pereira, E. C.; Silva, C. F.; Mesquita, M. R.; Procópio, L. C.; *Flora da Reserva Ducke: Guia de Identificação das Plantas Vasculares de uma Floresta de Terra-Firme na Amazônia Central*, INPA: Manaus, 1999.
- Campbell, D. G.; Hammond, H. D.; *Floristic Inventory of Tropical Countries: The Status of Plant systematics, Collections, and Vegetation, plus Recommendations for the Future*, NY Botanical Garden: New York, 1989.
- Corrêa, M. P.; *Dicionário das Plantas Úteis do Brasil*, Imprensa Nacional: Rio de Janeiro, 1926.
- Robert, G. M. T.; Ahond, A.; Poupat, C.; Potier, P.; Jousselin, A.; Jacquemin, H.; *J. Nat. Prod.* **1983**, *46*, 694.
- Bolzani, V. S.; Serur, L. M.; Matos, F. J. A.; Gottlieb, O. R.; *Biochem. Syst. Ecol.* **1987**, *15*, 187.
- Garcia, M.; Ruben, F.; Brown, K. S.; *Phytochemistry* **1976**, *15*, 1093.
- Albuquerque, B. W. P.; *Acta Amaz.* **1971**, *1*, 9.
- Gottlieb, O. R.; *Biochem. Syst. Ecol.* **1978**, *6*, 185.
- Weniger, B.; Robledo, S.; Arango, G. J.; Deharo, E.; Aragon, R.; Muñoz, V.; Callapa, J.; Lobstein, A.; Anton, R.; *J. Ethnopharmacol.* **2001**, *78*, 193.
- Ferreira, I. C. P.; Lonardoní, M. V. C.; Machado, G. M. C.; Leon, L. L.; Gobbi-Filho, L.; Pinto, L. H. B.; Oliveira, A. J. B.; *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* **2004**, *99*, 325.
- Oliveira, F. Q.; Junqueira, R. G.; Stehmann, J. R.; Brandão, M. G. L.; *Rev. Bras. Plant. Med.* **2003**, *5*, 23.
- Bourdy, G.; Oporto, P.; Gimenez, A.; Deharo, E.; *J. Ethnopharmacol.* **2004**, *93*, 269.
- Brandão, M. G. L.; Grandi, T. S. M.; Rocha, E. M. M.; Sawyer, D. R.; Krettl, A. U.; *J. Ethnopharmacol.* **1992**, *36*, 175.
- Carvalho, L. H.; Brandão, M. G. L.; Santos-Filho, D.; Lopes, J. L. C.; Krettl, A. U.; *Braz. J. Med. Biol. Res.* **1991**, *24*, 1113.
- Deutsch, H. F.; Evenson, M. A.; Drescher, P.; Sparwasser, C.; Madsen, P. O.; *J. Pharm. Biomed. Anal.* **1994**, *12*, 1283.
- Lyon, R. L.; Fong, H. H. S.; Farnsworth, N. R.; Svoboda, G. H.; *J. Pharm. Sci.* **1973**, *62*, 218.
- Lyon, R. L.; *J. Pharm. Sci.* **1973**, *62*, 833.
- Aimi, N.; Uchida, N.; Ohya, N.; Hosokawa, H.; Takayama, H.; Sakai, S.; *Tetrahedron Lett.* **1991**, *37*, 4949.
- Allen, J. R. F.; Holmstedt, B. R.; *Phytochemistry* **1980**, *19*, 1573.

24. Wenkert, E.; *J. Am. Chem. Soc.* **1962**, *84*, 98.
25. Nunes, D. S.; Koike, L.; Taveira, J. J.; Reis, F. A. M.; *Phytochemistry* **1992**, *31*, 2507.
26. Duarte, A. P.; Miranda, E. C.; *An. Acad. Brasil. Ciênc.* **1983**, *55*, 189.
27. Mitaine, A. C.; Mesbah, K.; Richard, B.; Petermann, C.; Arrazola, S.; Moretti, C.; Hanrot, M. Z.; Oliver, L. L. M.; *Planta Med.* **1996**, *62*, 458.
28. Rivas, P.; Cassels, B. K.; Morello, A.; Repetto, Y.; *Biochem. Phys., Part C* **1999**, *122*, 27.
29. Biel, J. H.; Drukker, A. E.; Mitchell, T. F.; Sprengeler, E. P.; Nuher, P. A.; Conway, A. C.; Horita, A.; *J. Am. Chem. Soc.* **1959**, *81*, 2805.
30. Benoit, P. S.; Angry, G.; Lyon, R. L.; Fong, H. H. S.; Farnsworth, N. R.; *J. Pharmacol. Sci.* **1973**, *62*, 1889.
31. Garrett, R. H.; Grisham, C. M.; *Biochemistry*, Saunders Coll. Publishing: Orlando, 1995.
32. Foye, W. O.; Lemke, T. L.; Williams, D. A.; *Medicinal Chemistry*, Williams & Wilkins: Media, 1995.
33. Craveiro, A. A.; Matos, F. J. A.; Serur, L. M.; *Phytochemistry* **1983**, *22*, 1526.
34. Picada, J. N.; Silva, K. V. C. L.; Erdtmann, B.; Henriques, A. T.; Henriques, J. A. P.; *Mutat. Res.* **1997**, *379*, 135.
35. Verpoorte, R.; Ruigrok, C. L. M.; Svendsen, A. B.; *Planta Med.* **1982**, *46*, 149.
36. Verpoorte, R.; Kos-Kuyck, E.; Tsoi, A. T. A.; Ruigrok, C. L. M.; Jong, G.; Svendsen, A. B.; *Planta Med.* **1983**, *48*, 283.
37. Gilbert, B.; *An. Acad. Brasil. Ciênc.* **1966**, *38*, 315.
38. Manske, R. H. F.; Rodrigo, R.; *The Alkaloids*, Academic Press: New York, 1965.
39. Jácome, R. L. R. P.; *Tese de Doutorado*, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, 1998.
40. <http://amazonas.rds.org>, acessada em Junho de 2005.
41. Djerassi, C.; Brewer, H. W.; Budzikiewicz, H.; Orazi, O. O.; Corral, R. A.; *J. Am. Chem. Soc.* **1962**, *84*, 3480.
42. Schnoes, H. K.; Burlingame, A. L.; Biemann, K.; *Tetrahedron Lett.* **1962**, 993.
43. Thomas, D. W.; Schnoes, J. K.; Biemann, K.; *Experientia* **1969**, *25*, 678.
44. Djerassi, C.; Archer, A. A. P. G.; George, T.; Gilbert, B.; Antonaccio, L. D.; *Tetrahedron* **1961**, *16*, 212.
45. Antonaccio, L. D.; Pereira, N. A.; Gilbert, B.; Vorbrueggen, H.; Budzikiewicz, H.; Wilson, J. M.; Durham, L. J.; Djerassi, C.; *J. Am. Chem. Soc.* **1962**, *84*, 2161.
46. Biemann, K.; Spitteller-Friedmann, M.; Spitteller, G.; *Tetrahedron Lett.* **1961**, 485.
47. Biemann, K.; Spitteller-Friedmann, M.; Spitteller, G.; *J. Am. Chem. Soc.* **1963**, *85*, 631.
48. Dastoor, N. J.; Gorman, A. A.; Schmid, H.; *Helv. Chim. Acta* **1967**, *50*, 213.
49. Ferreira, J. M.; Gilbert, B.; Owellen, R. J.; Djerassi, C.; *Experientia* **1963**, *19*, 585.
50. Arndt, R. R.; Djerassi, C.; *Experientia* **1965**, *21*, 566.
51. Arndt, R. R.; Brown, S. H.; Ling, N. C.; Roller, P.; Djerassi, C.; Ferreira-Filho, J. M.; Gilbert, B.; Miranda, E. C.; Flores, S. E.; Duarte, A. P.; Carrazzoni, E. P.; *Phytochemistry* **1967**, *6*, 1653.
52. Gilbert, B.; Duarte, A. P.; Nakagawa, Y.; Joule, J. A.; Flores, S. E.; Brissolèse, J. A.; Campello, J.; Carrazzoni, E. P.; Owellen, R. J.; Blossy, E. C.; Brown, Jr., K. S.; Djerassi, C.; *Tetrahedron* **1965**, *21*, 1141.
53. Walser, A.; Djerassi, C.; *Helv. Chim. Acta* **1965**, *48*, 391.
54. Di Genova, L.; *Planta Med.* **1979**, *37*, 165.
55. Pinar, M.; Bycroft, B. W.; Seibl, J.; Schmid, H.; *Helv. Chim. Acta* **1965**, *48*, 822.
56. McLean, S.; Palmer, K.; Marion, L.; *Can. J. Chem.* **1960**, *38*, 1547.
57. Brown, K. S.; Djerassi, C.; *J. Am. Chem. Soc.* **1964**, *86*, 2451.
58. Burnell, R. H.; Medina, J.; *Phytochemistry* **1968**, *7*, 2045.
59. Miranda, E. C.; Gilbert, B.; *Experientia* **1969**, *25*, 575.
60. Antonaccio, L. D.; Budzikiewicz, H.; *Chem. Ber.* **1962**, *93*, 962.
61. Taylor, W. I.; Raab, N.; Lehner, H.; Schmutz, J.; *Helv. Chim. Acta* **1959**, *42*, 2750.
62. Cava, M. P.; Nomura, K.; Talapatra, S. K.; *Tetrahedron* **1964**, *20*, 581.
63. Pinar, M.; von Philipsborn, W.; Vetter, W.; Schmid, H.; *Helv. Chim. Acta* **1962**, *45*, 2260.
64. Djerassi, C.; Antonaccio, L. D.; Budzikiewicz, H.; Wilson, J. M.; Gilbert, B.; *Tetrahedron Lett.* **1962**, 1001.
65. Djerassi, C.; Owellen, R. J.; Ferreira, J. M.; Antonaccio, L. D.; *Experientia* **1962**, *18*, 397.
66. Gilbert, B.; Antonaccio, L. D.; Archer, A. A. P. G.; Djerassi, C.; *Experientia* **1960**, *16*, 61.
67. Gilbert, B.; Ferreira, J. M.; Owellen, R. J.; Swanhholm, C. E.; Budzikiewicz, H.; Durham, L. J.; Djerassi, C.; *Tetrahedron Lett.* **1962**, 59.
68. Djerassi, C.; Gilbert, B.; Shoolery, J. N.; Johnson, L. F.; Biemann, K.; *Experientia* **1961**, *17*, 162.
69. Ondetti, M. A.; Deulofeu, V.; *Tetrahedron Lett.* **1961**, 160.
70. Gilbert, B.; Antonaccio, L. D.; Djerassi, C.; *J. Org. Chem.* **1962**, *27*, 4702.
71. Mills, J. F. D.; *J. Chem. Soc.* **1960**, 1458.
72. Simões, J. C.; Gilbert, B.; Cretney, W. J.; Hearn, M.; Kutney, J. P.; *Phytochemistry* **1976**, *15*, 543.
73. Djerassi, C.; George, T.; Finch, N.; Lodish, H. F.; Budzikiewicz, H.; Gilbert, B.; *J. Am. Chem. Soc.* **1962**, *84*, 1499.
74. Antonaccio, L. D.; *J. Org. Chem.* **1960**, *25*, 1262.
75. Mitaine, A.-C.; Weninger, B.; Sauvain, M.; Lucumi, E.; Aragon, R.; Zeches-Hanrot, M.; *Planta Med.* **1998**, *64*, 487.
76. Mitaine, A. C.; Weniger, B.; Sauvain, M.; Lucumi, E.; Aragón, R.; Zeches-Hanrot, M. Z.; *Planta Med.* **1998**, *64*, 487.
77. Sanchez, L.; Wolfango, E.; Brown, K. S.; *An. Acad. Brasil. Ciênc.* **1971**, *43*, 603.
78. Brown, K. S.; Sanches, L. W. E.; Figueiredo, A. A.; Ferreira-Filho, J. M.; *J. Am. Chem. Soc.* **1966**, *88*, 4984.
79. Pinar, P.; *Chem. Soc. Rev.* **1992**, 113.
80. Pinar, M.; Schmid, H.; *Helv. Chim. Acta* **1967**, *50*, 89.
81. Gaskell, A. J.; Joule, J.; *Tetrahedron Lett.* **1970**, *1*, 77.
82. Ikeda, M.; Djerassi, C.; *Tetrahedron Lett.* **1968**, 5837.
83. Joule, J. A.; Ohashi, M.; Gilbert, B.; Djerassi, C.; *Tetrahedron* **1965**, *21*, 1717.
84. Mukhopadhyay, S.; Cordell, G. A.; *Tetrahedron* **1983**, *39*, 3639.
85. Büchi, G.; Warnhoff, E. W.; *J. Am. Chem. Soc.* **1959**, *81*, 4433.
86. Büchi, G.; Mayo, D. W.; Hochstein, F. A.; *Tetrahedron* **1961**, *15*, 167.
87. Woodward, R. B.; Iacobucci, G. A.; Hochstein, F. A.; *J. Am. Chem. Soc.* **1959**, *81*, 4434.
88. Ondetti, M. A.; Deulofeu, V.; *Tetrahedron Lett.* **1959**, 1.
89. Ondetti, M. A.; Deulofeu, V.; *Tetrahedron Lett.* **1960**, 18.
90. Ohashi, M.; Toshikazu, O.; *Expert Opin. Ther. Pat.* **1996**, *6*, 1285.
91. Ohashi, M.; Joule, J. A.; Gilbert, B.; Djerassi, C.; *Experientia* **1964**, *20*, 363.
92. Bick, I. R. C.; *Experientia* **1964**, *20*, 363.
93. Jácome, R. L. R. P.; Oliveira, A. B.; Raslan, D. S.; Wagner, H.; *Quím. Nova* **2004**, *27*, 897.
94. Ferreira, P. C.; Marini-Bettolo, G. B.; Schmutz, J.; *Experientia* **1959**, *15*, 179.
95. Dastoor, N.; Schmid, H.; *Experientia* **1963**, *19*, 297.
96. Gilbert, B.; Brissolèse, J. A.; Finch, N.; Taylor, W. I.; Budzikiewicz, H.; Wilson, J. M.; Djerassi, C.; *J. Am. Chem. Soc.* **1963**, *85*, 1523.
97. Olivier, L.; Lévy, J.; Le Men, J.; Janot, M. M.; Budzikiewicz, H.; Djerassi, C.; *Bull. Soc. Chim. France* **1965**, 868.
98. Benoin, P. R.; Burnell, R. H.; Medina, J. D.; *Can. J. Chem.* **1967**, *45*, 725.
99. Burnell, R. H.; Sen, N.-T.; *Phytochemistry* **1971**, *10*, 895.
100. Fátima, M.; Marques, S.; Kato, L.; Leitão-Filho, H. F.; Reis, F. A. M.; *Phytochemistry* **1996**, *41*, 963.
101. Miranda, E. C.; Blechert, S.; *Tetrahedron Lett.* **1982**, *23*, 5395.
102. Britten, A. Z.; Smith, G. F.; Spitteller, G.; *Chem. Ind.* **1963**, 1492.
103. Olivier, L.; Lévy, J.; Le Men, J.; Janot, M. M.; *Ann. Pharm. Franç.* **1962**, *20*, 361.
104. Joule, J. A.; Djerassi, C.; *J. Chem. Soc.* **1964**, 2777.
105. Markey, S.; Biemann, K.; Witkop, B.; *Tetrahedron Lett.* **1967**, 157.
106. Orazi, O. O.; Corral, R. A.; Stoichevich, M. E.; *Can. J. Chem.* **1966**, *44*, 1523.
107. Sandoval, A.; Walls, F.; Shoolery, J. N.; Wilson, J. M.; Budzikiewicz, H.; Djerassi, C.; *Tetrahedron Lett.* **1962**, 409.
108. Ohashi, M.; Joule, J. A.; Djerassi, C.; *Tetrahedron Lett.* **1964**, 3899.
109. Kahl, J.; Gebreyesus, T.; Djerassi, C.; *Tetrahedron Lett.* **1971**, 2527.
110. Biemann, K.; Spitteller, G.; *Tetrahedron Lett.* **1961**, 299.
111. Pereira, M. M.; *Tese de Doutorado*, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, 2005.
112. Pereira, M. M.; Souza Júnior, S. N.; Alcântara, A. F. C.; Pilo-Veloso, D.; Alves, R. B.; Machado, P. O.; Azevedo, A. O.; Moreira, F. H.; Castro, M. S. A.; Raslan, D. S.; *Rev. Bras. Plantas Med.*, **2006**, *8*, 1.
113. Büchi, G.; Gould, S. J.; Näf, F.; *J. Am. Chem. Soc.* **1971**, *93*, 2492.
114. Schmutz, J.; Hunziker, F.; Hirt, R.; *Helv. Chim. Acta* **1957**, *40*, 1189.
115. Gaskell, A. J.; Joule, J. A.; *Chem. Ind.* **1967**, 1089.
116. Goodwin, S.; Smith, A. F.; Horning, E. C.; *J. Am. Chem. Soc.* **1959**, *81*, 1903.
117. Joule, J. A.; Monteiro, H.; Durham, L. J.; Gilbert, B.; Djerassi, C.; *J. Chem. Soc.* **1965**, 4773.
118. Abraham, D. J.; Rosenstein, R. D.; Lyon, R. L.; Fong, H. H. S.; *Tetrahedron Lett.* **1972**, 909.
119. Pereira, M. M.; Alcântara, A. F. C.; Pilo-Veloso, D.; Raslan, D. S.; *J. Braz. Chem. Soc.* **2006**, *17*, 1274.