

O papel dos metabólitos secundários na agricultura

Dra. Paula Novaes



Agricultura convencional

- Perda da qualidade do solo
- Contaminação do ecossistema
- Pressão por novas “fronteiras agrícolas”
- Monoculturas
- Suscetível a pragas
- Convencional x Tradicional

Agricultura com base agroecológica



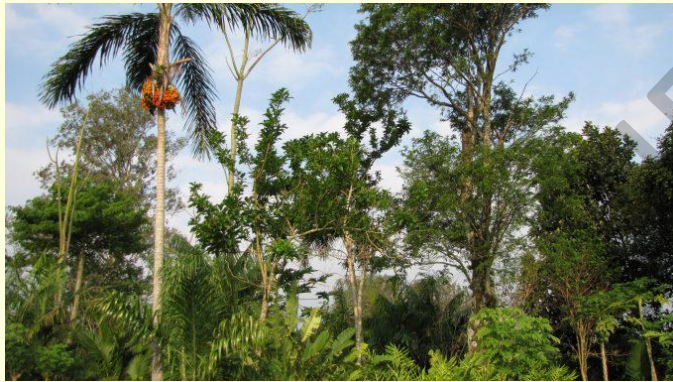
Plantio direto



Rotação de culturas



Agroflorestas



Agricultura sintrópica



Permacultura

- Plantio em consórcio
- produção “orgânica”,
- controle biológico de insetos e plantas infestantes,
- engenharia biológica de plantas que produzam substâncias com função pesticida ou herbicida,
- substâncias químicas menos agressivas ao meio ambiente.

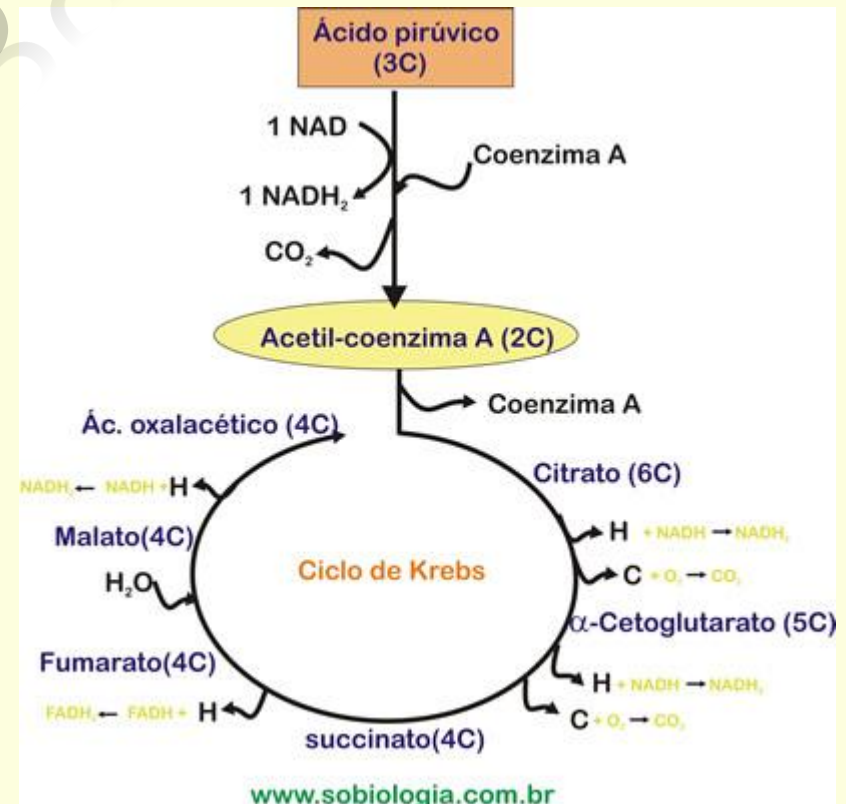
Metabólitos secundários

Constituição química do solo

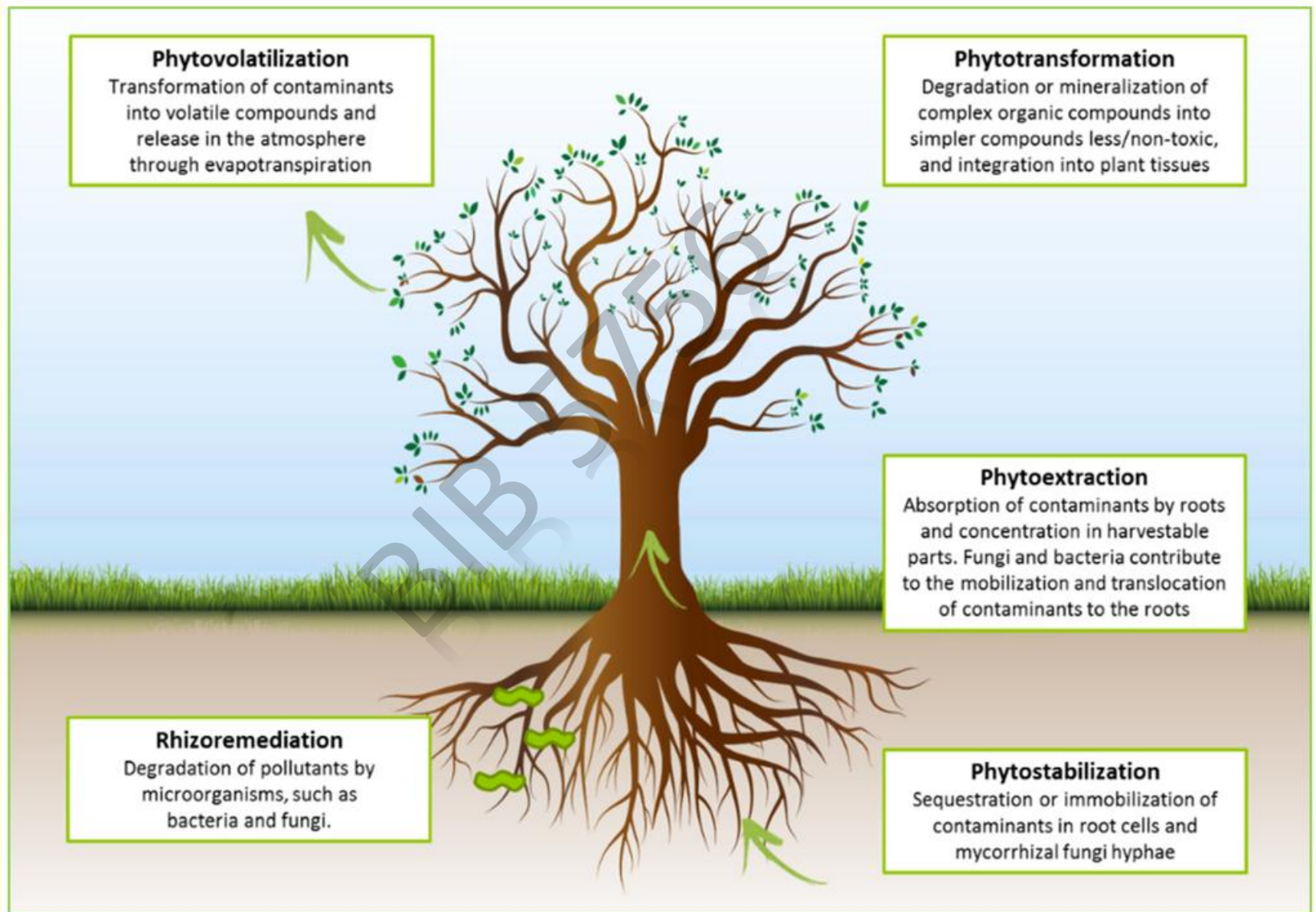
- Metabólitos primários ou secundários podem alterar:
 - A absorção de nutrientes pela planta
 - A suscetibilidade a metais tóxicos

Exemplo:

A fava (*Vicia faba*), quando cresce em solos pobres em fósforo, acidifica a rizosfera com malato e citrato. O meio ácido aumenta a disponibilidade de fósforo, podendo inclusive favorecer outras culturas consorciadas, como o milho.



Fitorremediação

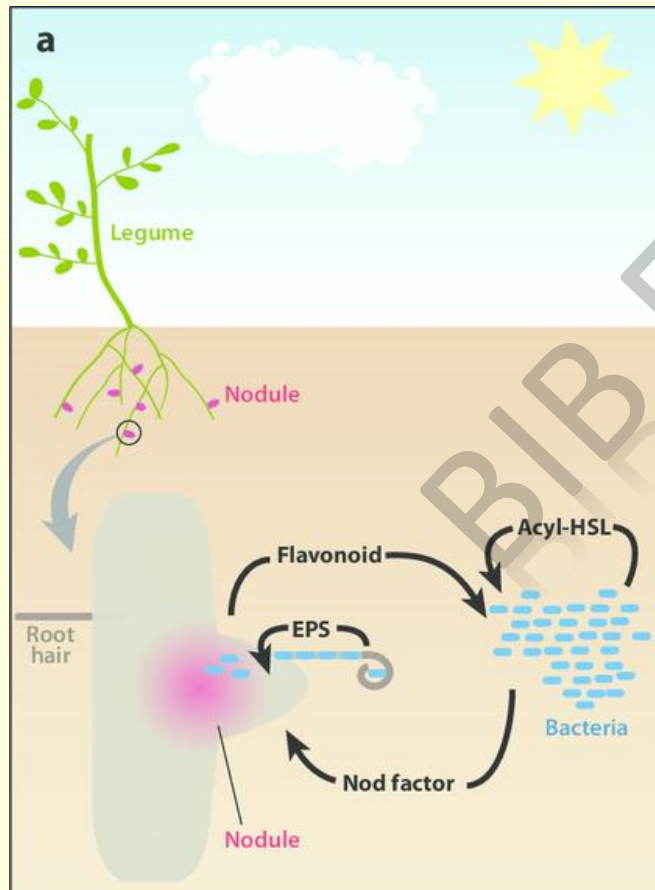


Bactérias simbiontes

- Exudados das raízes: ácidos orgânicos, sideróforos (íons quelantes de alta afinidade), vitaminas, aminoácidos, purinas, nucleosídeos, íons inorgânicos (como radicais livres), moléculas gasosas (como CO₂) e enzimas.

BIB 5756

- No caso das leguminosas fixadoras de N_2 , os ácidos fenólicos e aldônicos servem como sinais majoritários para bactérias simbiotes da família Rhizobiaceae formarem nódulos e reduzirem N_2 à amônia.



O flavonoide genisteína exudado pelas raízes das leguminosas sinalizam para as bactérias se agruparem próximas a superfície radicular.

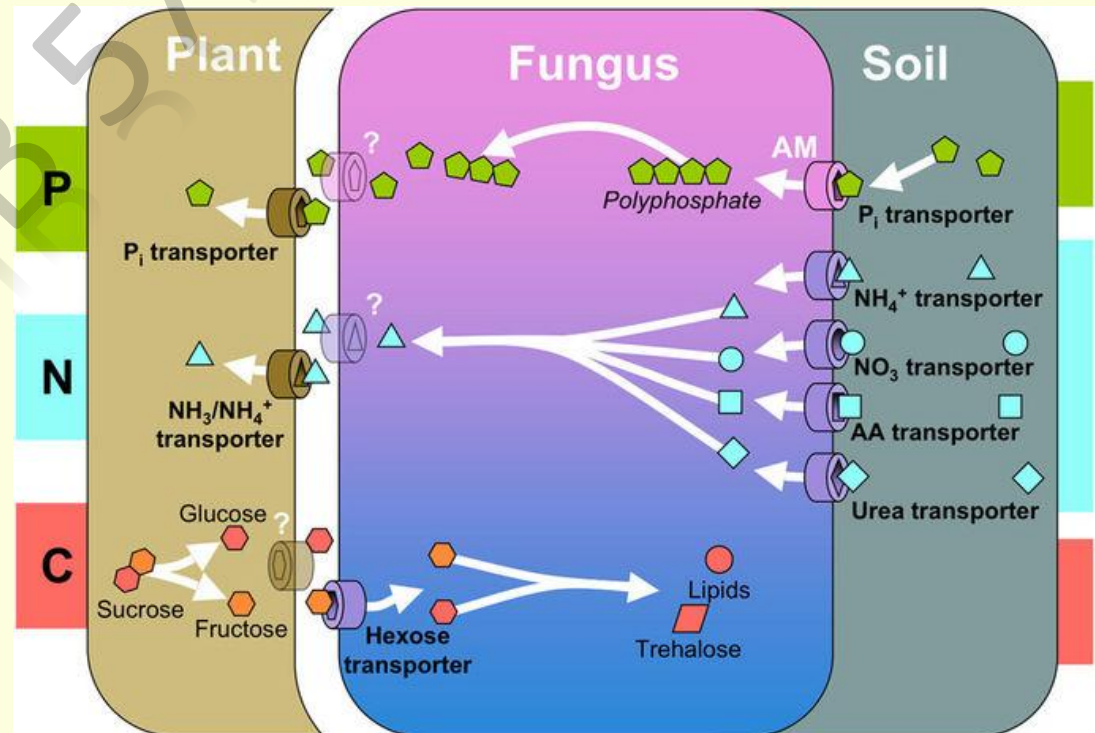
Seu agrupamento permite que a lactona homoserina acilada sinalize a produção de fatores para nódulos.

Estes fatores, por sua vez, indicam aos pêlos radiculares das plantas que devem se preparar para a invasão.

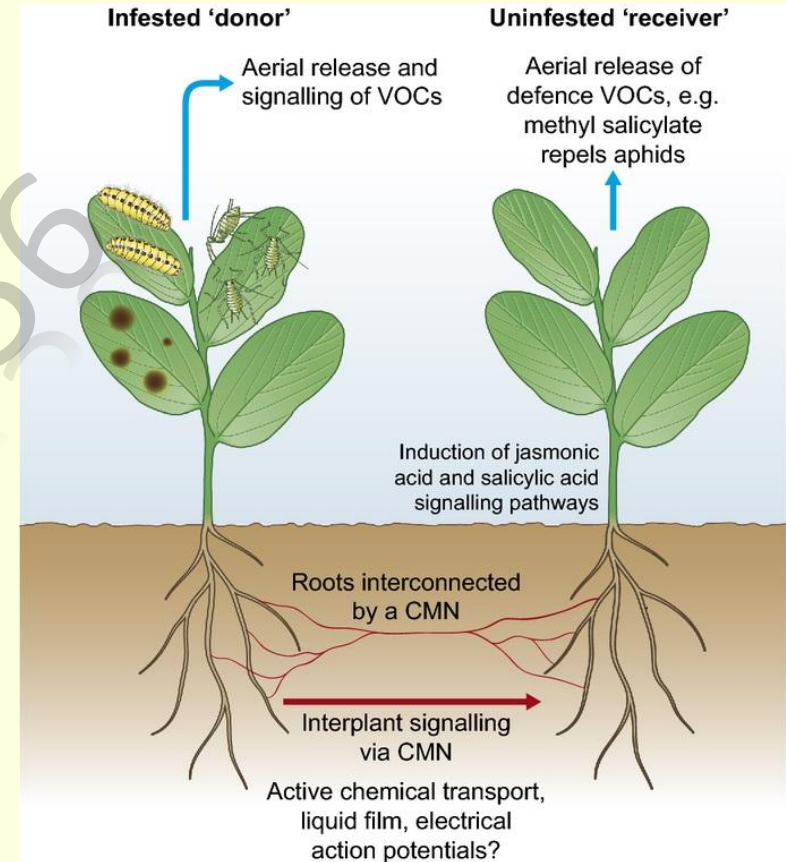
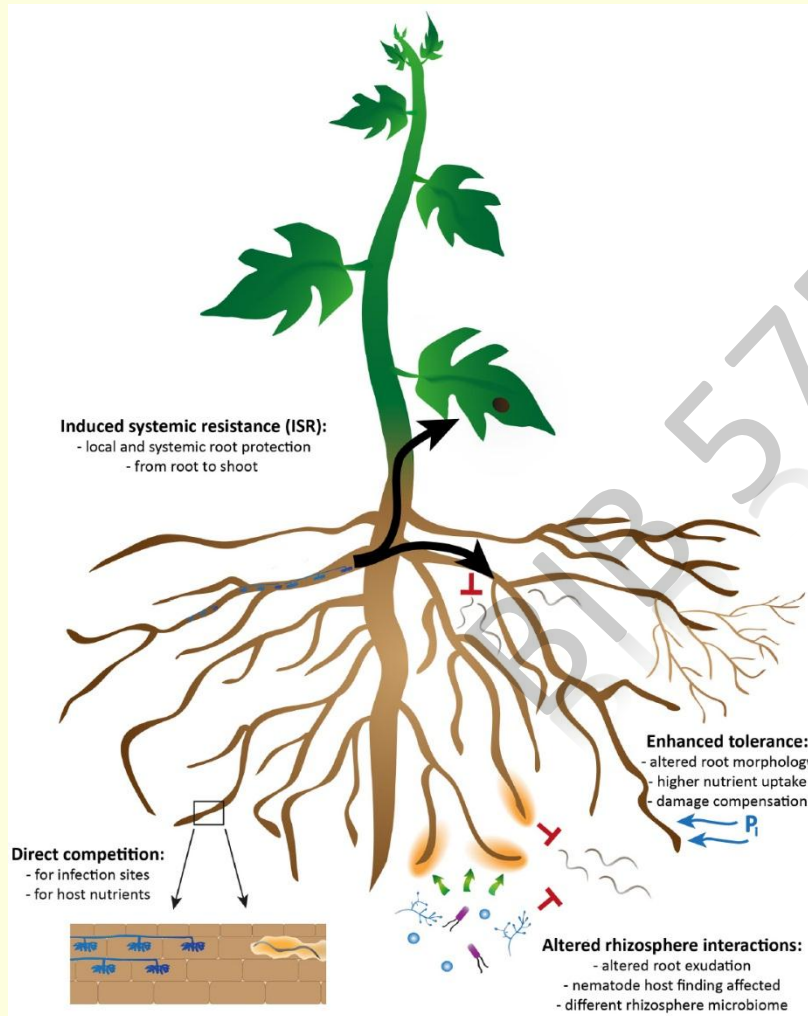
A partir de então polissacarídeos das bactérias facilitam a sua entrada no córtex radicular.

Fungos micorrizas

- São fundamentais para o aporte de fósforo no solo.
 - Enzimas extracelulares liberam fosfato de compostos orgânicos e muitas outras moléculas que aumentam a absorção de ferro quando os quelam.
 - Ácidos orgânicos ainda são capazes de solubilizar Ca, Fe e Al fosfatados que antes estavam indisponíveis.



- Podem proteger contra patógenos



DOI: 10.1111/nph.13115

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01280>

Alelopatia

- Fenômeno documentado por gregos e romanos, mas apenas em 1937 Hans Molisch denominou "alelopatia" como interações planta-planta.
- *Allelon* (recíproco) + *pathos* (influência).
- Atualmente é definido como qualquer efeito direto ou indireto de compostos químicos de plantas em outra planta ou em outros organismo.
- Diz respeito a qualquer processo que envolva metabólitos secundários, ou até primários, produzidos pelas plantas e microrganismos, influenciando o crescimento e o desenvolvimento de sistemas agrícolas e biológicos



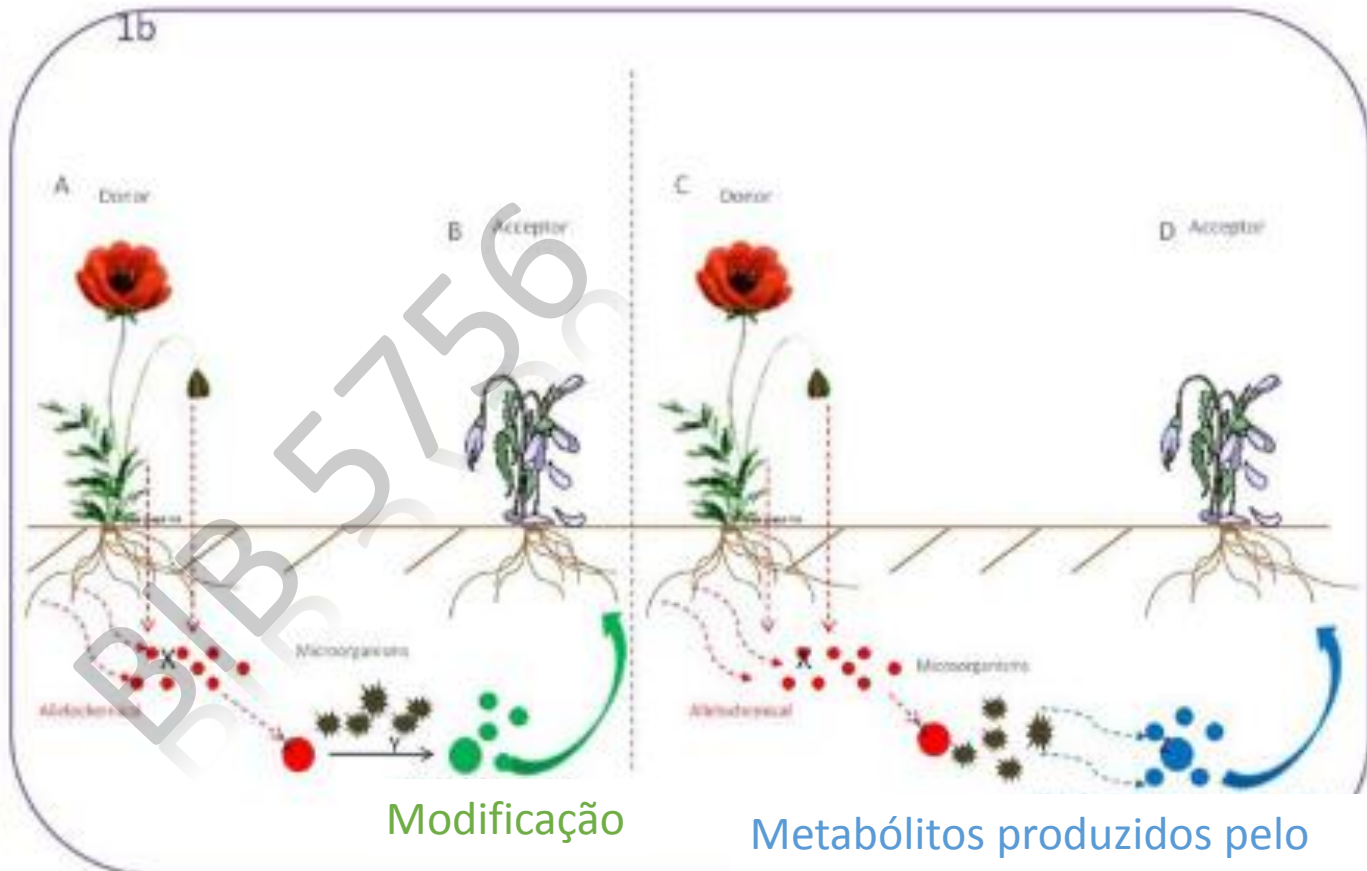
Uma horta é mais do que a soma de suas plantas.

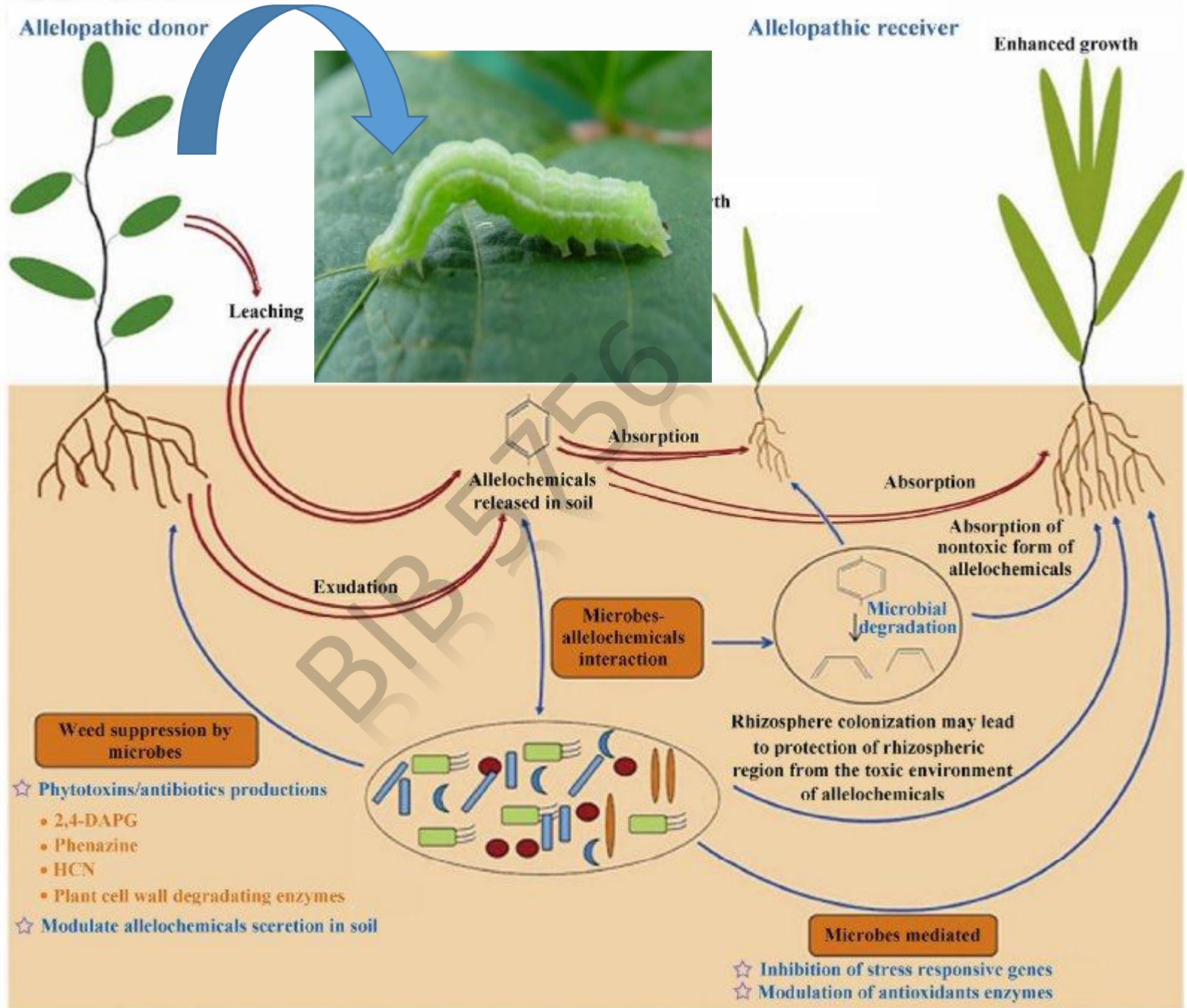
Algumas espécies são antagonistas e competem por recursos, enquanto outras convivem bem e até se beneficiam com a vizinhança. Então antes de plantar, imprima, dobre, cole, salve, mande por email ou twite essa tabela. Para saber se duas plantas convivem bem, encontre seus nomes na tabela e trace duas linhas retas até que elas se encontrem em um losango colorido. Se essa cor for verde então plante-as próximas, se for vermelho deixe um bom espaço entre elas, ou se for cinza, elas não devem afetar muito o crescimento uma da outra. Por exemplo na tabela, **Alface** e **Beterraba** são plantas que convivem bem.

Aprenda mais sobre jardins e muito mais em fazfacil.com.br

■ Essas plantas convivem bem: coloque-as juntas

■ Essas plantas não convivem: mantenha distância

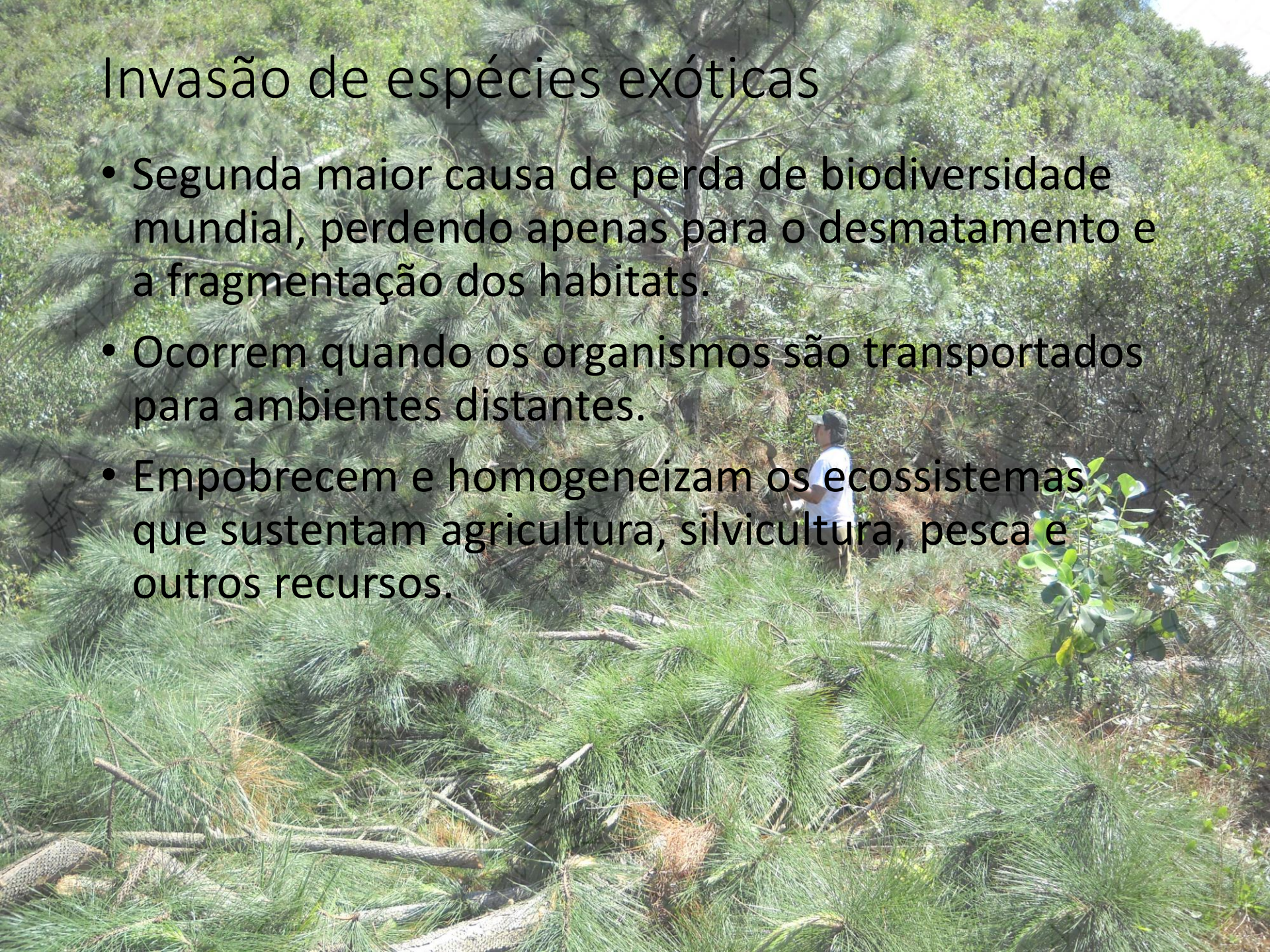




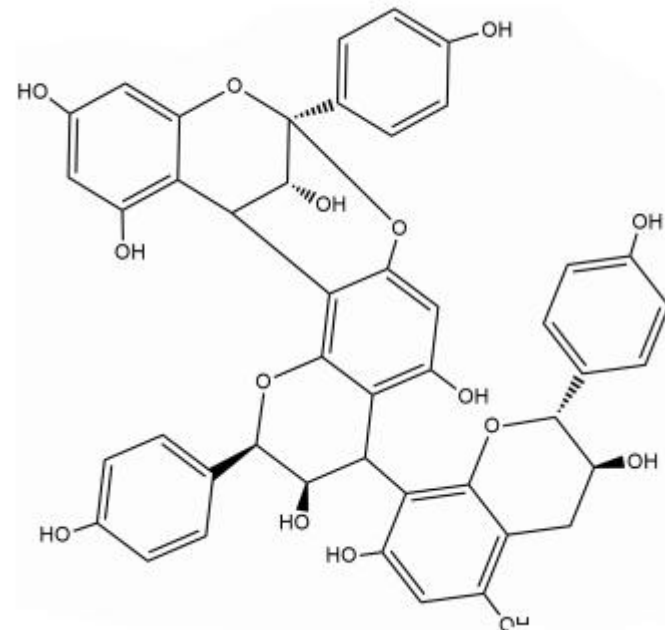
- Mecanismo ecológico, que influencia dominância e a sucessão das plantas, formação de comunidades, vegetação clímax, manejo e produtividade de culturas.
- Estudos de alelopatia devem conter componentes:
 - ecológicos (uma demonstração de que ela ocorre em campo),
 - químicos (isolamento, identificação e caracterização dos aleloquímicos) ou
 - fisiológicos (identificação de interferências relevantes como mecanismos bioquímicos, celulares, ou moleculares).
- Testes de toxicidade

Invasão de espécies exóticas

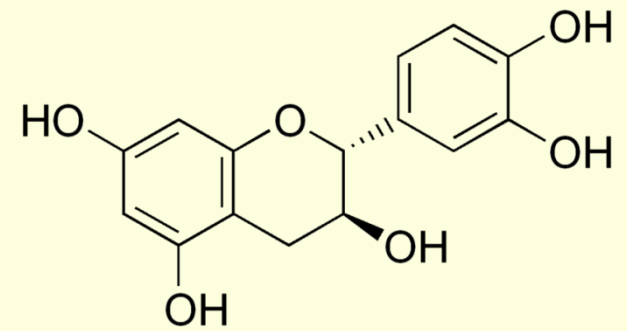
- Segunda maior causa de perda de biodiversidade mundial, perdendo apenas para o desmatamento e a fragmentação dos habitats.
- Ocorrem quando os organismos são transportados para ambientes distantes.
- Empobrecem e homogeneizam os ecossistemas que sustentam agricultura, silvicultura, pesca e outros recursos.



- Hipótese das novas armas:
 - metabólitos secundários que são novos para a comunidade invadida e agem como aleloquímicos.
- Exemplos:
 - A protoantocianidina seligueina A - samambaia neotropical *Pteridium arachnoideum* (Dennstaedtiaceae)



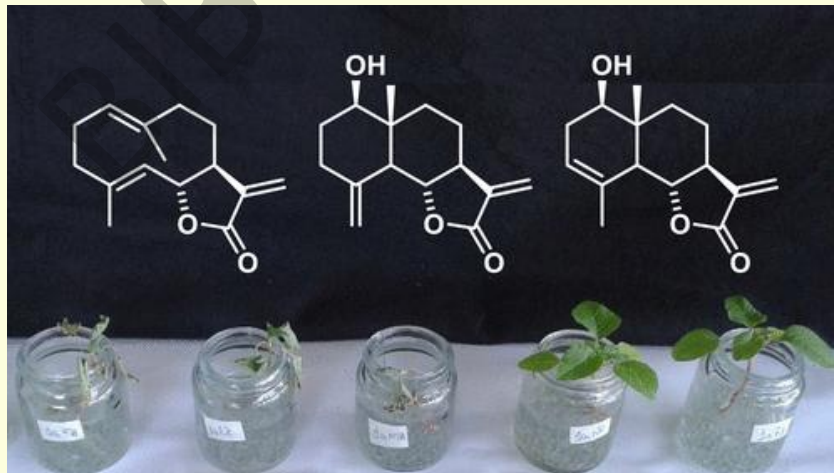
- *Centaurea maculosa* e (-)-catechina



Flavonoide (-)-Catequina.

Plantas infestantes ou daninhas

- Se reproduzem mais rapidamente, sobrevivem em condições mais adversas, têm maior área específica foliar, taxas de crescimento e conteúdo de nitrogênio nas folhas em relação às nativas.
- Seu aumento pode ocorrer devido à falta de regulação por predadores naturais, patógenos e competidores
 - situação presente em ambientes degradados e em monoculturas como as de soja, cana, arroz, etc.
- Alteram as propriedades do solo, por ter potencial para alterar as taxas de decomposição e a ciclagem de nutrientes.

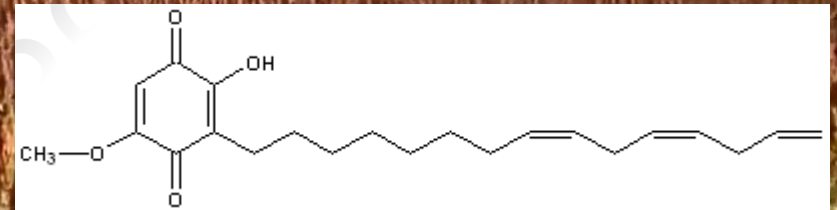
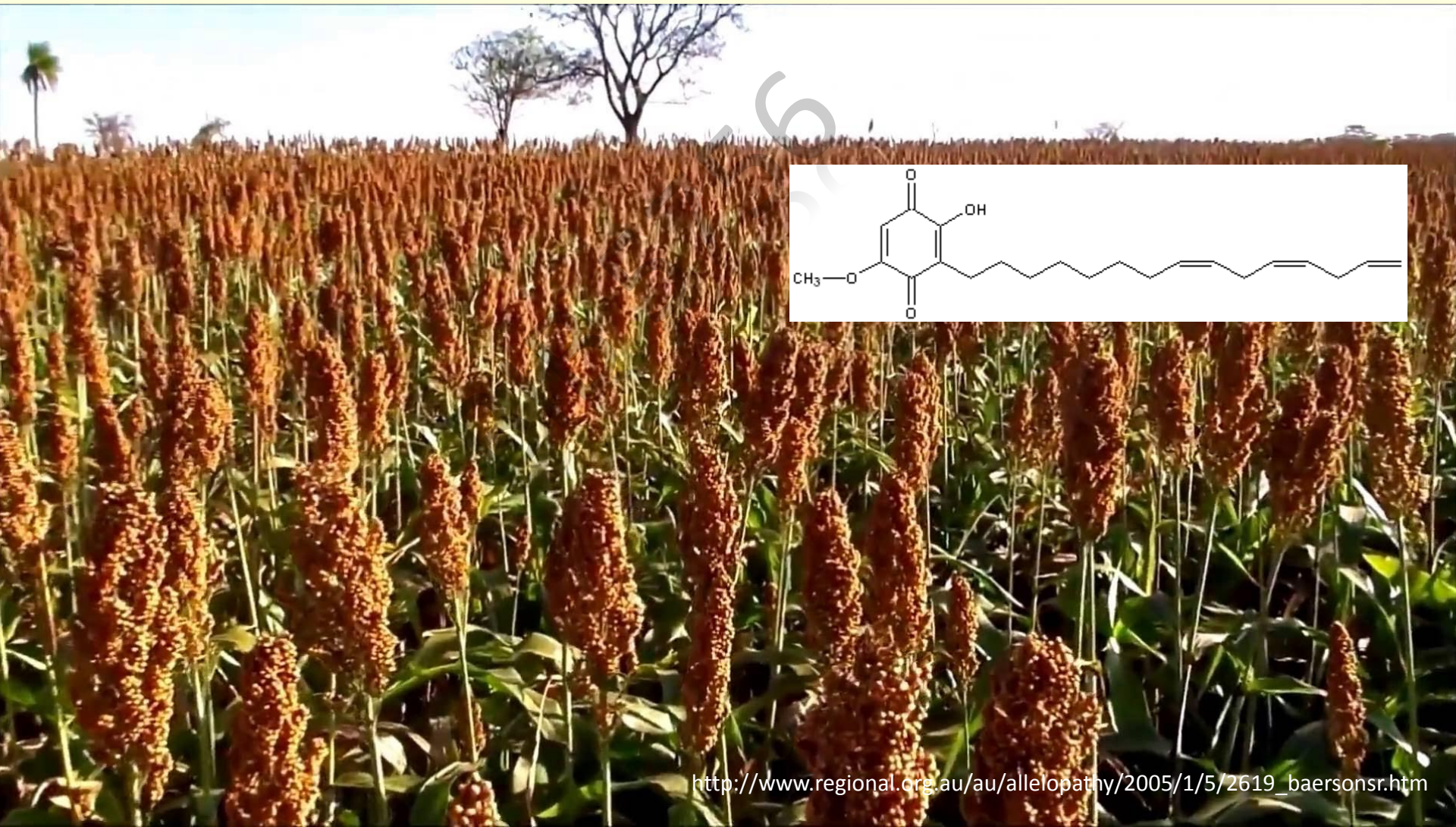


<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.jafc.7b01922>

Alelopatia em sistemas agrícolas

- Presente na rotação entre culturas, com resíduos (ou palha) e entre as culturas com plantas infestantes (exóticas ou nativas), sendo, portanto, um evento de importância econômica.
- Uma rotação adequada de culturas pode aumentar a produtividade local, mas dependendo da cultura anterior, pode trazer sérios prejuízos.

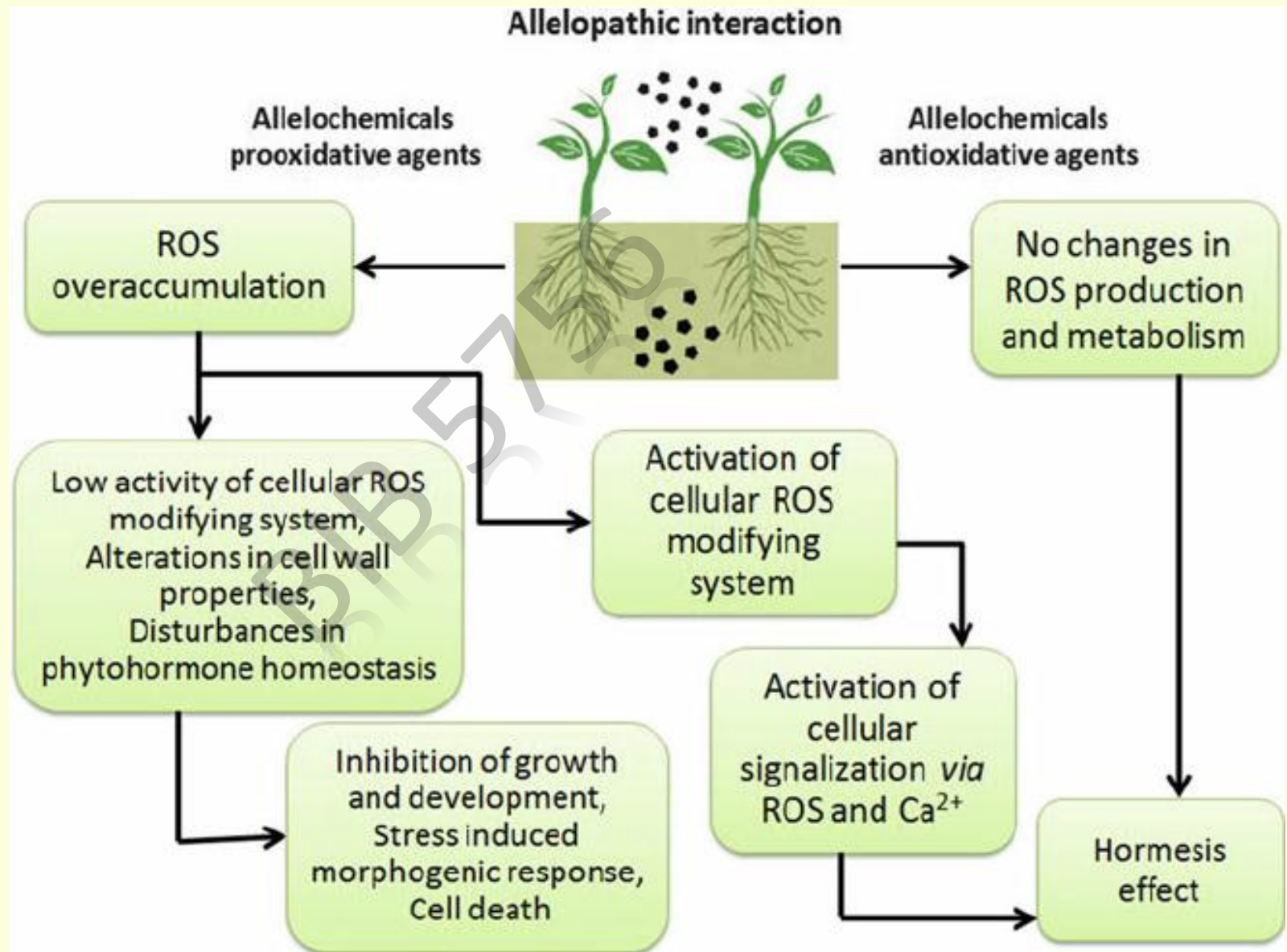
- Benzoquinona sorgoleona
- Pode afetar a germinação e o crescimento de ervas daninhas ou mesmo de culturas próximas



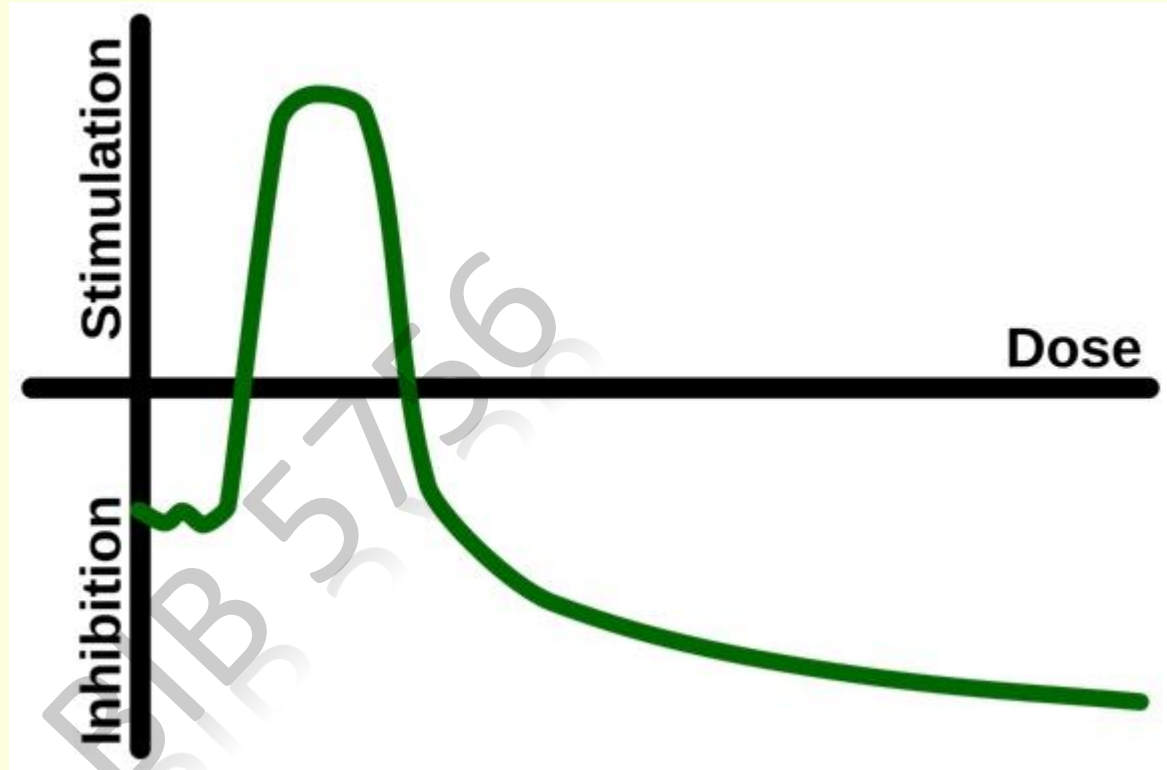
Herbicidas e pesticidas de origem natural

Produtos sintéticos:	Herbicidas naturais:
Eficazes em pequenas doses, seletivos e baratos	Biodegradáveis e não produzem as contaminações provocadas pelos herbicidas sintéticos.
Em 2008, o Brasil passou a ser o maior consumidor de agrotóxicos do mundo (84% de toda a América Latina).	Alguns são aceitos em agricultura orgânica, ou podem ser usados nos consórcios entre plantas
Intoxicam populações humanas e contaminam as comunidades biológicas.	São solúveis em água, não apresentam moléculas halogenadas, possuem rotas alternativas de ação, interações mais específicas com as plantas-alvo, são ativos em menores concentrações
Desenvolvem sistemas de resistência	Menor dano ambiental

Modos de ação

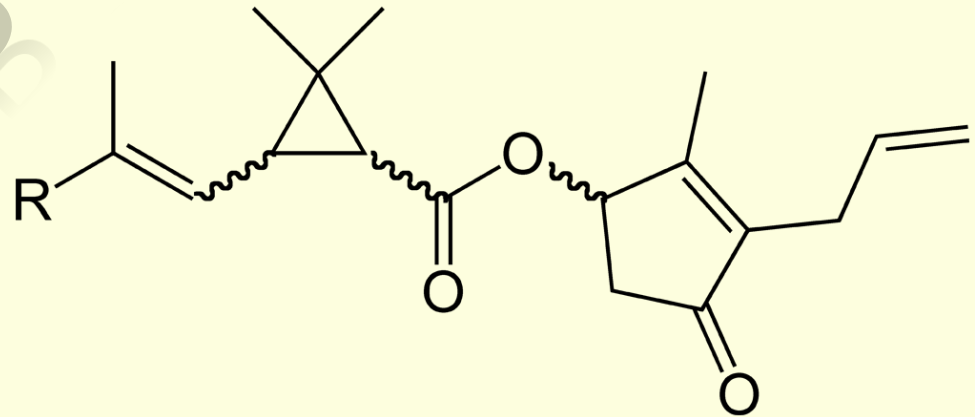
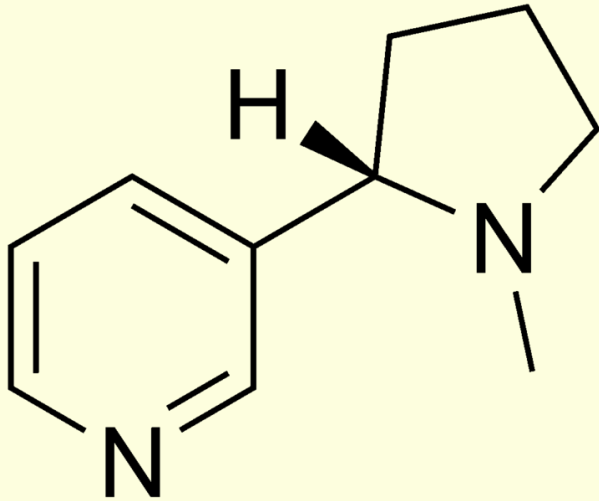


- Hormeses



<http://dx.doi.org/10.3109/10408444.2013.808172>

Pesticidas de origen natural



- Recentemente os herbicidas e pesticidas sintéticos estão sendo produzidos com moléculas menos tóxicas mas muito são organoclorados e halogenados.
- Assim, produtos oriundos das plantas estão sendo procurados, mesmo em forma de extratos.

- Nim ou neem (*Azadirachta indica*)

The infographic features a central image of a neem tree with several circular callouts. Each callout includes a small image of the part being discussed and a text box with its uses. The parts and their uses are: **Flowers** (white flowers), **Bark** (brown bark), **Leaves** (green leaves), **Oil** (yellow oil in a bottle), **Fruit** (green fruit), **Seed** (brown seed), **Kernel** (orange kernel), **Cake** (dark brown cake), **Roots** (thick roots), and **Twigs** (brown twigs). The background is a light blue sky with the tree's foliage.

Flowers
The flowers are the part of the tree with fewer uses, however, given the flowers' sweet, honey-like smell, the flowers are used in aromatherapy for a calming and restorative effect

Bark
Neem bark contains spermicidal properties and research is undergoing to approve its potential use as a sexual contraceptive for both women and men

Leaves
Containing most active ingredients found in the seeds but in a much lower concentration, the leaves are considered the most versatile part of the tree. Now used as a pesticide, fertilizer and animal feed, the leaves were originally used as a medicinal tea in Indonesia

Oil
Extracted from the kernels inside the seeds. A single seed may contain up to 50% oil by weight. It is recognized and valued as a safe and effective bio-pesticide for organic farming. The oil has also been widely studied due to its medicinal properties and is also used in a variety of cosmetic products such as creams, soaps and shampoos

Fruit
Seed
Kernel

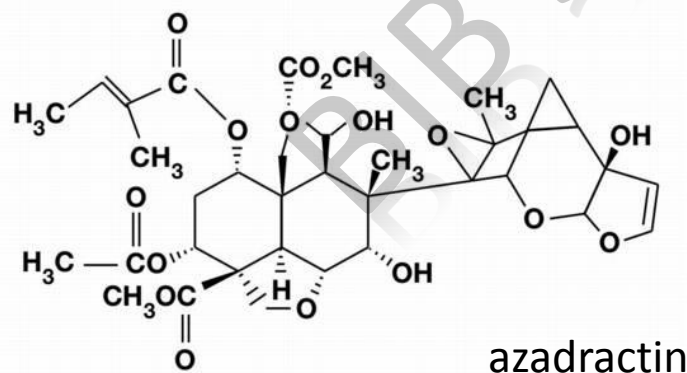
Cake
After the seeds have been pressed for oil, the resulting by-product is the neem cake. Neem cake is used across the agriculture sector as an effective pesticide, fertilizer and anti-bacterial, anti-fungal organic alternative to antibiotics in livestock

Roots
The roots of a neem tree also have different medicinal properties due to being antiseptic, antibacterial, anti-fungal and germicidal. They are also used as a pesticide and to control fleas and ticks on pets

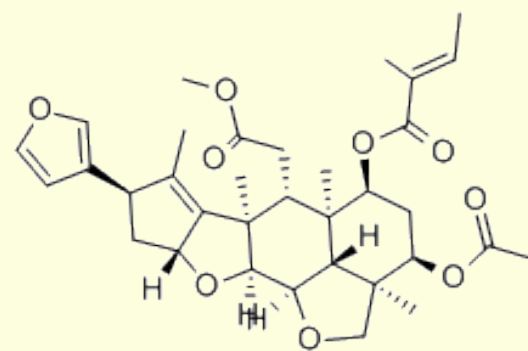
Twigs
While used in commercial toothpastes and mouthwashes, twigs have most widely been used in India as brushes for generations

The Neem Tree
Azadirachta indica

<https://primalgroup.com/true-versatility-neem/>

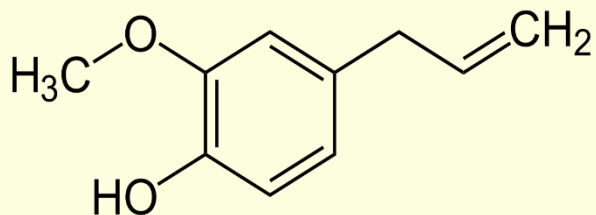


azadractin

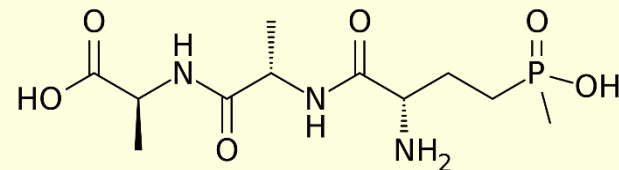
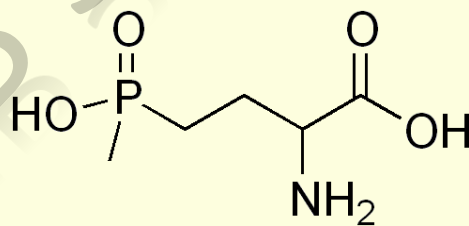


salannin

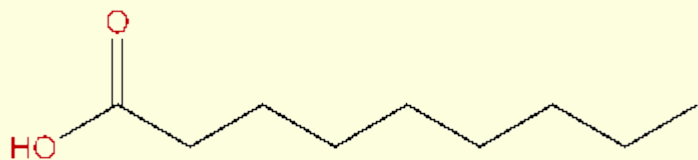
- Outros exemplos de produtos naturais utilizados como herbicidas ou pesticidas:



Fenilpropanoide eugenol, antimicrobiano, pode ser usado como atraente de insetos, além de fitotóxico



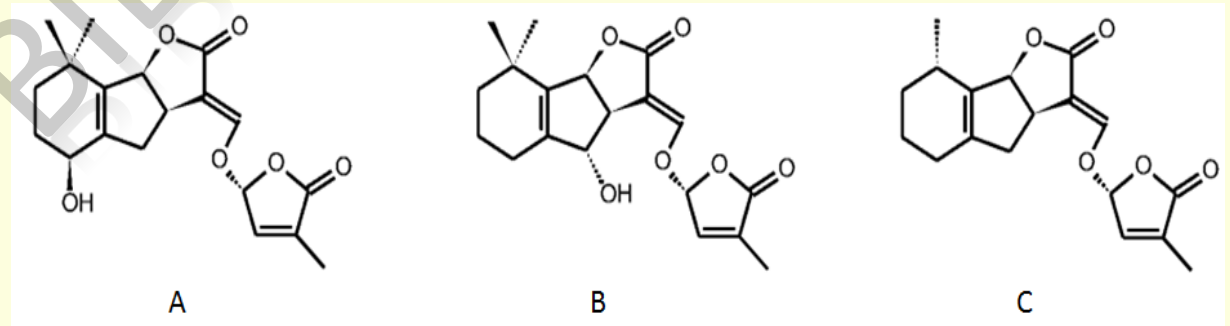
phosphinothricin, produto de, e bialapho *Streptomyces viridochromogeness* produto de *S. hygroscopicus*: herbicidas



ácido pelargônico: herbicida e pesticida

Plantas parasitas

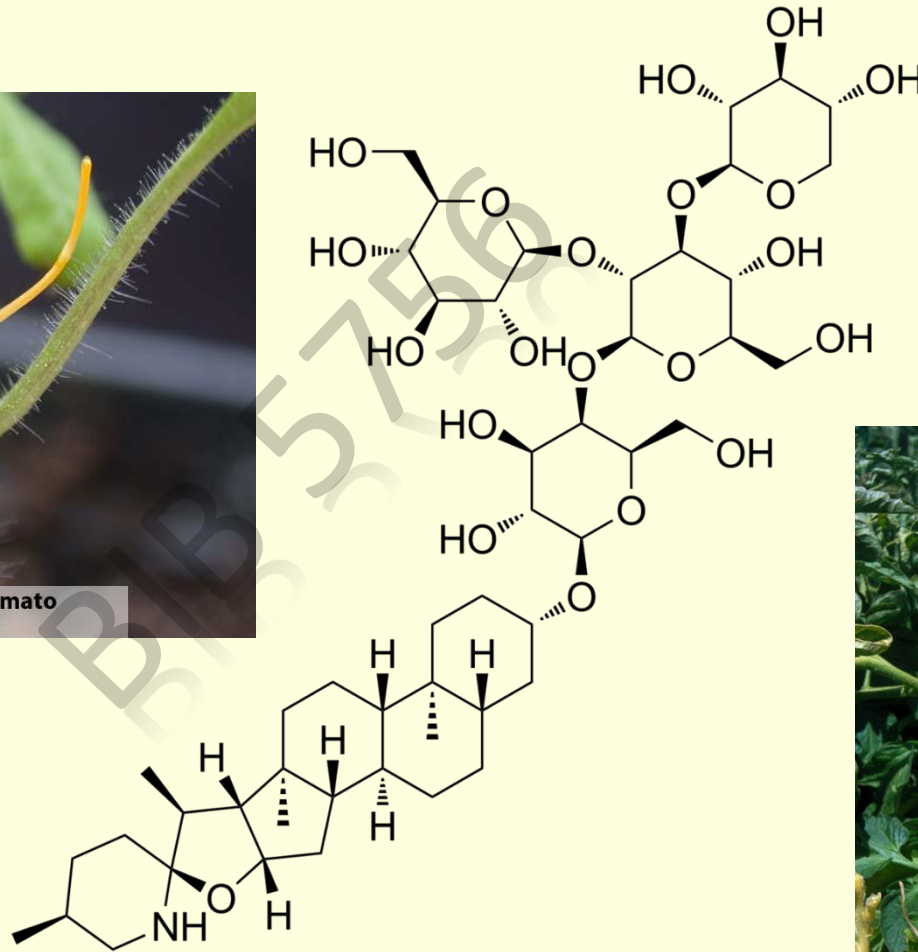
- Estimulantes de germinação: produzidos pelas raízes das plantas hospedeiras para aumentar a germinação de esporos fungos micorrizicos arbusculares.
- Utilizados indiretamente por plantas parasitas.
 - Estrigolactonas, dihidroquinonas e sesquiterpenos já foram identificadas com essa função no milho, sorgo, entre outras.



A: estrigol, B: orobanchol, C: sorgolactona

- Exemplos:

- α -tomatina, um alcaloide glicosilado, em tomate.



Controle biológico de patógenos

- Exemplos:
 - Controle de fungos em frutos na pós-colheita: alternativas naturais utilizam compostos aromáticos, ácido acético, jasmonetos, glicosinolados, própolis, fusapiranos, quitosana, óleos essenciais, além de outros princípios ativos e extratos vegetais.
 - O vapor de ácido acético, por exemplo, pode ser aplicado em concentrações reduzidas e possui baixo custo, sendo portanto adequado para proteger culturas como uva, morango, pêssigo e cereja de diversos patógenos.

Agricultura orgânica

- A instrução normativa 46 de 06/10/11 determina que semioquímicos podem ser usados na agricultura orgânica desde que seu uso seja aprovado pela avaliação da conformidade orgânica (OAC), e quando não forem aprovados, só poderão ser usados da maneira a seguir:
 - *“Quando só existirem no mercado produtos associados a substâncias com uso proibido para agricultura orgânica, estes só poderão ser utilizados em armadilhas ou sua aplicação deverá ser realizada em estacas ou em plantas não comestíveis, sendo proibida a aplicação por pulverização”.*

- O uso de extratos de plantas e/ou outros preparados fitoterápicos
 - *“Poderão ser utilizados livremente em partes comestíveis os extratos e preparados de plantas utilizadas na alimentação humana, a menos que existam estudos e pesquisas que comprovem que os mesmos causam danos à saúde ou ao meio ambiente.*
 - *O uso do extrato de fumo, piretro, rotenona e azadiractina naturais, para uso em qualquer parte da planta, deverá ser autorizado pela OAC, sendo proibido o uso de nicotina pura.*
 - *Extratos de plantas e outros preparados fitoterápicos de plantas não utilizadas na alimentação humana poderão ser aplicados nas partes comestíveis desde que existam estudos e pesquisas que comprovem que não causam danos à saúde humana ou ao meio ambiente, aprovados pelo OAC”.*

- Desta forma, os extratos aquosos de espécies alelopáticas, mais que os aleloquímicos, são úteis as produções orgânicas.
- Exemplos:
 - extrato aquoso de sorgo, aplicado 30 e 60 dias após o plantio de trigo reduziu a biomassa e densidade de daninhas a 49 e 44%, respectivamente, e podem aumentar a produtividade do trigo entre 13 a 18%.
 - Além disso, a mistura de vários extratos alelopáticos, ou mesmo de extratos com herbicidas, pode resultar em maior ação fitotóxica contra as daninhas por sinergismo.
 - O extrato aquoso de sorgo pode diminuir a aplicação de isoproturon e atrazina em 50% da dose recomendada.