

1. INTRODUÇÃO

1.1 Aspectos Botânicos da Família Myrtaceae

A família Myrtaceae está inserida na ordem Myrtales (Myrtales). Compreende esta família cerca de 150 gêneros com aproximadamente 3600 espécies, sendo a segunda maior família da ordem, ficando atrás apenas da família Melastomataceae que possui em torno de 200 gêneros e cerca de 4000 espécies (Cronquist, 1981). Há dois grandes centros de dispersão das espécies da família Myrtaceae: nas Américas, especialmente na parte da América que possui clima tropical (Barroso, 1991) e no sul da Austrália, onde predomina o clima temperado (Cronquist, 1981). Não obstante, apesar de menos freqüentes em regiões de clima temperado (Barroso, 1991), com exceção de parte da Austrália com este clima, as myrtáceas ocorrem em praticamente todo o mundo (Joly, 1966).

Há duas grandes subfamílias de Myrtaceae: a Myrtoideae, muito dispersa pelo mundo embora mais freqüente na América tropical; e Leptospermoideae, também bastante dispersa, mas se desenvolve melhor na Austrália, Malásia e Polinésia (Cronquist, 1981).

Os maiores gêneros de Myrtaceae são *Eucalyptus* (500 espécies) e *Malaleuca* (100 espécies) em Leptospermoideae; *Eugenia* (600 espécies), *Myrcia* (300 espécies), *Syzygium* (200 espécies) e *Psidium* (100 espécies) em Myrtoideae (Cronquist, 1981).

Os espécimes de Myrtaceae são plantas lenhosas, arbustivas ou arbóreas, com folhas inteiras, de disposição alterna ou oposta e às vezes oposta cruzada, com estípulas muito pequenas. Suas flores são em geral brancas ou às vezes vermelhas, efêmeras hermafroditas, de simetria radial (Joly, 1966). Encontram-se inseridos nesta família desde pequenos arbustos de não mais que 2 m de altura, como a

Myrcia salzmanni, até grandes árvores com mais de 100 m, como algumas espécies de *Eucalyptus* nativas das florestas australianas (Cronquist, 1981).

Exemplos comuns na flora brasileira são goiabeira e araçazeiro (*Psidium*), jaboticabeira (*Myrciaria*), pitangueira, uvaia, grumixameira e cambucazeiro (*Eugenia*), araçá-felpudo (*Campomanesia*), cambuci (*Paivaea*) (Joly, 1966).

Dentre as cultivadas merecem especial destaque as introduzidas da Austrália, em geral com folhas alternas e fruto seco, capsular, como o eucalipto (*Eucalyptus globulus*). No gênero *Eucalyptus* há muitas espécies produtoras não somente de madeira mas também de óleos essenciais, além de espécies ornamentais com folhas vermelhas (Joly, 1966), como o *Eucalyptus citriodora*. Chás de suas folhas verdes são usados no tratamento da asma, asma cardíaca, afecções catarrais, adenites, bronquite, coqueluche, coriza, cistite, catarro da bexiga, disenteria, diabetes, febre, gripe, leucorréia, maleita, nefrite, rinite, tuberculose, nas afecções das vias respiratórias (sinusite), por aspiração do vapor do cozimento das folhas. Em forma de cataplasmas e compressas são empregadas para aliviar a dor em caso de ciática, gota, reumatismo e nevralgias. Como loções é usada como antiséptico, com efeito desinfetante e curativo. Seu óleo volátil é adstringente, febrífugo e tônico, sendo empregado em linimento nas dores reumáticas e musculares (Balbach, 1986).

Uma cultura mais ou menos recente entre nós é a do cravo ou craveiro-da-índia (*Caryophyllus aromaticus*), cujos botões florais são colhidos verdes para o preparo da especiaria. Outra espécie do mesmo gênero que é muito freqüente no litoral brasileiro é o jambeiro (*Syzygium jambolanum*), também chamado de jambolão ou de azeitona no Nordeste (jamelão; jambol; jambul; jalão). O jambeiro é uma árvore grande, muito comum no Brasil, com ramos e folhas dispostos aos pares, dando frutos no mês de fevereiro, sendo estes roxos – negros e quase insípidos. Suas sementes são usadas no tratamento do diabetes e sua casca é usada na forma de chás no tratamento da disenteria, hemorragia e leucorréia (Joly, 1966).

A Murta cultivada (*Myrtus communis*) é um arbusto de caule ereto, com folhas pequenas, opostas, inteiras, coriáceas e de pecíolo curto. Possui flores alvas, regulares e hermafroditas. Seu fruto é uma baga globulosa, azulada, com um cálice mais ou menos espesso na parte terminal. É usada como tonificante e estimulante; suas folhas secas são usadas na cicatrização do cordão umbilical, em banhos no tratamento da anemia, neurastenia, enfermidades reumáticas e na elefantíase (Balbach, 1986).

A alfavaca de cobra ou tiritana (*Parietaria officinalis*) é uma erva vivaz, de caule ereto, folhas lanceoladas, oblongas e inteiras, flores em glomérulos axilares e fruto aquênio, envolto em pirianto. Suas folhas são empregadas no tratamento de moléstias inflamatórias, anúria, hidropisia, moléstias das vias urinárias, artrismo agudo e crônico, afecções catarrais, males dos rins e, quando reduzidas a pó, no tratamento de feridas (Balbach, 1986).

O cambuazeiro (*Eugenia edulis*) é uma árvore muito conhecida no Brasil, produzindo o fruto cambucá, esférico de 6 a 9 cm de diâmetro, amarelo, poupa gelatinosa amarelo-avermelhada, espessa, doce e refrigerante. Suas folhas são usadas em infusões no tratamento de bronquite, coqueluche e tosse (Balbach, 1986).

As Myrtaceae brasileiras caracteristicamente possuem tronco de casca lisa, que se renova com cada estação de crescimento. Entre nós florescem, em geral, no início da primavera (Joly, 1966).

1.1.1. Aspectos Botânicos do Gênero *Myrcia*

As espécies do gênero *Myrcia* possuem panículas mircióides, constituídas de ramos opostos decussados (em forma de cruz) ou verticilados (inseridas em um só nó caulinar), sendo os inferiores geralmente mais longos, eretos ou patentes. Suas flores (Figura 01) geralmente se dispõem em grupos de três em três, todas sésseis (diretamente inseridas, sem pedículo ou haste de sustentação) ou com pedicelo curto. Apresentam hispânio mais ou menos desenvolvido, formado pela parede do receptáculo floral que pode ser campanulado, afunilado, globoso, anguloso ou liso, prolongado ou não acima do ovário (Barroso, 1991).

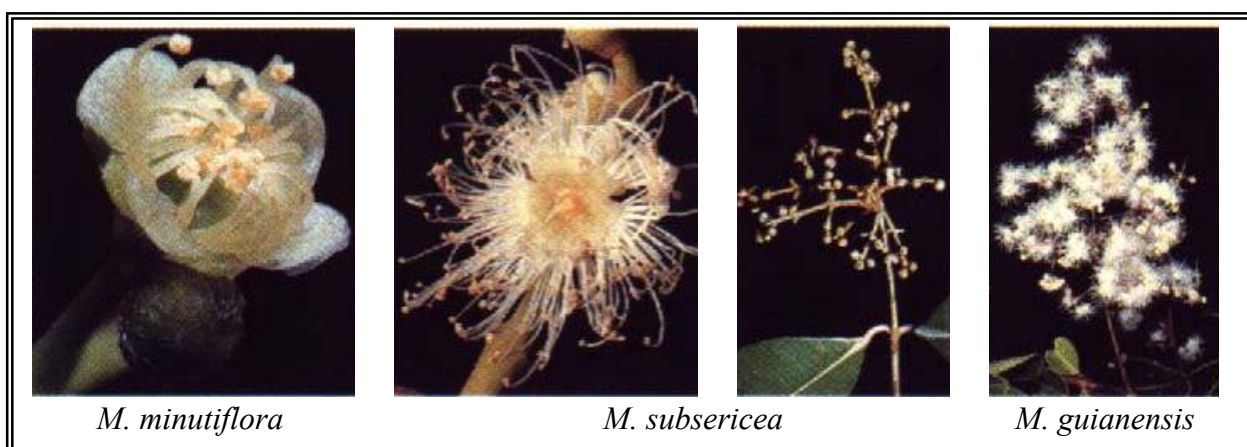


Figura 01: Fotos de flores de espécies do gênero *Myrcia* (Ribeiro, 1999, p. 419)

A espécie *M. rotundifolia* é um arbusto de aproximadamente dois metros de altura com folhas coriáceas, discolores e relativamente dispersas (Figura 02)



Figura 02: Folhas de *Myrcia rotundifolia*

No sul do Brasil são cultivadas algumas poucas espécies de *Myrcia*, originárias da Europa (Joly, 1966).

Uma planta muito utilizada na medicina popular para o tratamento do diabetes, especialmente na região Norte do Brasil, a pedra-hume-caá (planta insulina ou insulina vegetal) é um conjunto de espécies de *Myrcia* (*M. salicifolia*, *M. citrifolia*, *M. uniflora*, *M. multiflora* e *M. sphaerocarpa*). A *Myrcia uniflora* mostrou atividade biológica no combate ao diabetes em experiências com ratos. que são utilizadas na medicina popular para o tratamento de diabetes (Pepato et al, 1993). Estudos recentes demonstraram a presença de diversas substâncias com atividade biológica no combate ao diabetes em *M. multiflora* (Yoshikawa, et al, 1998; Matsuda et al, 2002).

1.2 Aspectos Químicos da Família Myrtaceae

Alguns tipos de metabólitos secundários têm sido isolados em espécies da família Myrtaceae (Tabela 01), tais como taninos (Tanaka *et al*, 1996; Yoshida *et al*, 1996; Lee, *et al*, 1997; Yang *et al*, 2000), flavonóides (Amaral, *et al*, 2001; Sarker *et al*, 2001; Wollenweber *et al*, 2000; Weston *et al*, 1999; Häberlein & Tschiersch, 1998; Slowing *et al*, 1994; Mayer, 1990) e terpenóides (Furuya *et al*, 1987; Santos *et al*, 1997; Lee, 1998; Siddiqui *et al*, 2000). Todavia, haja vista o expressivo número de espécies dessa família, mais de 3000, ainda há muito a ser estudado nessa família botânica.

Tabela 01: Estrutura de algumas substâncias isoladas de espécies de Myrtaceae

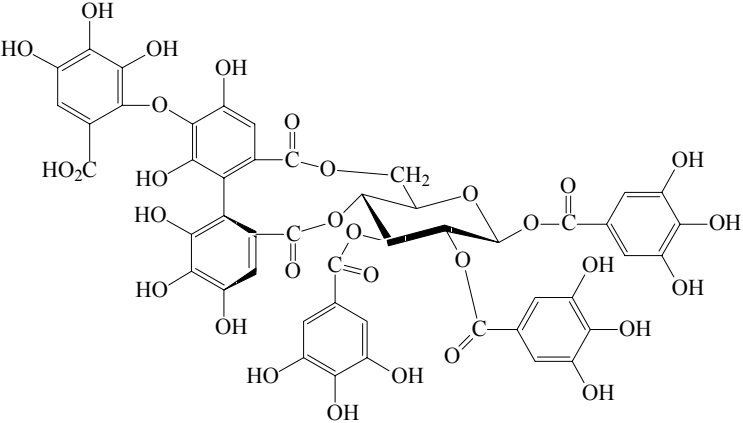
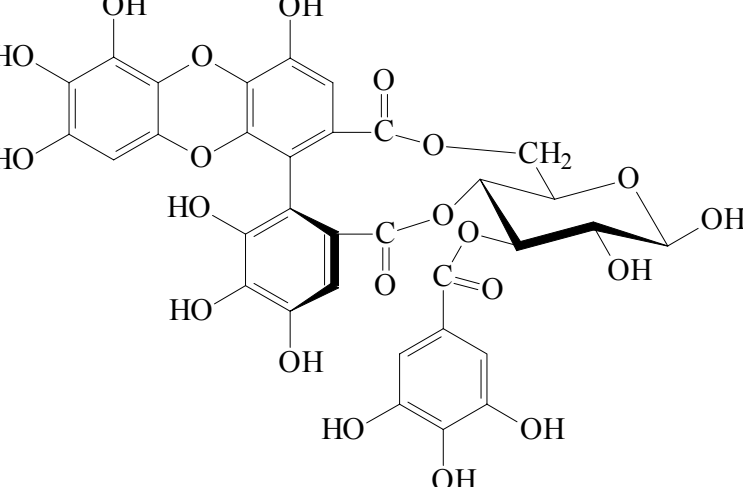
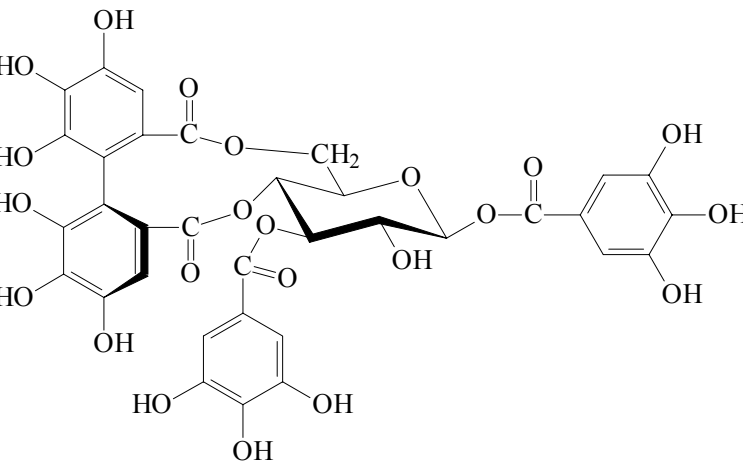
Espécie	Substância	Referência
<p><i>Syzygium aromaticum</i></p>	 <p>The structure of Syzyginina A features a central pyranose ring substituted with three gallic acid units. One gallic acid unit is attached to the C2 position of the pyranose ring via its ester group. The other two gallic acid units are attached to the C3 and C4 positions of the pyranose ring via their hydroxyl groups. The gallic acid unit at C2 also has a hydroxyl group at its C5 position, which is linked to a CH2 group that is further connected to the C6 position of the pyranose ring.</p> <p style="text-align: center;">Syzyginina A</p>	<p>Tanaka <i>et al</i>, 1996</p>
<p><i>S. aromaticum</i></p>	 <p>The structure of Syzyginina B is similar to Syzyginina A, but the gallic acid unit at the C2 position of the pyranose ring has a hydroxyl group at its C5 position instead of a CH2 group. The other two gallic acid units are attached to the C3 and C4 positions of the pyranose ring via their hydroxyl groups.</p> <p style="text-align: center;">Syzyginina B</p>	<p>Tanaka <i>et al</i>, 1996</p>
<p><i>Malaleuca leucadendron</i></p>	 <p>The structure of Telimagrandina features a central pyranose ring substituted with three gallic acid units. One gallic acid unit is attached to the C2 position of the pyranose ring via its ester group. The other two gallic acid units are attached to the C3 and C4 positions of the pyranose ring via their hydroxyl groups. The gallic acid unit at C2 has a hydroxyl group at its C5 position, which is linked to a CH2 group that is further connected to the C6 position of the pyranose ring.</p> <p style="text-align: center;">Telimagrandina</p>	<p>Yoshida <i>et al</i>, 1996</p>

Tabela 01: Continuação

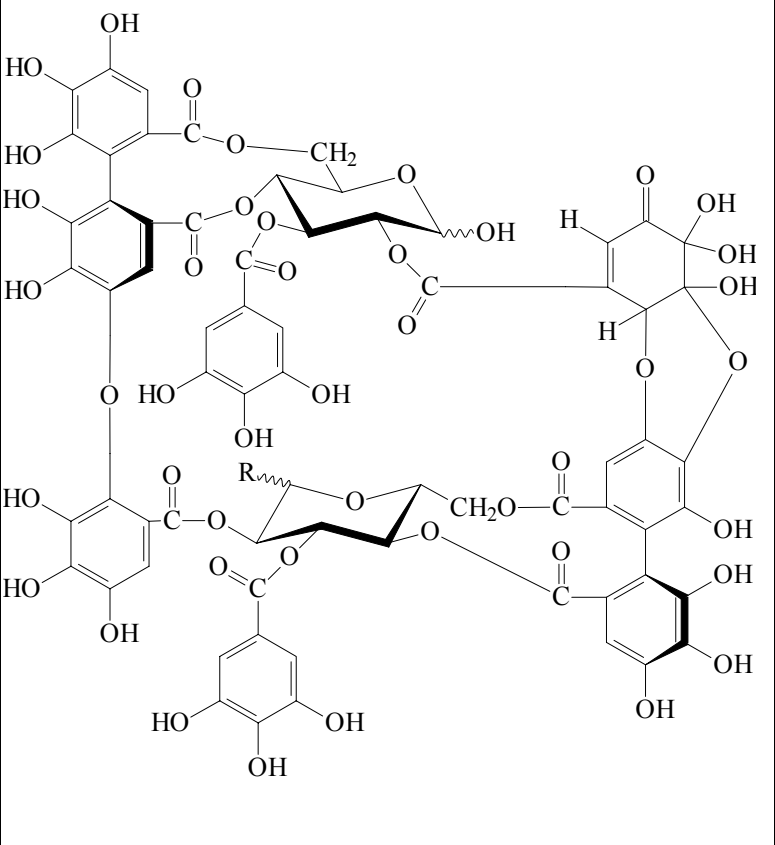
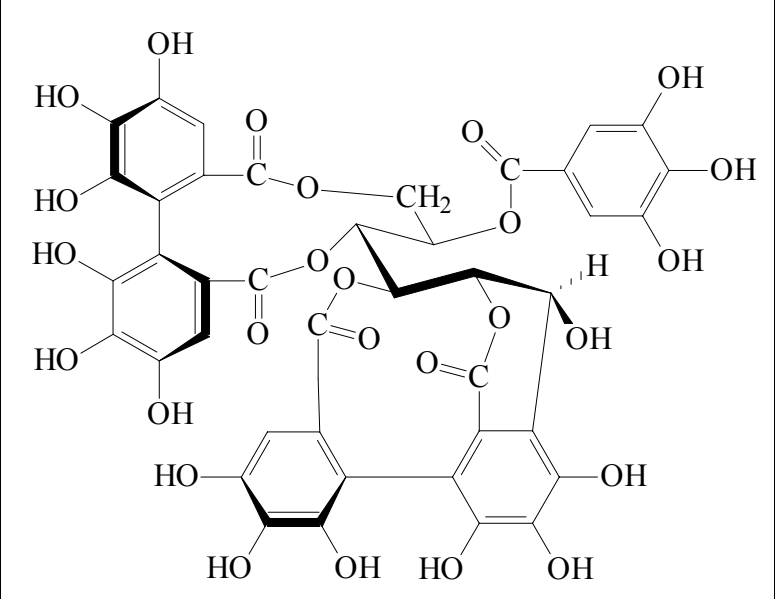
<p><i>E. uniflora</i></p>	 <p>The structure of Eugenioflogina D₂ is a complex polyphenolic compound. It features a central glucose molecule in its pyranose form, which is substituted at the C-1 position with a gallic acid moiety. The glucose ring is also substituted at the C-2, C-3, and C-6 positions with various phenyl groups. At C-2, there is a gallic acid moiety. At C-3, there is a gallic acid moiety. At C-6, there is a gallic acid moiety. Additionally, the glucose ring is substituted at the C-4 position with a gallic acid moiety. The structure is highly symmetrical and contains multiple hydroxyl groups on the phenyl rings.</p> <p>Eugenioflogina D₂</p>	<p>Lee <i>et al</i>, 1996</p>
<p><i>Eugenia jambos</i></p>	 <p>The structure of 1-O-galoil castalagina is a complex polyphenolic compound. It features a central glucose molecule in its pyranose form, which is substituted at the C-1 position with a gallic acid moiety. The glucose ring is also substituted at the C-2, C-3, and C-6 positions with various phenyl groups. At C-2, there is a gallic acid moiety. At C-3, there is a gallic acid moiety. At C-6, there is a gallic acid moiety. Additionally, the glucose ring is substituted at the C-4 position with a gallic acid moiety. The structure is highly symmetrical and contains multiple hydroxyl groups on the phenyl rings.</p> <p>1-O-galoil castalagina</p>	<p>Yang <i>et al</i>, 2000</p>

Tabela 01: Continuação

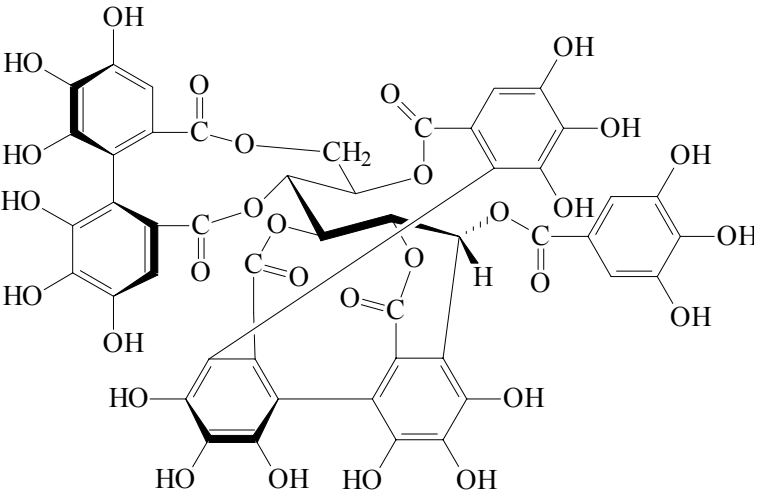
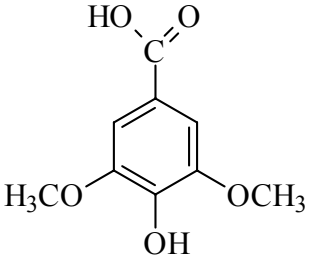
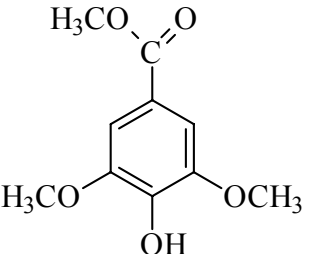
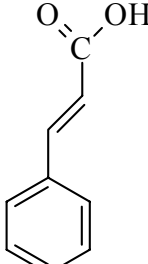
<p><i>E. jambos</i></p>	 <p>Casuarinina</p>	<p>Yang <i>et al</i>, 2000</p>
<p><i>Leptosper- mum scoparium</i></p>	 <p>Ácido siríngico</p>	<p>Weston <i>et al</i>, 1999.</p>
<p><i>Leptosper- mum scoparium</i></p>	 <p>Siringato de metila</p>	<p>Weston <i>et al</i>, 1999.</p>
<p><i>Leptosper- mum scoparium</i></p>	 <p>Ácido cinâmico</p>	<p>Weston <i>et al</i>, 1999.</p>

Tabela 01: Continuação

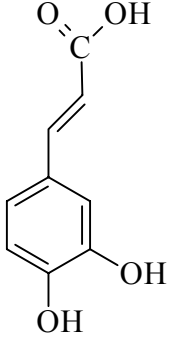
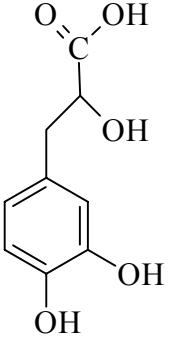
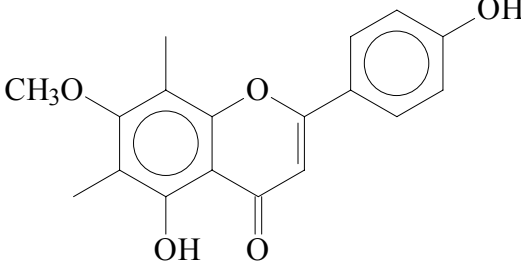
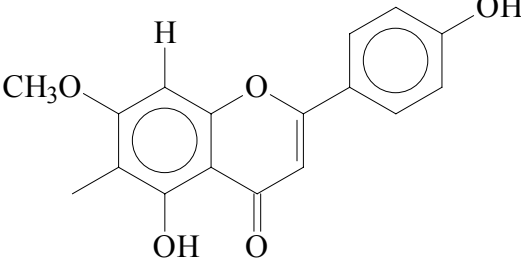
<p><i>Leptospermum scoparium</i></p>	 <p>Ácido cafeico</p>	<p>Weston <i>et al</i>, 1999.</p>
<p><i>Leptospermum scoparium</i></p>	 <p>Ácido 2-hidroxi-2-benzilacético</p>	<p>Weston <i>et al</i>, 1999.</p>
<p><i>Callistemon coccineus</i> <i>Eucalyptus saligna</i> <i>E. tereticornis</i></p>	 <p>Sideroxilina</p>	<p>Wollenweber <i>et al</i>, 2000; Sarker <i>et al</i>, 2001 Wang & Fugimoto, 1993</p>
<p><i>E. saligna</i> <i>E. tereticornis</i></p>	 <p>8-demetil-sideroxilina</p>	<p>Sarker <i>et al</i>, 2001 Wang & Fugimoto, 1993</p>

Tabela 01: Continuação

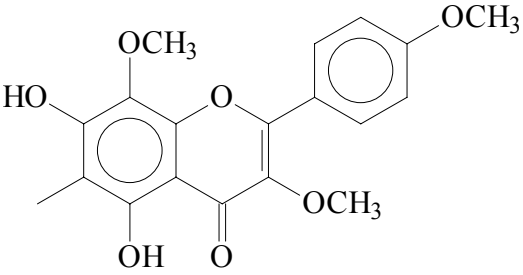
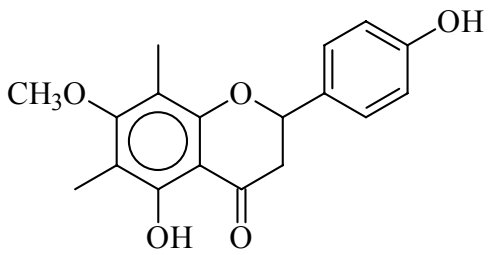
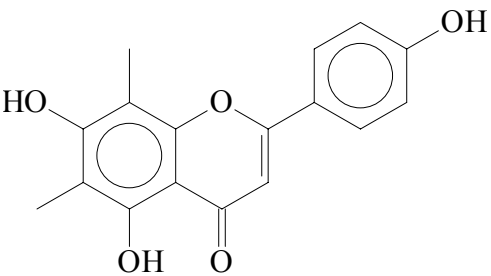
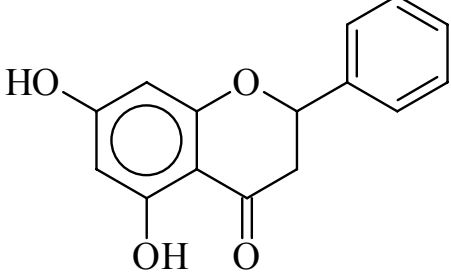
<p><i>Metrosideros robusta</i></p>	 <p>5,7-dihidroxi-3,8,4'-trimetoxi-6-C-metilflavona</p>	<p>Wollenweber <i>et al</i>, 2000</p>
<p><i>C. coccineus</i></p>	 <p>5,4'-dihidroxi-6-C-metil-7-metoxiflavanona (angoforol)</p>	<p>Wollenweber <i>et al</i>, 2000</p>
<p><i>C. acuminatus,</i> <i>C. juniperinus,</i> <i>C. rigidus,</i> <i>C. Salignus,</i></p> <p><i>Syzygium alternifolia</i></p>	 <p>6,8-dimetilapigenina (Syzalterina)</p>	<p>Wollenweber <i>et al</i>, 2000</p> <p>Rao & Rao, 1991</p>
<p><i>Leptospermum scoparium</i></p>	 <p>Pinocembrina</p>	<p>Mayer, 1990</p> <p>Weston <i>et al</i>, 1999</p>

Tabela 01: Continuação

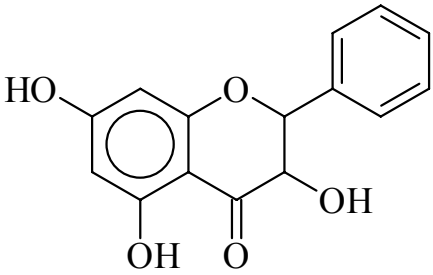
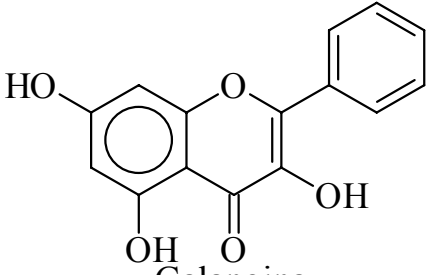
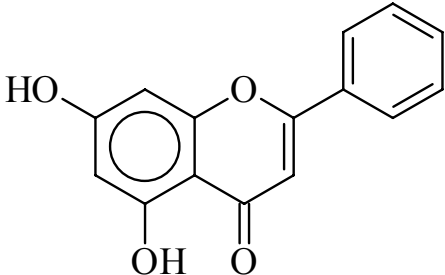
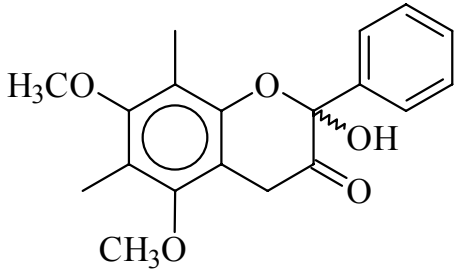
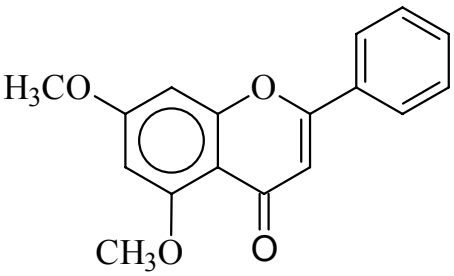
<p><i>Leptosper- mum scoparium</i></p>	 <p>Pinobankisina</p>	<p>Mayer, 1990</p>
<p><i>Leptosper- mum scoparium</i></p>	 <p>Galangina</p>	<p>Mayer, 1990 Weston <i>et al</i>, 1999.</p>
<p><i>Leptosper- mum scoparium</i></p>	 <p>Crisina</p>	<p>Mayer, 1990 Weston <i>et al</i>, 1999.</p>
<p><i>Leptosper- mum scoparium</i></p>	 <p>5-hidroxi-7-metoxi-6,8-dimetilflavan-3-ona</p>	<p>Häberlein & Tschiersch, 1998</p>
<p><i>Leptosper- mum scoparium</i></p>	 <p>5,7-dimetoxiflavona</p>	<p>Häberlein & Tschiersch, 1998</p>

Tabela 01: Continuação

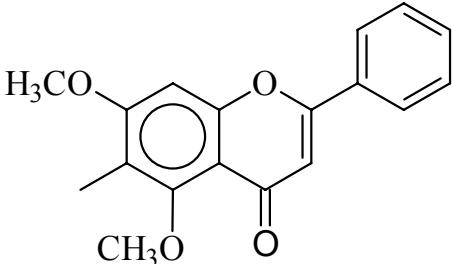
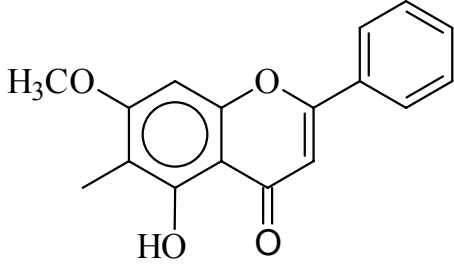
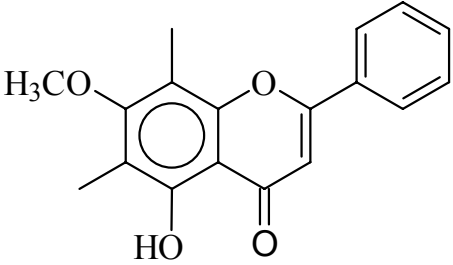
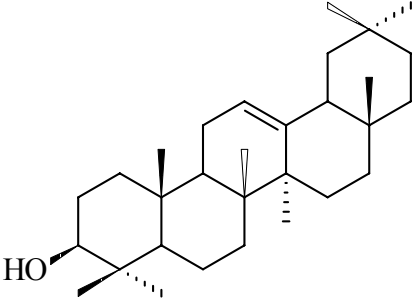
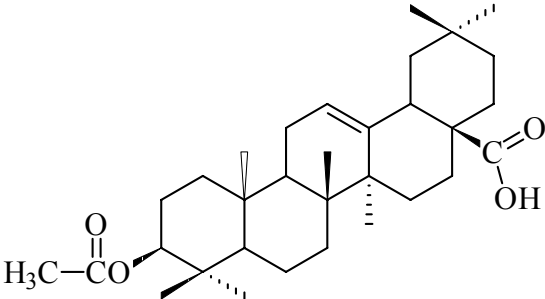
<p><i>Leptosper- mum scoparium</i></p>	 <p>5,7-dimetoxi-6-metilflavona</p>	<p>Häberlein & Tschiersch, 1998</p>
<p><i>Leptosper- mum scoparium</i></p>	 <p>5-hidroxi-7-metoxi-6-metilflavona</p>	<p>Häberlein & Tschiersch, 1998</p>
<p><i>Leptosper- mum scoparium</i></p>	 <p>5-hidroxi-7-metoxi-6,8-dimetilflavona</p>	<p>Häberlein & Tschiersch, 1998</p>
<p><i>Eucalyptus globulus</i> <i>Myrcia citrifolia</i></p>	 <p>β-amirina</p>	<p>Santos <i>et al</i>, 1997 Gottlieb <i>et al</i>, 1972</p>
<p><i>E. globulus</i></p>	 <p>Ácido acetiloleanóico</p>	<p>Santos <i>et al</i>, 1997</p>

Tabela 01: Continuação

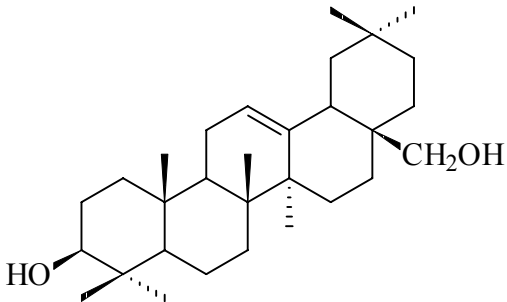
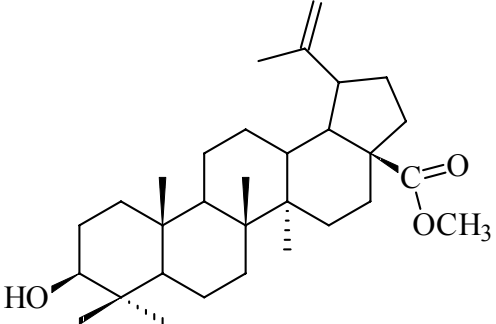
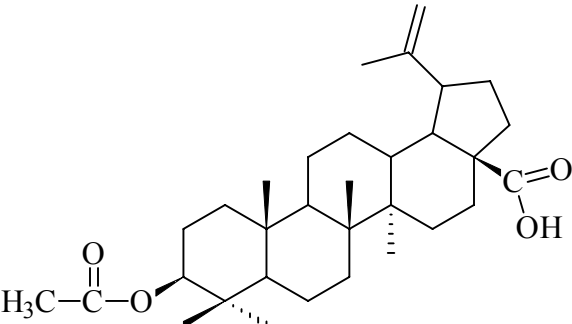
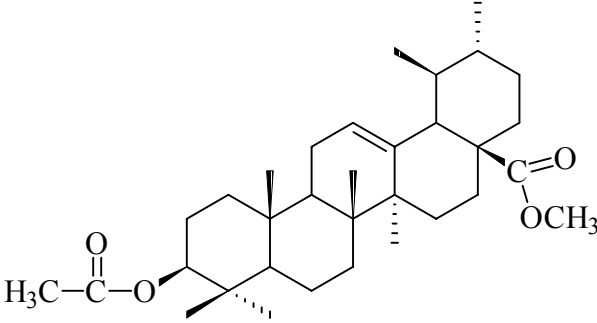
<p><i>E. globulus</i></p>	 <p>Eritrodiol</p>	<p>Santos <i>et al</i>, 1997</p>
<p><i>E. globulus</i></p>	 <p>Betulinato de metila</p>	<p>Santos <i>et al</i>, 1997</p>
<p><i>E. globulus</i></p>	 <p>Ácido 3β-acetil-betulínico</p>	<p>Santos <i>et al</i>, 1997</p>
<p><i>E. globulus</i></p>	 <p>3β-acetil-12-ursen-28-oato de metila</p>	<p>Santos <i>et al</i>, 1997</p>

Tabela 01: Continuação

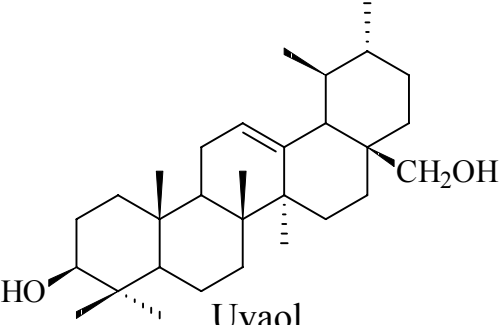
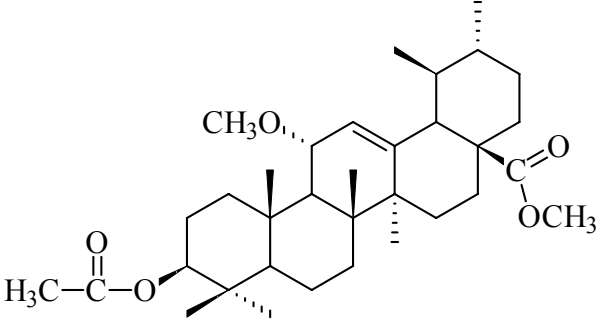
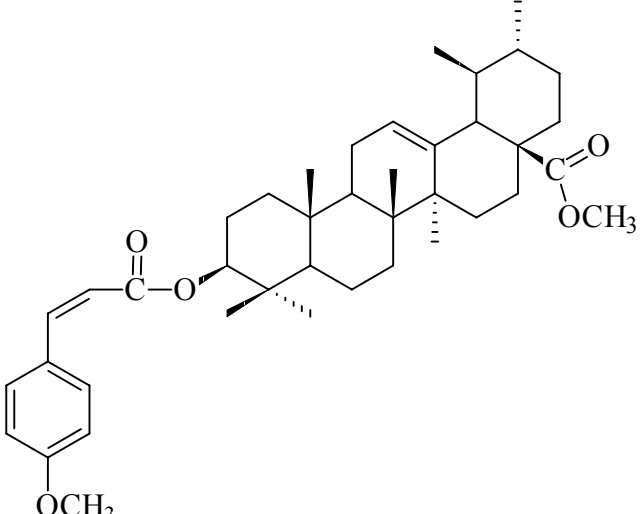
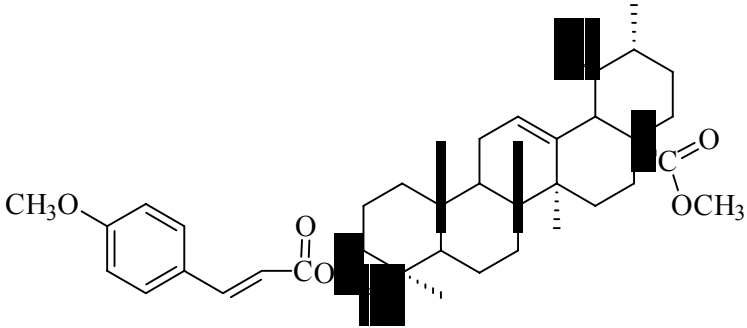
<p><i>E. globulus</i></p> <p><i>Leptospermum scoparium</i></p>	 <p>Uvaol</p>	<p>Santos <i>et al</i>, 1997</p> <p>Mayer, 1990</p>
<p><i>E. globulus</i></p>	 <p>3β-acetil-11α-metoxi-12-ursen-28-oato de metila</p>	<p>Santos <i>et al</i>, 1997</p>
<p><i>E. globulus</i></p>	 <p>3β-<i>cis-p</i>-metoxicinamoil-12-ursen-28-oato de metila</p>	<p>Santos <i>et al</i>, 1997</p>
<p><i>E. globulus</i></p>	 <p>3β-<i>trans-p</i>-metoxicinamoil-12-ursen-28-oato de metila</p>	<p>Santos <i>et al</i>, 1997</p>

Tabela 01: Continuação

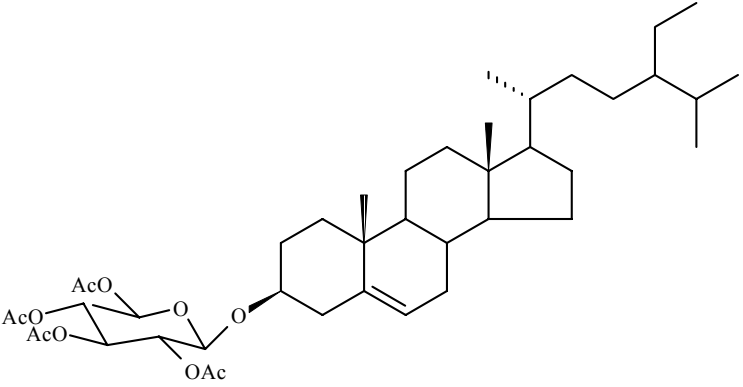
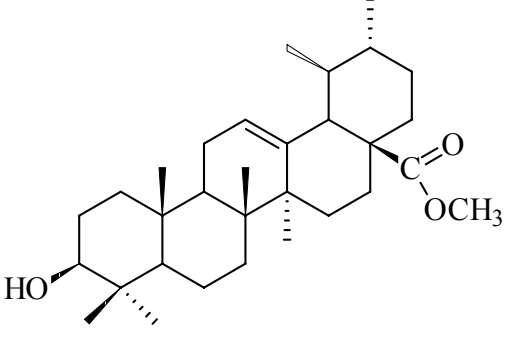
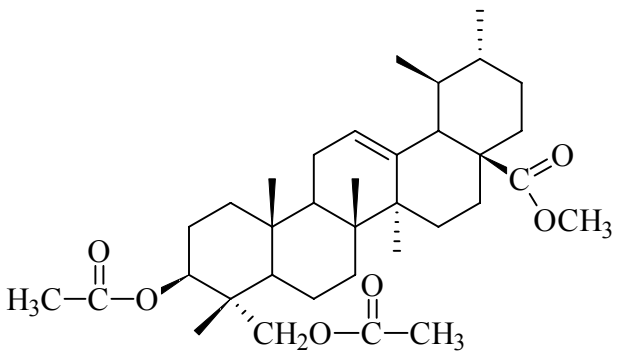
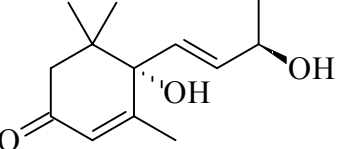
<p><i>E. globulus</i></p>	 <p>Tetraacetil daucosterol</p>	<p>Santos <i>et al</i>, 1997</p>
<p><i>E. globulus</i></p>	 <p>3β-hidroxi-12-ursen-28-oato de metila</p>	<p>Santos <i>et al</i>, 1997</p>
<p><i>E. globulus</i></p>	 <p>3β,23-diacetil-12-ursen-28-oato de metila</p>	<p>Santos <i>et al</i>, 1997</p>
<p><i>E. globulus</i></p>	 <p>Vomifoliol</p>	<p>Santos <i>et al</i>, 1997</p>

Tabela 01: Continuação

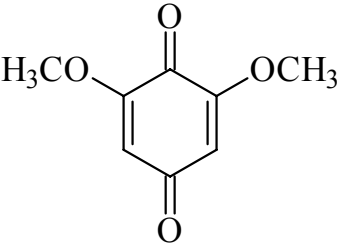
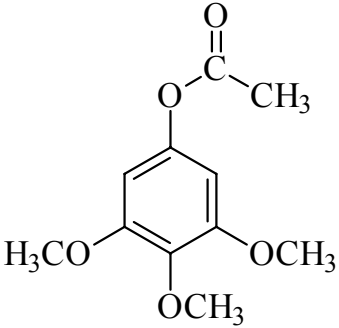
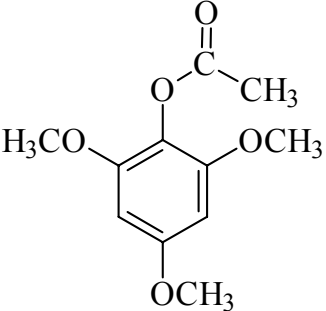
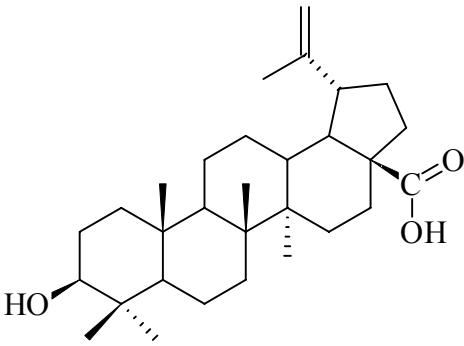
<p><i>E. globulus</i></p>	 <p>2,6-dimetoxi-<i>p</i>-benzoquinona</p>	<p>Santos <i>et al</i>, 1997</p>
<p><i>E. globulus</i></p>	 <p>Acetato de 3,4,5-trimetoxifenila</p>	<p>Santos <i>et al</i>, 1997</p>
<p><i>E. globulus</i></p>	 <p>Acetato de 2,4,6-trimetoxifenila</p>	<p>Santos <i>et al</i>, 1997</p>
<p><i>E. camaldulen- -sis</i></p>	 <p>Ácido betulínico</p>	<p>Siddiqui <i>et al</i>, 2000</p>

Tabela 01: Continuação

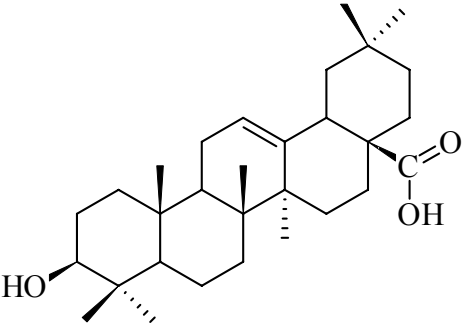
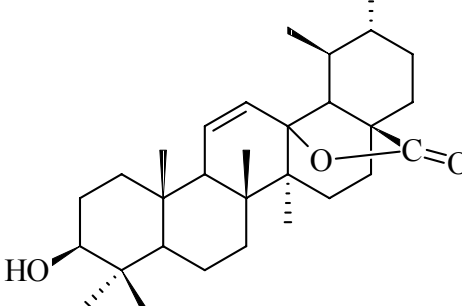
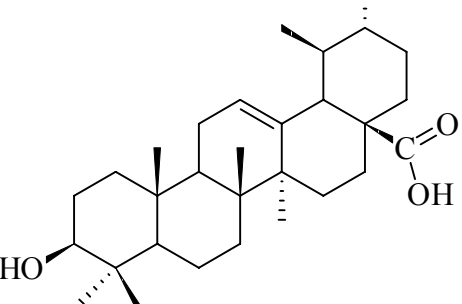
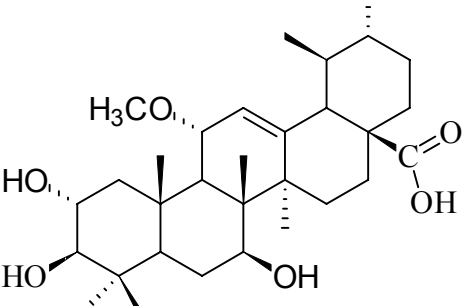
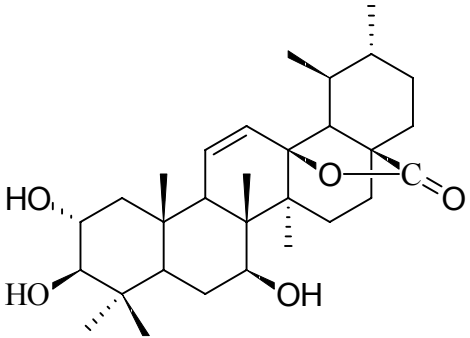
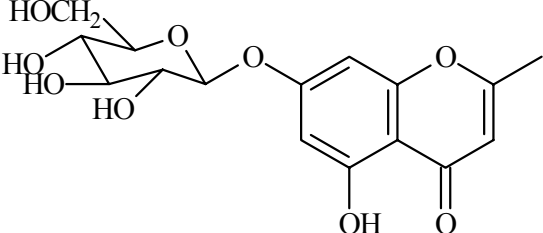
<p><i>E.camaldulen</i> -sis</p>	 <p>Ácido oleanólico</p>	<p>Siddiqui <i>et al</i>, 2000</p>
<p><i>E.camaldulen</i> -sis <i>E. tereticornis</i></p>	 <p>Lactona do ácido ursólico</p>	<p>Siddiqui <i>et al</i>, 2000 Wang & Fugimoto, 1993</p>
<p><i>E.camaldulen</i> -sis <i>E. tereticornis</i></p>	 <p>Ácido ursólico</p>	<p>Siddiqui <i>et al</i>, 2000 Wang & Fugimoto, 1993</p>
<p><i>E.camaldulen</i> -sis</p>	 <p>Ácido 2α,3β,7β-trihidroxi-11α-metoxi-urs-12-en-28-óico</p>	<p>Siddiqui <i>et al</i>, 2000</p>

Tabela 01: Continuação

<p><i>E.camaldulen</i> -sis</p>	 <p>2α,3β,7β-trihidroxi-urs-11-en-28,13β-olideo</p>	<p>Siddiqui <i>et al</i>, 2000</p>
<p><i>E. tereticornis</i></p>	 <p>Undulatosídeo</p>	<p>Wang & Fugimoto, 1993</p>

1.2.1. Aspectos Químicos do Gênero *Myrcia*

Muito pouco se tem estudado acerca da química do gênero *Myrcia*, sendo que os raros trabalhos encontrados na literatura são com espécies do Brasil. Algumas das espécies denominadas pela medicina popular de “planta insulina” têm sido alvo de investigações fitoquímicas. Numa série de trabalhos publicados com *M. multiflora* DC, foram isolados flavonóides e acetofenonas glicosilados, compostos que apresentaram atividade antidiabética (Yoshikawa, *et al*, 1998; Matsuda *et al*, 2002). Num outro trabalho de um grupo brasileiro (Gottlieb *et al*, 1972) foram isolados um flavonóide (eucaliptina) e um triterpeno (β -amirina) de *M. citrifolia* (Tabela 02).

Tabela 02: Substâncias isoladas de espécies do gênero *Myrcia*

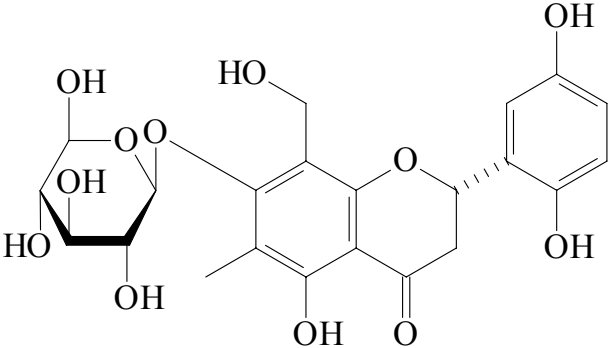
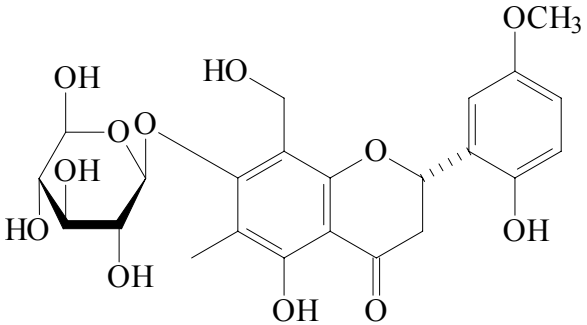
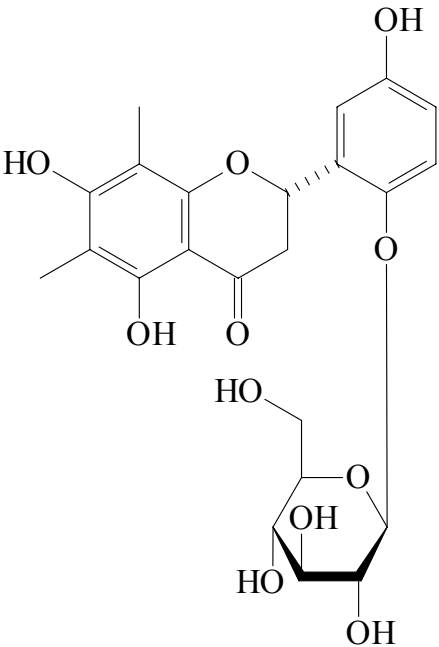
Espécie	Substância	Referência
<i>M. multiflora</i>	 <p style="text-align: center;">Myrciacitrina I</p>	Yoshikawa, <i>et al</i> , 1998
<i>M. multiflora</i>	 <p style="text-align: center;">Myrciacitrina II</p>	Yoshikawa, <i>et al</i> , 1998
<i>M. multiflora</i>	 <p style="text-align: center;">Myrciacitrina III</p>	Matsuda <i>et al</i> , 2002

Tabela 02: Continuação

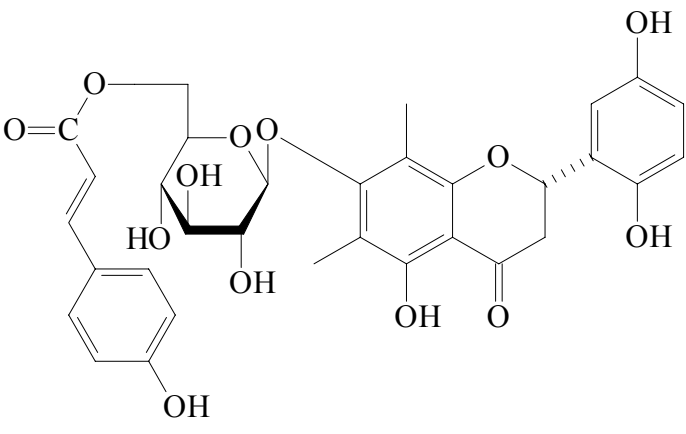
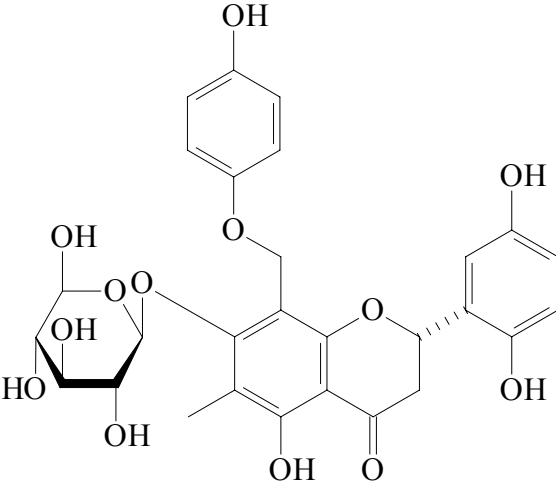
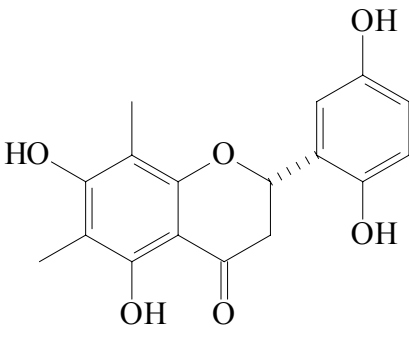
<p><i>M. multiflora</i></p>	 <p>Myrciacitrina IV</p>	<p>Matsuda <i>et al</i>, 2002</p>
<p><i>M. multiflora</i></p>	 <p>Myrciacitrina V</p>	<p>Matsuda <i>et al</i>, 2002</p>
<p><i>M. multiflora</i></p>	 <p>Myrciacetina</p>	<p>Yoshikawa, <i>et al</i>, 1998</p>

Tabela 02: Continuação

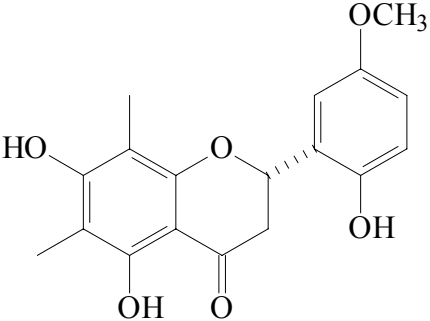
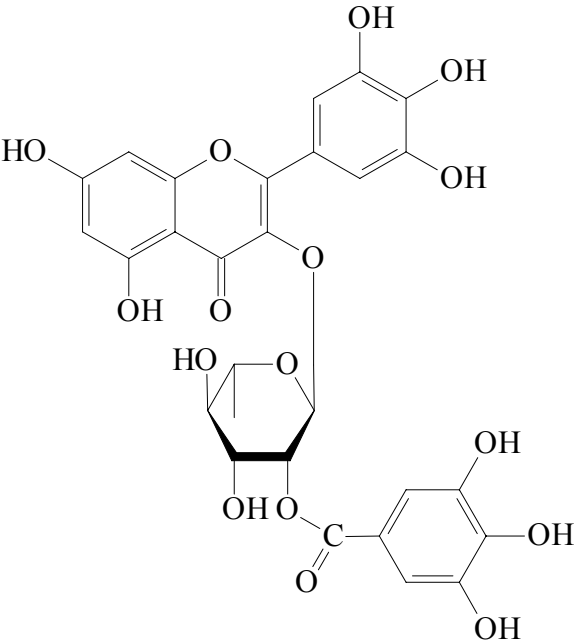
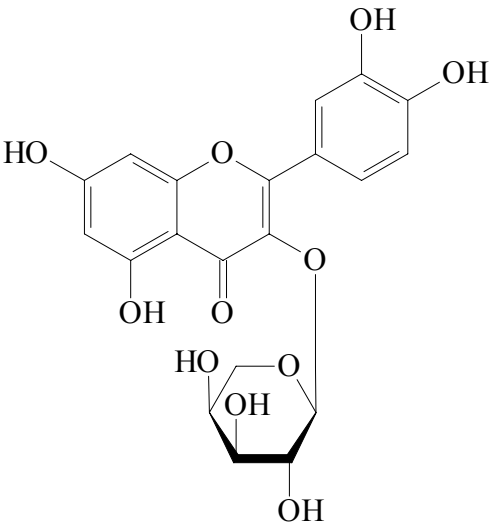
<p><i>M. multiflora</i></p>	 <p>Metoximatteucina</p>	<p>Yoshikawa, <i>et al</i>, 1998</p>
<p><i>M. multiflora</i></p>	 <p>1-desmantina</p>	<p>Yoshikawa, <i>et al</i>, 1998</p>
<p><i>M. multiflora</i></p>	 <p>Guaijaverina</p>	<p>Yoshikawa, <i>et al</i>, 1998</p>

Tabela 02: Continuação

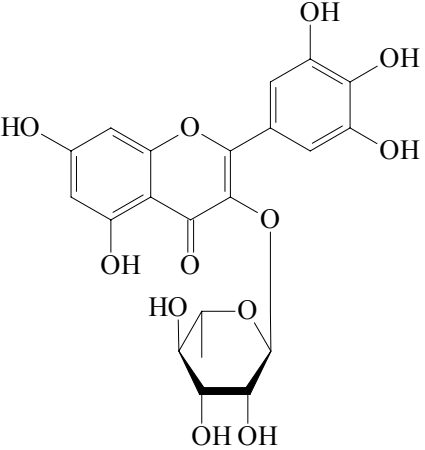
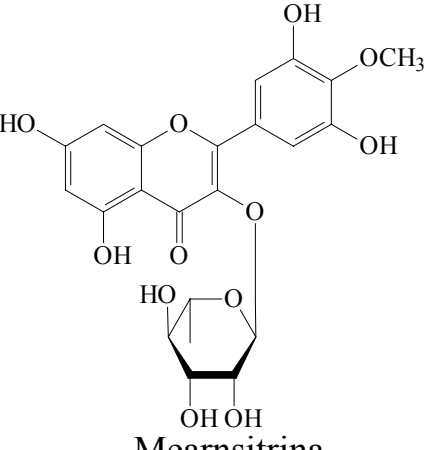
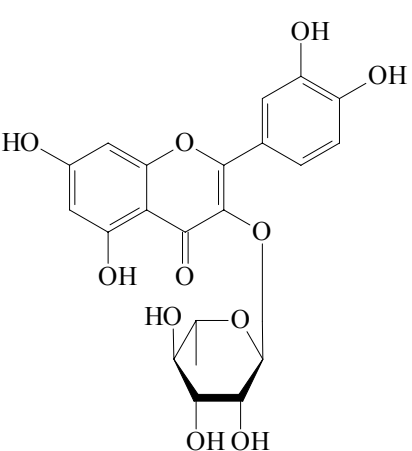
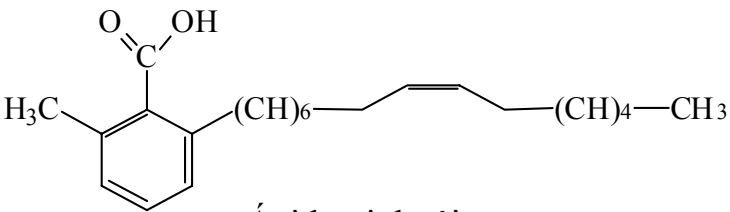
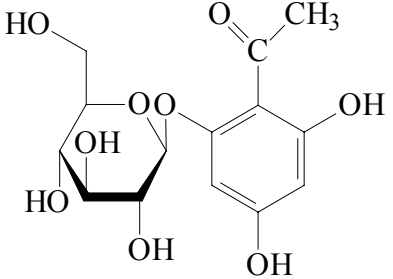
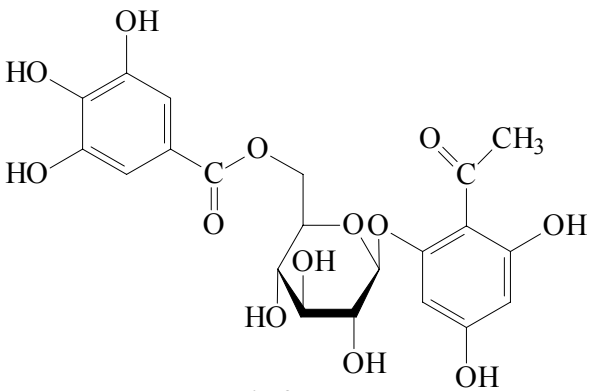
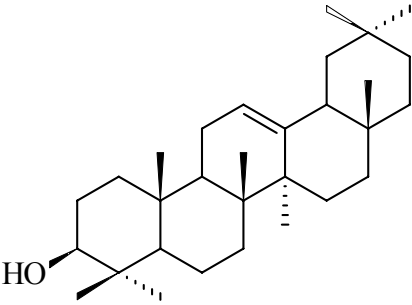
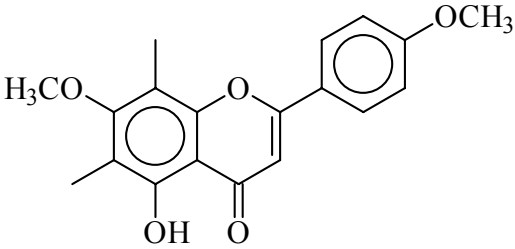
<p><i>M. multiflora</i></p>	 <p>Myricitrina</p>	<p>Yoshikawa, <i>et al</i>, 1998</p>
<p><i>M. multiflora</i></p>	 <p>Meansitrina</p>	<p>Yoshikawa, <i>et al</i>, 1998</p>
<p><i>M. multiflora</i></p>	 <p>Quercitrina</p>	<p>Yoshikawa, <i>et al</i>, 1998</p>
<p><i>M. multiflora</i></p>	 <p>Ácido ginkgóico</p>	<p>Yoshikawa, <i>et al</i>, 1998</p>

Tabela 02: Continuação

<p><i>M. multiflora</i></p>	 <p>Myrciafenona A</p>	<p>Yoshikawa, <i>et al</i>, 1998</p>
<p><i>M. multiflora</i></p>	 <p>Myrciafenona B</p>	<p>Yoshikawa, <i>et al</i>, 1998</p>
<p><i>M. citrifolia</i></p>	 <p>β-amirina</p>	<p>Gottlieb <i>et al</i>, 1972</p>
<p><i>M. citrifolia</i></p>	 <p>Eucaliptina</p>	<p>Gottlieb <i>et al</i>, 1972</p>

1.3 Óleos Voláteis na Família Myrtaceae – Atividades Biológicas

A extração de óleos e aromas de plantas é feita há muito tempo pelo homem, com as mais diversos fins, seja para cura de doenças, aromatizar ambientes ou pessoas, bem como em rituais religiosos.

Na Bíblia, há relatos do uso de ervas aromáticas na formulação de incenso em rituais religiosos do templo israelita (Êxodo 30). Óleos essenciais, particularmente o óleo de turpentina, são conhecidos desde o Egito antigo (Newman, 1972).

O processo de obtenção de óleos por extração com gordura, também chamado de “enfleurage”, é conhecido desde o início da Idade Média. Atualmente, essa técnica praticamente se restringe à extração de aromas de flores (Borg-Karlson *et al*, 1994).

Arnald de Villanova, que morreu em 1311, descreve óleos obtidos de alecrim e salva. Seu “*oleum mirabile*” era uma solução alcoólica de óleo de turpentina e óleo de alecrim (Newman, 1972).

O desenvolvimento da chamada “arte da destilação” no século XVI é registrado em livros como “Liber de Arte Distilland” de Brunschwing e “Krauterbuch” de Lonicer. Em 1592 a edição de Nuremburg de “*Dispensatorium Valerii Cordi*” foi escrita, descrevendo cerca de 61 óleos, nos quais estavam incluídos os óleos de turpentina e alecrim, entre outros (Newman, 1972).

Há evidências nos escritos de Walter Ryff de Strasburg em 1550 e de Quercetamus em 1607 da existência de um tipo de indústria de óleo essencial na França, produzindo óleo de lavanda e outros. A “água de colônia” aparece no início do século XVIII, na Europa. Dados físicos e químicos de muitos óleos foram registrados nos trabalhos de Dumas e Berthelot desde 1830 (Newman, 1972).

Mais recentemente, além da hidrodestilação e da destilação por arraste com vapor de água, alguns trabalhos têm sido publicados utilizando-se fluido supercrítico para extração de óleos (Povh *et al*, 2001; Catalin & Anitescu, 1998; Sovová *et al*, 1994).

Reconhecidamente, a família Myrtaceae possui inúmeras espécies produtoras de óleos essenciais, sendo que há inúmeras publicações que tratam da composição química desses óleos (Smith & Siwatibau, 1975; Wilson & Shaw, 1978; Flynn *et al*, 1979; Weston, 1984; Franich, 1985; Shaw *et al*, 1989; Egerton-Warburton & Ghisalberti, 1995; Brophy *et al*, 1998; Menut *et al*, 1999; Menut *et al*, 2000; Giamakis *et al*, 2001). Há ainda um interesse crescente no estudo das variações da composição química dos óleos voláteis de maneira geral, a qual é o reflexo mais imediato das reações das plantas às condições ambientais; estudos têm sido feitos especialmente com objetivos ecológicos.

Estudos da composição química de óleos essenciais de espécies do gênero *Myrcia* têm sido publicados por pesquisadores brasileiros em colaboração com pesquisadores da França (Henriques *et al*, 1997).

Muitos trabalhos para o estudo da variação de óleos voláteis com espécies de Myrtaceae têm sido publicados (Scora, 1973; da Silva *et al*, 1984; Li *et al*, 1996; Egerton-Warburton *et al*, 1998; Lee *et al*, 2002; Ireland *et al*, 2002), contudo não encontramos relatos desses tipo de trabalho em espécies do gênero *Myrcia*.

Através do estudo da composição química de óleos essenciais de Myrtaceae têm sido desenvolvidos trabalhos também em quimiotaxonomia e em bioquímica sistemática (Dunlop *et al*, 2000; Perry *et al*, 1997a; Perry *et al*, 1997b; Southwell & Stiff, 1990). Há também estudos de avaliação de aplicabilidade industrial de óleos essenciais de Myrtaceae (Silvestre *et al*, 1997).

Diversos tipos de atividades biológicas já foram investigadas para os óleos em Myrtaceae: antimicrobiana (Lis-Balchin *et al*, 2000; Porter & Wilkins, 1998),

bactericida (Cimanga *et al*, 2002; Jedlicková *et al*, 1992; Ramanoelina *et al*, 1987; Low *et al*, 1974), fungitóxica (D'Auria, *et al*, 2001), citotóxica (Hayes & Markovic, 2002), anticonvulsivante (Pourgholami, *et al*, 1999). Não obstante, muito pouco tem sido feito nas Myrtaceae brasileiras.

1.4 Terpenos

Os terpenos são a maior e mais diversa classe de produtos naturais (Seigler, 1988, p.312), contando com mais de 29.000 substâncias descritas na literatura, incluindo os esteróides (Adam & Zapp, 1998). São estruturas do tipo C-10 (monoterpenos), C-15 (sesquiterpenos), C-20 (diterpenos), C-25 (sesterpenos), C-30 (triterpenos) e C-40 (tetraterpenos).

Todos os terpenos têm um precursor biossintético comum, o difosfato de isopentenila (IPP). Não obstante, duas rotas biossintéticas são atualmente propostas para o IPP: a rota do mevalonato (única proposta até a década de 1990); e a rota da triose/piruvato (recentemente proposta). As duas rotas são esquematizadas a seguir (Adam & Zapp, 1998).

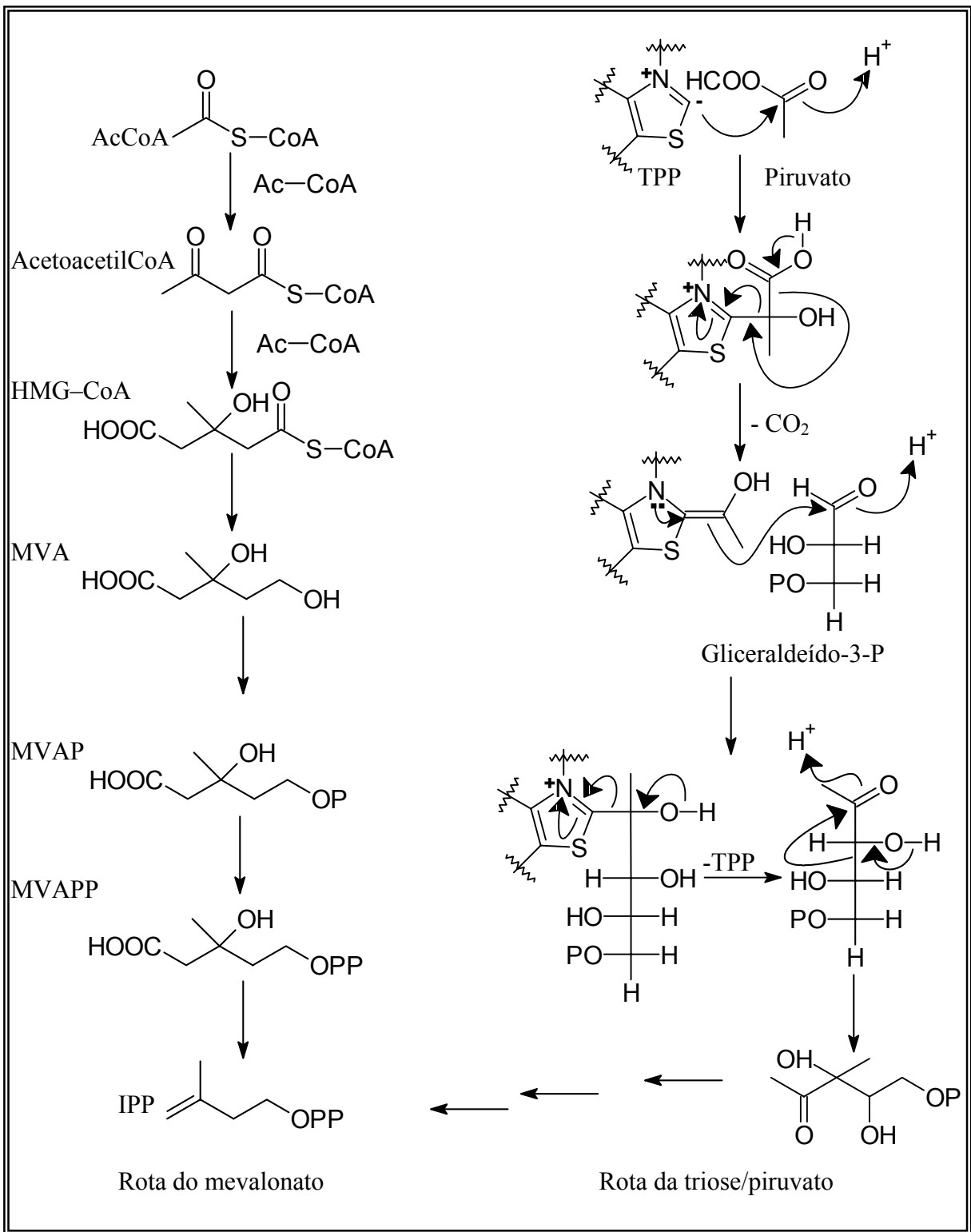


Figura 03: Rotas biossintéticas para o IPP

1.4.1 Monoterpenos

Monoterpenos são compostos com 10 átomos de carbono, derivados da condensação de duas unidades isoprênicas. Um precursor comum dos monoterpenos é o pirofosfato de geranila, o qual é formado a partir do IPP (Figura 04).

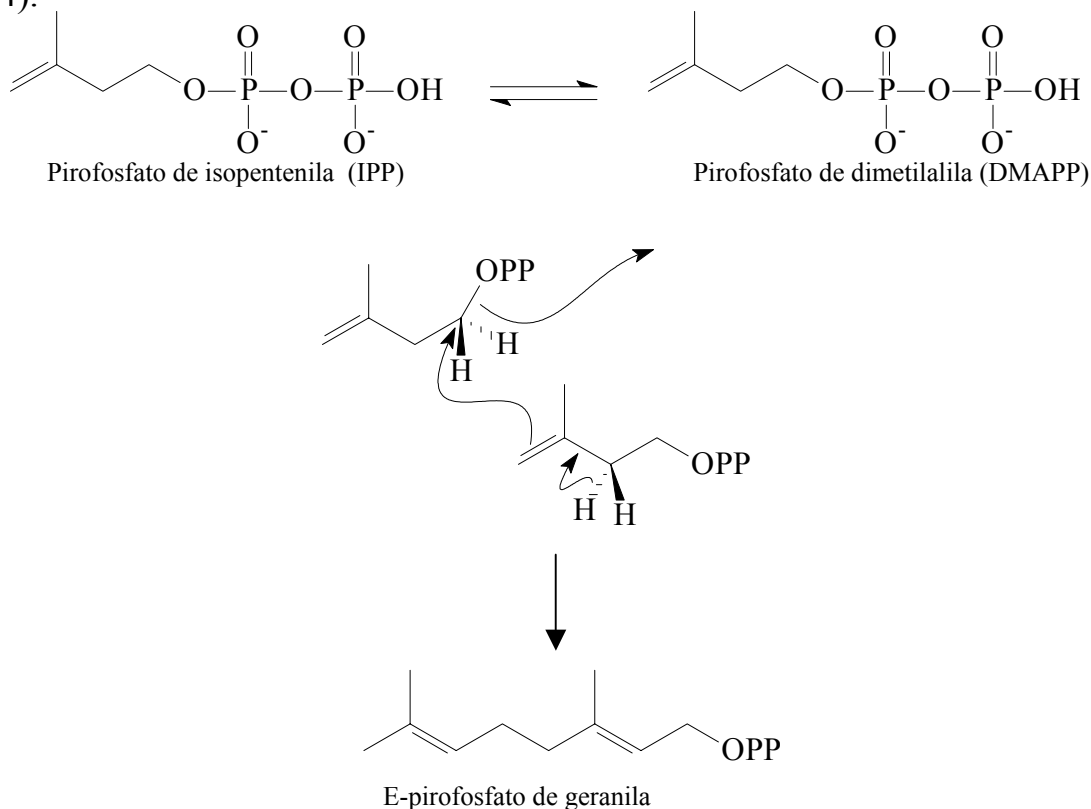


Figura 04: Formação do precursor geral dos monoterpenos, o E-pirofosfato de geranila

A grande fonte natural de monoterpenos são os óleos essenciais das plantas. Recentemente a extração com fluido supercrítico tem sido utilizada para extração de óleos essenciais para evitar a decomposição dos monoterpenos e dos sesquiterpenos (Siegler, 1998, p. 326).

O maior componente psicoativo da *Cannabis sativa* (Cannabiaceae) é um derivado de monoterpene, o tetrahydrocannabinol (Kajima & Piraux, 1982) (Figura 05).

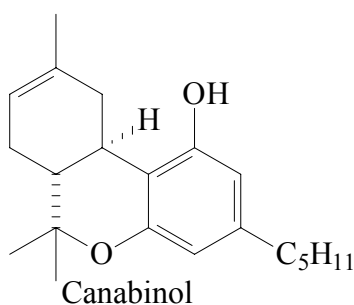


Figura 05: Estrutura do canabinol, principal componente psicoativo da *Cannabis sativa* (maconha)

Muitos monoterpenos são utilizados com fins medicinais. Compostos como a cânfora e o mentol (Figura 06) são utilizados como auxiliares em analgésicos locais e como componentes de linimentos; outros como o ascaridol e o eucaliptol (Figura 06) são utilizados como anti-helmínticos. Há também muitos monoterpenos que são agentes alelopáticos como o α -pineno, β -pineno e o *p*-mentano-3,8-*cis*-diol (Figura 06). Naturalmente, por serem muito voláteis, alguns monoterpenos funcionam como caimônios, como a carvona (Figura 06) (Siegler, 1998, p. 346).

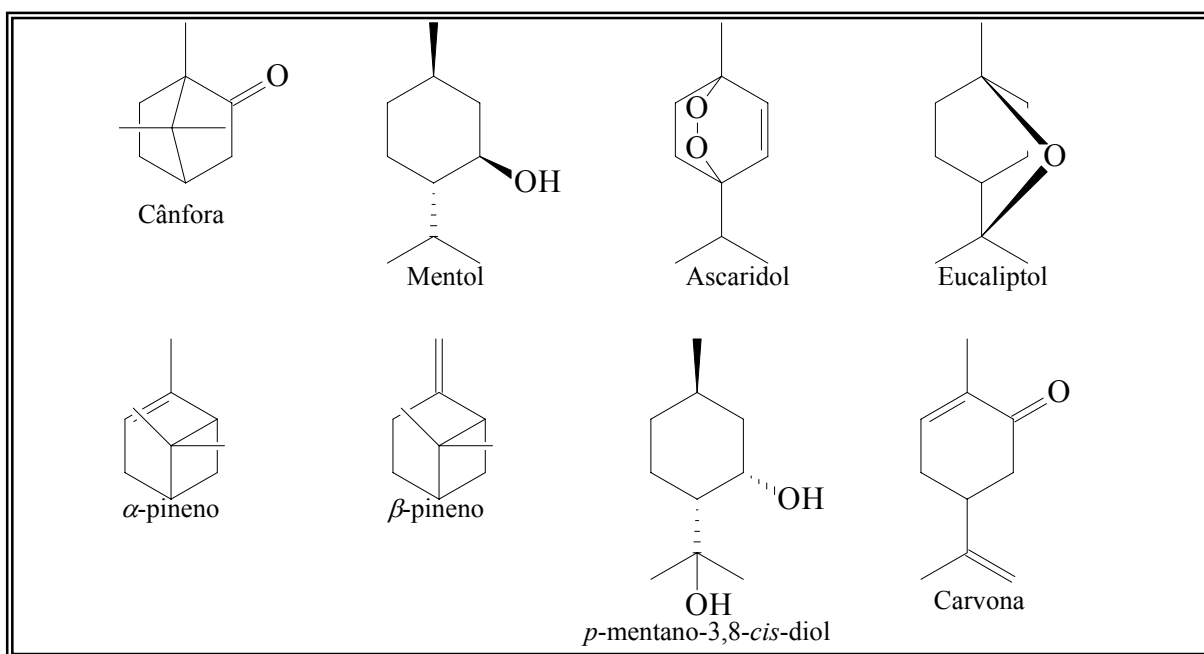


Figura 06: Estrutura de alguns monoterpenos com atividade biológica

1.4.2 Sesquiterpenos

É o tipo mais numeroso de terpenos com aproximadamente 5000 compostos conhecidos, com mais de 200 esqueletos diferentes. Sua distribuição nas plantas é basicamente a mesma dos monoterpenos, sendo que os sesquiterpenos hidrocarbonetos também são muito comuns em óleos essenciais (Siegler, 1998, p. 367).

O pirofosfato de E,E-farnesila (Figura 07) é o precursor biossintético comum dos sesquiterpenos (Siegler, 1998, p. 369), o qual é formado a partir da condensação de três unidades de IPP em seqüência de modo análogo que para os monoterpenos (Figura 04).

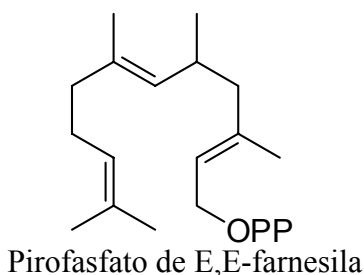


Figura 07: Estrutura do pirofosfato de E,E-farnesila (precursor dos sesquiterpenos)

Muitos sesquiterpenos apresentam atividades biológicas da mais diversas. Alguns como o β -bisaboleno e o bergamoteno são agentes alelopáticos, inibindo o crescimento das raízes (Figura 08).

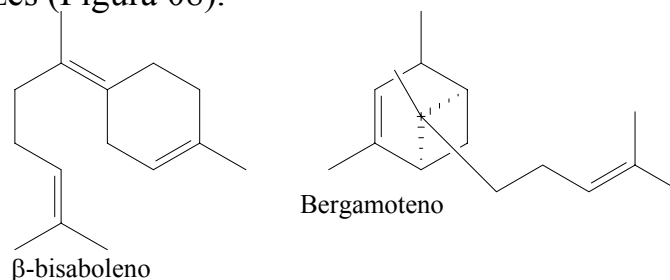


Figura 08: Estruturas de sesquiterpenos que são agentes alelopáticos

Outros sesquiterpenos são fitoalexinas como o capsidiol e o hemigossipol (Figura 09) (Siegler, 1998, p. 378)

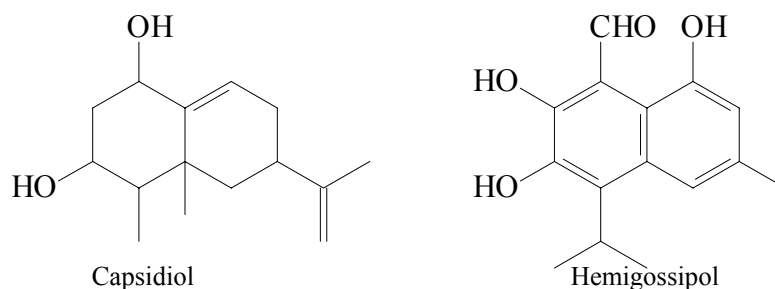


Figura 09: Estruturas de fitoalexinas sesquiterpênicas

Outros ainda como o debneiol (Figura 10) possuem atividade fungitóxica (Siegler, 1998, p. 377); já o gossipol (Figura 10), que é um dímero de sesquiterpeno, apresenta propriedades contraceptivas em animais machos (Siegler, 1998, p. 376).

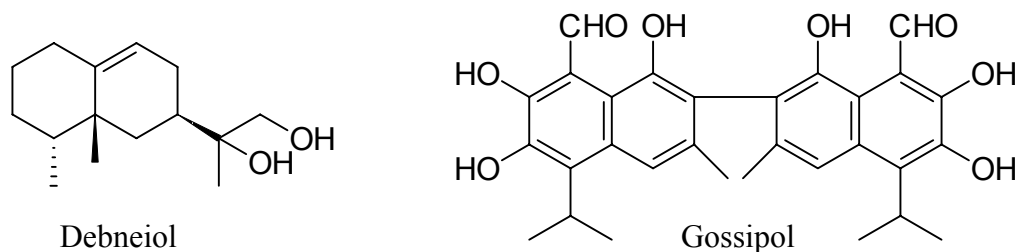


Figura 10: Estruturas do debneiol, sesquiterpeno com atividade fungitóxica, e do gossipol, sesquiterpeno com atividade contraceptiva

Há ainda sesquiterpenos que são cairomônios como o α -copaeno (Figura 11) e sinomônios como o τ -muurolol (Figura 11) (Siegler, 1998, p. 381)

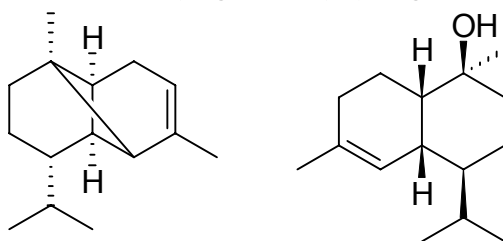


Figura 11: Estrutura dos sesquiterpenos α -copaeno (cairomônio) e do τ -muurolol (sinomônio)

1.4.3 Triterpenos

Triterpenos são compostos com 30 átomos de carbono derivados do IPP. Mais de 4000 triterpenóides já foram isolados e identificados. A maioria dos triterpenos possui esqueleto derivado da ciclização do 2,3-epóxido de esqualeno, que leva ao cicloartenol (Figura 12) e a outros triterpenos subsequentes (Mahato & Sen, 1997).

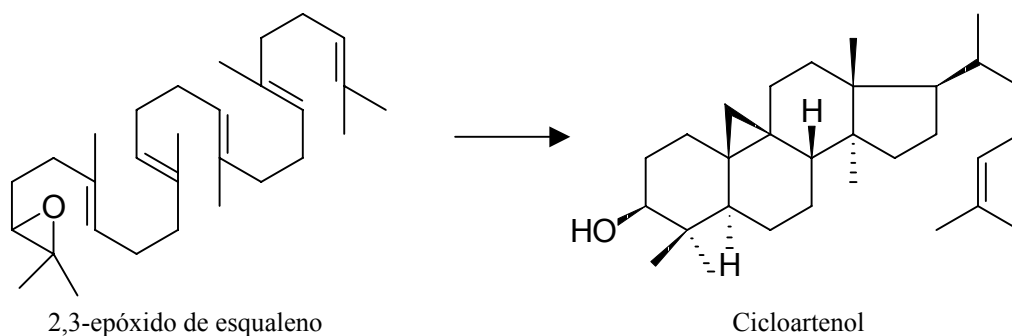


Figura 12: Estrutura do 2,3-epóxido de esqualeno (numa conformação favorável à ciclização) e do cicloartenol resultante da ciclização

Os triterpenos são precursores dos esteróides, encontrados especialmente nas membranas celulares. Esteróides como o β -sitosterol, o estigmasterol e o campesterol (Figura 13) são muito comuns em plantas (Siegler, 1998, p. 427).

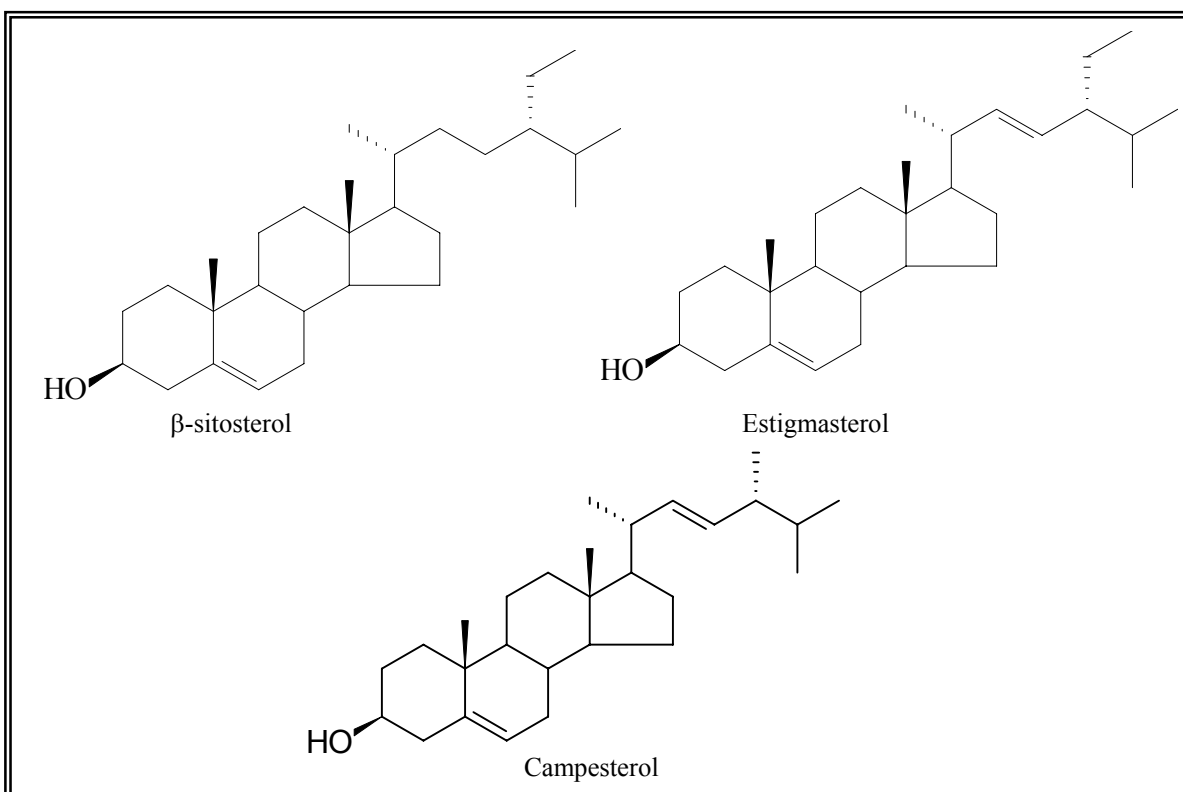


Figura 13: Estruturas dos esteróides β -sitosterol, estigmasterol e campesterol comuns em plantas

Muitas atividades biológicas têm sido detectadas nos triterpenos, dando-lhes uma importância terapêutica e comercial (Mahato & Sen, 1997). Dentre as atividades já comprovadas encontram-se atividade anti-Aids como dos triterpenos ácido betulínico (Fujioka *et al*, 1994) e ácido morônico (Ito *et al*, 2001) e atividade antimicrobiana como do triterpeno cicloartenona (Singh & Dubey, 2001) (Figura 24).

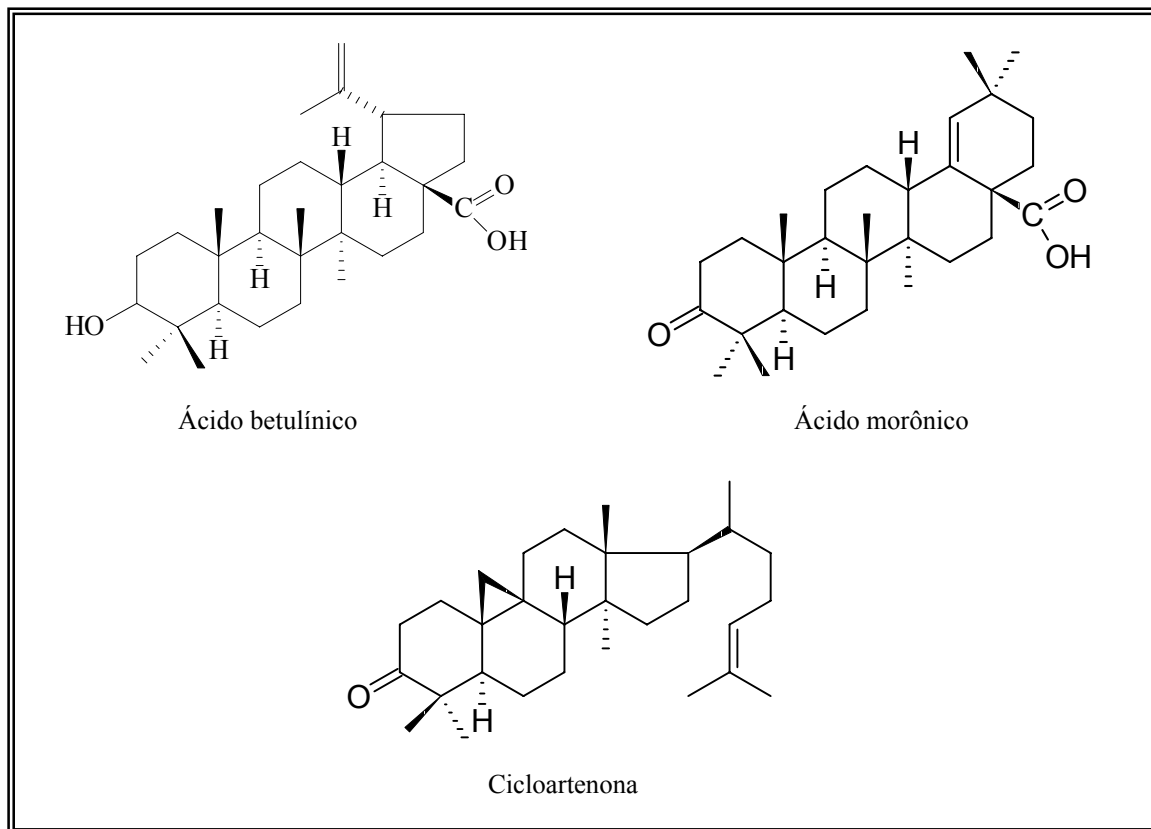


Figura 14: Estruturas dos triterpenos ácido betulínico, ácido morônico e cicloartenona